GOBIERNO DE CHILE
SUBSECRETARÍA DE PESCA

Ministerio de Economía, Fomento y Turismo
Subsecretaría de Pesca

Informe Técnico (R. Pesq.) N° 36/10

Plan de Manejo Bahía Chasco, III Región de Atacama



Valparaíso, Mayo 2010

INDICE

1. OBJETIVOS *3*

2. ANTECEDENTES *3*

2.1. Antecedentes generales 3

2.2. Antecedentes administrativos 4

2.3. Antecedentes de la gestación del Plan de Manejo de Bahía Chasco y su Comisión 5

2.4. Antecedentes del Plan de Manejo de Bahía Chasco 8

3. ANALISIS *17*

4. CONCLUSIONES *19*

5. RECOMENDACIONES *20*

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS *23*

7. ANEXO I *24*

8. ANEXO II *25*

9. ANEXO III *29*

1. OBJETIVOS

El presente informe analiza y sanciona técnicamente la propuesta aprobada por el Consejo Zonal de Pesca de la II Zona en su reunión de fecha 18 de Junio de 2009, informada a esta Subsecretaría de Pesca mediante el Ord./Z2/Nº 0112/2009 de 18/11/09 (C.I. Subpesca Nº 14.671 de 26/Nov/09), en relación al **Plan de Manejo de Bahía Chasco, III Región de Atacama**.

Por otro lado, este informe refunda las aclaraciones y/o complementos solicitados por la División Jurídica de esta Subsecretaría, al Informe Técnico R.PESQ. N° 125/09, las cuales se encuentran contenidas en el Memorándum Técnico (R.PESQ.) N° 020/2010, y el Informe Técnico R.PESQ. N°22/10.

2. ANTECEDENTES

2.1. Antecedentes generales

La Región de Atacama se ubica ente los 25º17' y 29º11' de latitud sur, y en ella se encuentran 21 caletas reconocidas oficialmente, distribuidas en tres provincias: Huasco (9), Copiapó (9) y Chañaral (3), de las cuales 18 se clasifican como caletas rurales (sin infraestructura de apoyo) y sólo 3 como urbanas, las cuales se insertan en puertos pesqueros con todos los servicios básicos, y con menor o mayor grado de infraestructura portuaria y de apoyo. La pesca artesanal cumple un rol significativo en la Región, por cuanto contribuye a la economía local (Chañaral, Caldera y Huasco) y al abastecimiento de productos pesqueros para el consumo en fresco.

La actividad extractiva de las algas pardas, se concentra principalmente entre la III y IV Regiones, aportando en conjunto más del 68% de desembarque del recurso a nivel nacional (Año 2007). Además, en estas regiones la actividad alcanza aún mayor relevancia al constituir una importante fuente de recursos económicos. En los últimos años, se ha registrado un aumento en los niveles de desembarque, debido principalmente al incremento en la demanda de estos recursos generada por plantas de procesos (97%), y la reciente autorización de actividades de cultivo de abalón (3%) en sistemas abiertos. Las características de la pesquería de algas pardas, específicamente las correspondientes a recolección de alga varada y el barreteo, especialmente de *Lessonia*, en sectores intermareales, permiten que esta sea una actividad que no requiere ni de implementación (bajos costos de operación), ni de habilidades específicas.

Adicionalmente, dado el aislamiento geográfico de los sectores donde se desarrolla esta actividad sumado a la reducida capacidad de fiscalización, un pescador o incluso individuo no pescador puede participar de la recolección o extracción directa. Ambas condiciones constituyen en cualquier pesquería situaciones propicias para su sobreexplotación y la generación de conflictos sociales. Al respecto, cabe destacar que esta situación ha sido reconocida para la mayoría de las pesquerías comerciales a nivel mundial al menos en sus primeras etapas de desarrollo y donde posteriormente han debido implementarse regulaciones de aparejos, restricciones estacionales u otras medidas, tendientes a reducir y regular los niveles de captura.

2.2. Antecedentes administrativos

El régimen de acceso a la explotación de los recursos hidrobiológicos para la pesca artesanal es de libertad de pesca. No obstante, para ejercer actividades extractivas, los pescadores artesanales y sus embarcaciones deben inscribirse en el Registro Pesquero Artesanal (RPA) que lleva el Servicio Nacional de Pesca (Artículo 50, inciso primero de la Ley General de Pesca y Acuicultura). Sin embargo, y con el fin de cautelar la conservación de los recursos hidrobiológicos, cuando una o más especies hayan alcanzado el **estado de plena explotación**, la Subsecretaría de Pesca, mediante Resolución, previo informe técnico debidamente fundamentado del Consejo Zonal de Pesca que corresponda podrá suspender transitoriamente por categoría de pescador artesanal y pesquería la inscripción en el RPA en una o más regiones. De esta manera, no se admitirán nuevas inscripciones de embarcaciones ni de pescadores para esa categoría y pesquería en la región respectiva. En el caso de las algas (huiros), se produjo un aumento significativo tanto del número de algueros, como de mariscadores y pescadores formales en el RPA de la III Región de Atacama a partir del año 2000, lo que implicó un aumento del esfuerzo pesquero potencial sobre las algas, y por consiguiente de la presión extractiva sobre éstas. Además, lo anterior permitió presumir un aumento, al menos, semejante para el grupo de extractores informales del recurso, lo que significó un crecimiento desmesurado del esfuerzo pesquero hacia estos recursos, con el inminente riesgo de sobreexplotación sobre ellos. Es así que mediante las Resoluciones N°**736**/2006 y N°**894**/2009, se suspendió transitoriamente por un plazo de tres y cinco años, respectivamente, la inscripción en el RPA de la III Región de Atacama, en la sección pesquería recurso Huiro Negro (*Lessonia nigrescens*), Huiro Palo (*Lessonia trabeculata*) y Huiro (*Macrocystis* spp.), asimilando estos recursos al estado de plena explotación.

Adicionalmente, a partir del año 2005, se hizo necesario adoptar medidas de administración que tendieran hacia un ordenamiento de la actividad que no pusiera en peligro los stocks de los recursos, estableciéndose una veda extractiva para los recursos huiro palo, huiro negro y huiro,

entre las regiones XV y IV (Decreto Ex. Nº1.167/2005, Decreto Ex. Nº889/2007, Decreto Ex. Nº1.614/2007 y Decreto Ex. Nº1.347/2008), medida que se mantiene hasta la fecha, con el acuerdo de representantes de los diferentes sectores que hacen uso del recurso en estas regiones.

En forma complementaria a la veda extractiva a partir del año 2005, se han implementado una serie de Pescas de Investigación (y sus modificaciones, ANEXO I) con el propósito de permitir el desarrollo de la actividad extractiva bajo un esquema regulado, las que han sido ejecutadas por la Universidad Católica del Norte. Estos estudios generaron información cuantitativa sobre el esfuerzo aplicado al recurso, las zonas de extracción y varado, volúmenes de los desembarques, la demanda de las empresas y la distribución espacial de los actores así como los flujos de la cadena de comercialización con el fin de desarrollar medidas de manejo participativas y espacialmente explícitas. Por otro lado, permitieron determinar la existencia de 47 Zonas Operativas de Extracción (ZOE) de acuerdo a las praderas en explotación, esfuerzo pesquero, intermediarios y empresas/cultivos asociados. Adicionalmente, la georreferenciación sobre estas ZOE de todas las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) operativas entre la XV y IV Regiones, con énfasis en aquellas que cuentan con algas pardas como recursos principales de sus planes de manejo, permitió determinar en qué ZOE se hace **urgente establecer planes de manejo** considerando su importancia relativa respecto del desembarque total y la inexistencia de medidas de administración como AMERB.

Los criterios de participación sugeridos y modificados a través de cada una de las autorizaciones de pescas de investigación (ANEXO I), fueron fijados y re-evaluados en forma permanente por esta Subsecretaría, el Servicio Nacional de Pesca, el sector artesanal y empresarios, con el propósito de asegurar la participación en la actividad extractiva de aquellos actores históricos y permanentes de la pesquería que por diferentes razones, no habían formalizado su actividad.

2.3. Antecedentes de la gestación del Plan de Manejo de Bahía Chasco y su Comisión

La Subsecretaría de Pesca, en su rol de velar por la conservación de los recursos, ha promovido y liderado instancias de diálogo con miras a generar alternativas de administración participativa de las pesquerías bentónicas que permitan el ordenamiento de la actividad extractiva asociada asegurando su sustentabilidad. Con este objetivo, en el caso de las algas pardas de la zona norte del país, esta Subsecretaría ha mantenido un trabajo en conjunto con los actores implicados, a saber, pescadores artesanales, industria procesadora, cultivadores de abalones y la institucionalidad pesquera con el propósito de elaborar una "Propuesta de Medidas de Administración del Recurso Algas Pardas para la Zona Norte".

Al respecto, considerando que la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA) regula en su Titulo II, párrafo 2°, los Planes de Manejo, y establece:

- En su Art. 8°, que toda unidad de pesquería declarada en régimen de plena explotación, de recuperación o de desarrollo incipiente, contará con un plan de manejo elaborado por la Subsecretaría de Pesca, a proposición del Consejo Zonal de Pesca que corresponda.

- En el Art. 9º, que un Plan de Manejo debe considerar al menos los siguientes aspectos:
  a) Su descripción, respecto de su localización geográfica y especies que la conforman.
  b) Antecedentes biológico-pesqueros de las especies que la constituyen y su estrategia de explotación.
  c) Medidas de conservación y regímenes de acceso que le son aplicables.
  d) Antecedentes de captura, producción elaborada y mercado de los productos.
  e) Requerimientos de investigación con fines de conservación y manejo.

Se ha decidido por parte de la Subsecretaría de Pesca, implementar la administración de la pradera de Huiro canutillo (*Macrocystis* spp.) de Bahía Chasco a través de un plan de manejo participativo. Dicha iniciativa de nivel local, fue alcanzada luego de un proceso de ordenamiento del sector pesquero artesanal con participación de sus organizaciones mediante las pescas de investigación realizadas. Cabe recordar, que hasta hace algunos años no existían formalmente las organizaciones, ni los incentivos necesarios para explotar la pradera que hicieran relevante avanzar en la administración del recurso en esta zona, lo que actualmente es una tarea de carácter urgente.

Para el caso específico de Bahía Chasco, dada la importancia de la pradera natural de huiro canutillo que allí se encuentra, caracterizada históricamente por su alta productividad se ha optado por convocar a todos los actores que confluyen en dicho espacio con el propósito de generar una propuesta de ordenación y conformar una mesa técnica de trabajo para la formulación e implementación de un plan de manejo local de la pesquería.

1) Los actores interesados en participar en este proceso, se agrupan principalmente en 5 organizaciones de pescadores artesanales legalmente constituidas, cuyos socios o se encuentran inscritos en el Registro Pesquero Artesanal mantenido por el Servicio Nacional de Pesca, o se han inscrito en las pescas de investigación autorizadas por esta Subsecretaría, a contar del año 2005, y desarrolladas en el área por la Universidad Católica del Norte. Las organizaciones interesadas corresponden a las siguientes:

1) S.T.I. de Pescadores Artesanales, Buzos Mariscadores y Recolectores de Orilla de las Caleta de Pajonales y Maldonado; R. S. U.: 03.01.142; R.P.A.: N°122
2) S.T.I. de Pescadores, Buzos, Asistentes de Buzos, Recolectores de Orilla y Comercializadores Algas Pardas, Caleta Chasco; R. S. U.: 03.01.0351; R.P.A.: N°6.223
3) S.T.I. Buzos y Recolectores de Orilla, Caldera; R. S. U.: 03.01.0294; R.P.A.: N° 6.214
4) Cooperativa de Trabajo Multiactiva de Bahía Chasco, Caldera; R.P.A.: N°6.203
5) S.T.I. Recolectores de Algas, Buzos Mariscadores y Ramos Similares; R. S. U.: 03.01.0357; R.P.A.: N°6.209

Al respecto, cabe destacar que varias de estas organizaciones han solicitado la implementación de Áreas de Manejo en Bahía Chasco. No obstante esto, la Subsecretaría de Pesca resolvió analizar y acordar directamente con todos los actores involucrados, la mejor alternativa de administración de las pesquerías de este sector, que no solo abarcan los "huiros" sino que también otras especies de importancia comercial como loco, lapas, ostiones, pulpo y erizo. Con dicho propósito, se planteó la posibilidad de avanzar en un plan de manejo integral del sector, comenzando con el recurso Huiro, para luego de la evaluación realizada con este Plan de Manejo, analizar la posibilidad de extenderlo a los restantes recursos de interés.

El caso de la explotación sustentable de las algas representa importantes desafíos dado que en su remoción directa es más importante la estrategia de extracción que los volúmenes extraídos. Sin embargo, la implementación de una administración que considere estrategias de extracción requiere necesariamente la limitación, identificación y compromiso de los usuarios. En este sentido, el enfoque geográfico en la administración y conservación del recurso ha constituido un desafío, tanto a nivel de las facultades e instrumentos legales para el ordenamiento de los/as pescadores/as artesanales que operan sobre este recurso, así como también, para las instancias de asesoría técnica e investigación aplicada, en el diseño de procedimientos y metodologías para cumplir con las tareas que permitan el seguimiento, monitoreo y evaluación de las poblaciones (praderas) existentes fuera de las AMERB.

2.4. Antecedentes del Plan de Manejo de Bahía Chasco

De conformidad con el contenido mínimo que exige el Artículo 9 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, se detallan a continuación los siguientes aspectos:

a) Localización geográfica y especies que lo conforman:

Bahía Chasco se encuentra ubicada en la III Región de Atacama, Provincia de Copiapó, Comuna de Copiapó, distante a 80 km. al sur-oeste de la ciudad de Copiapó. El Plan de Manejo de Bahía Chasco, contempla en forma preliminar el sector comprendido en el área inscrita en la figura irregular, entre la línea de más baja marea y sus vértices, cuyas coordenadas geográficas y su referencia cartográfica son las siguientes:

PUNTOS	LATITUD			LONGITUD		
A	27°	40′	19.25″	70°	58′	58.8″
B	27°	39′	33.31″	71°	01′	51.06″

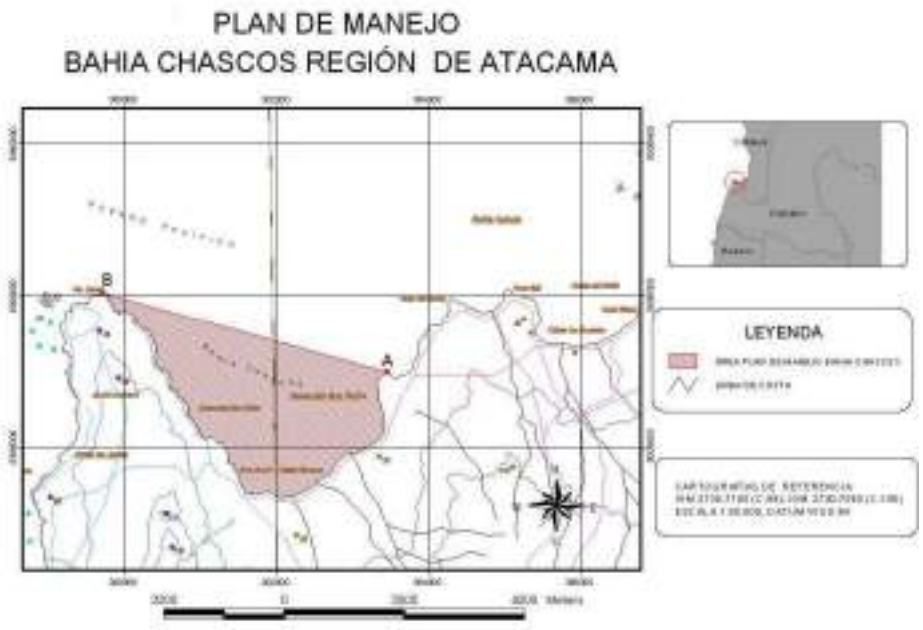


Figura 1. Ubicación general del Plan de Manejo de Bahía Chasco, III Región de Atacama.

Si bien en un inicio las actividades del Plan de Manejo de Bahía Chasco estarán centradas en el recurso *Macrocystis* spp. se espera integrar en el mediano plazo otras pesquerías bentónicas de importancia comercial presentes dentro del polígono, como el pulpo del norte (*Octopus mimus*),

ostión del norte (*Argopecten purpuratus*), lapas (*Fissurella* spp.) y erizo rojo (*Loxechinus albus*), entre otros.

b) <u>Antecedentes biológico-pesqueros de las especies que la constituyen y su estrategia de explotación:</u>

b) 1.- <u>Antecedentes biológico-pesqueros de las especies</u> :

Macrocystis spp. presenta una distribución geográfica bipolar, localizándose principalmente a lo largo de las costas del Pacífico de América del Norte y del Sur, Sudáfrica, Australia y Nueva Zelanda. En el norte de Chile, la distribución de *Macrocystis* spp. es fragmentada a lo largo de la costa, presentando en la III y IV Regiones las mayores concentraciones, principalmente en el sector centro sur de la III y sur de la IV Región. El efecto del movimiento de agua (oleaje y corrientes de fondo) puede afectar significativamente la sustentabilidad de las poblaciones de esta especie. De hecho, históricamente, esta especie ha sido una de las especies de algas más sensibles a los cambios de la temperatura superficial del mar (ENOS).

Macrocystis spp. es un alga parda que se adhiere firmemente por medio de un disco adhesivo rastrero formado por un rizoma macizo, aplanado y alargado; de sus márgenes emergen numerosos hapterios ramificados de longitud variable (hasta 4 cm). Del rizoma se levantan los estipes, erectos y subcilíndricos; cerca de la base suelen dividirse en una a tres veces, dicotómica o subdicotómicamente. En el resto de su longitud los estipes son cilíndricos, se ramifican sólo unilateralmente y a intervalos regulares, constituyendo los pedicelos de las hojas laminares. Las hojas de *Macrocystis* spp. son largas y angostas, de márgenes levemente dentados y alcanzan hasta 40 x 4 cm. Las hojas se originan por división desigual de la terminal y las más distales son de superficie lisa; en las otras la superficie tiene rugosidades orientadas longitudinalmente. En las hojas adultas el pedicelo es corto y soporta un aerocisto elipsoidal o piriforme que mide hasta 8 cm de largo por 1,5 cm de diámetro. La hoja terminal carece de aerocisto y en las subterminales ésta se puede encontrar en distinto grado de formación.

Los meristemas de crecimiento en *Macrocystis* spp. se encuentran ubicados en la base de los estipes, permitiendo la regeneración cuando la poda se realiza en el extremo superior de ellos.

La recolección de alga varada en el intermareal, producto de desprendimientos naturales, se realiza de manera manual, mientras que para la cosecha de bosques naturales se recomienda la poda del dosel superior, siendo ésta la estrategia usada por los pescadores artesanales de Bahía Chasco.

En relación a otros recursos bentónicos de interés comercial presentes en Bahía Chasco, se espera incorporar paulatinamente información sobre ellos, a medida que se avance en la implementación de sus planes de manejo.

b) 2.- Estrategia de explotación

La estrategia de explotación exigida será la poda del dosel a 1 - 1,5 m de la superficie dado que las estructuras reproductivas del recurso se ubican en frondas específicas de las porciones inferiores de la planta, permitiendo con ello el crecimiento de renuevos o crecimiento de nuevas plantas a partir de esporofitos pequeños que se verán estimulados por la disponibilidad de luz al despejarse los estratos superiores.

Además, se establecerá una cuota de biomasa cosechable, la cual será definida a través de una evaluación directa de frecuencia estacional sobre la pradera de *Macrocystis* spp. El establecimiento de una cuota se basa en los diferentes rendimientos de la pradera a lo largo del año, definidos en relación a la biomasa disponible (Standing Stock) y biomasa cosechable (Standing Crop). El asesor técnico deberá remitir los antecedentes y la propuesta de biomasa cosechable para cada temporada estacional a la Subsecretaría de Pesca, quién deberá fijarla a través de la pesca de investigación para el sector. La regla de decisión estará basada en rendimientos de cosecha semanal, pudiendo el asesor técnico recomendar la detención de las faenas de cosecha, toda vez que el desembarque semanal disminuya en un 50% en relación al desembarque promedio semanal estimado o definido (nivel de referencia) por el asesor técnico.

Se implementará un **sistema de control** tanto del acceso como del desembarque. Los procedimientos de control deberán ser acreditados vía registros que permitirán la verificación cruzada. Semanalmente cada organización participante deberá designar un delegado, encargado de mantener el sistema de control, esto sin perjuicio del control directo que deberá realizar el Servicio Nacional de Pesca. Este delegado deberá mantener el sistema de control para cada día donde se realice desembarque considerando los siguientes aspectos:

i. Control del acceso: se realizará utilizando un registro de actividad, de validez diaria, instransferible y por tanto no canjeable, no negociable ni susceptible de ceder en comodato o cualquier otra modalidad de cesión a terceros.
ii. Control del desembarque: el control de las capturas se realizará diariamente mediante la utilización de un sistema de pesaje digital. Diariamente la información de pesaje individual será almacenada en el registro de desembarque. Para el registro del desembarque se utilizará el formulario de desembarque de algas del SERNAPesca.

iii. Control sobre área de pesca: en caso de producirse una marejada, con una alta mortalidad natural, los recolectores deberán en primera instancia completar su cuota con recursos provenientes de ella y no por cosecha. Además, se deberá indicar en el mapa de operación los lugares donde se realice cosecha.

Por otro lado, el Plan de Manejo contará con un **sistema de monitoreo** que permita obtener, procesar y disponer la información necesaria de los indicadores relevantes sobre cuya base se evaluará el desempeño de las pesquerías, a saber:

i. Desembarque por área de pesca (Kg/superficie)
ii. Esfuerzo por área de pesca (horas de buceo/superficie)
iii. Rendimiento por área de pesca (Kg/ horas de buceo/superficie)
iv. Precio en playa
v. Destino del desembarque

Adicionalmente, se contempla desarrollar un proyecto de **investigación**, orientado a monitorear los procesos de la dinámica poblacional de los recursos en áreas pre-determinadas, en el que se abordarán al menos las siguientes variables:

i. Densidad y/o biomasa en áreas experimentales
ii. Composición de tallas de las poblaciones asentadas

Las **reglas de decisión** que se aplicarán para implementar los mecanismos de regulación pesqueros, se basan en articulaciones coherentes entre los objetivos, metas del plan de manejo y el estado de los indicadores. Estas permiten definir de antemano las alternativas de acción (medida de manejo) frente a posibles cambios en el estado de los recursos, o resultados de alguna estrategia, táctica o medida de regulación específica que se haya implementado con algún fin u objetivo. Las medidas serán adoptadas por la Subsecretaría de Pesca, la que en el proceso de evaluación podrá consultar a la comisión de manejo, y específicamente a su asesor técnico, quien podrá identificarlas, proponerlas y desarrollarlas, a través de un Informe Técnico. No obstante, como regla general, deberán ajustarse a la función objetivo de los indicadores establecidos para el manejo de la pesquería.

Una vez que comiencen a observarse las primeras respuestas del sistema administrado, se deberán evaluar los resultados, lo que permitirá perfeccionar o ajustar el procedimiento decisional inicial, mejorar algunas medidas de manejo o identificar nuevas, y sobre todo, elevar los beneficios socioeconómicos derivados del nuevo marco de ordenamiento y regulación de las pesquerías que se pretende instaurar.

c) Medidas de conservación y regímenes de acceso que le son aplicables:

c) 1.- Medidas de conservación:

La instauración de toda una estructura basada en instancias participativas, con la debida asesoría científica y técnica para el manejo de estas pesquerías (Asesor Técnico) constituye un enfoque radicalmente nuevo en la forma en que la Subsecretaría de Pesca enfrenta el manejo de recursos bentónicos a una escala local y con un enfoque participativo. Sin embargo, el hecho de instaurar esta estructura no garantiza el éxito del enfoque de manejo, sino por sobre todo, su adecuada operación y mantención en el largo plazo. Esto por cuanto los resultados de las acciones de manejo que se apliquen solo serán evidentes en un plazo no menor a 1 a 2 años, toda vez que las medidas aplicadas sean coherentes y consistentes en el tiempo.

Actualmente, como medida de conservación y dada la creciente demanda, el recurso Huiro se encuentra en veda extractiva (Decreto Ex. Nº1.167/2005, Decreto Ex. Nº889/2007, Decreto Ex. Nº1.614/2007 y Decreto Ex. Nº1.347/2008), medida que se mantiene hasta la fecha, con el acuerdo de representantes de los diferentes sectores que hacen uso del recurso en estas regiones, y que podría ser renovada de conformidad con el comportamiento que se tenga por la aplicación de esta Plan. Adicionalmente, el plan de manejo contempla una explotación racional y sustentable del recurso, estableciendo año a año a través de la fijación de cuotas estacionales que permitan establecer biomasas cosechables y requisitos de entrada a la pesquería a través de pescas de investigación.

c) 2.- Regímenes de acceso que le son aplicables:

El régimen de acceso que se aplica es el de libertad de pesca. Sin embargo, como ya se explicó existe una veda extractiva sobre el recurso, por lo que el acceso será regulado a través de Pescas de Investigación. Para este año 2010, se encuentra actualmente en ejecución la Pesca de Investigación autorizada a la Universidad de Atacama (Res. N°4433/09) y podrá ser renovada año a año en el evento de que se mantenga las condiciones de cuidado del recurso.

El Plan de Manejo contempla establecer controles de acceso a las áreas de pesca y de visación de las capturas, con el fin de mantener una supervisión de la totalidad de las capturas de recursos bentónicos que sean extraídos desde Bahía Chasco. Además, establecerá controles detallados y precisos, que incluyan el registro del peso total de los recursos desembarcados mediante balanzas.

Por tanto, bajo el presente Plan de Manejo podrán mantener operación sobre las algas de Bahía Chasco:

i) Todos aquellos pescadores/as artesanales que cuenten con el recurso huiro inscrito en el Registro Pesquero Artesanal y cumplan con los requisitos establecidos en la solicitud de Pesca de Investigación que dará operatividad al Plan de Manejo de Bahía Chasco.

ii) Todos aquellos actores que hayan sido inscritos y cumplan con los requisitos para participar en las Pescas de Investigación de Algas Pardas (Actualmente Res. N°4433/09,).

La operación de estos agentes contempla:

i) Establecer un programa de control y seguimiento detallado de las operaciones de cosecha, incorporando muestreos representativos de las zonas de pesca (capturas, composición de tallas, esfuerzo de pesca y rendimientos de pesca), con identificación georeferenciada de los caladeros o sectores de pesca.

ii) Establecer nuevas y mayores exigencias para desincentivar la cosecha total o barreteo, , sancionando a los pescadores, con suspensiones temporales y graduales de operación, pudiendo ser suspendidos definitivamente del Plan de Manejo.

iii) Imponer sanciones, las que serán cursadas por cada organización sobre sus asociados.

El hecho que el Plan de Manejo se encuentre aprobado por el Consejo Zonal de Pesca, implica la aprobación de todos los consejeros a la manera de operar en este sector, que si bien no explicita la exclusión de otros inscritos en el RPA, ha generado el acuerdo para su cumplimiento. Por otro lado, la Mesa de Algas Pardas de la III Región también reconoce a Bahía Chasco como una "unidad de administración", que informalmente se reúne en la Comisión de Manejo de Bahía Chasco (COMABACH), organismo que puede ser consultado por esta Subsecretaría de Pesca para la adopción de las decisiones del plan de manejo.

d) <u>Antecedentes de captura, producción elaborada y mercado de los productos:</u>

En la III Región las localidades de mayor importancia en la recolección, cosecha y acopio de algas pardas son: Caleta Chasco (impacto de las abaloneras), la costa entre Carrizal Bajo y Huasco, y la zona comprendida entre Chañaral de Aceituno y Caleta Los Bronces.

Durante los últimos 5 años el desembarque de algas pardas o "huiros" ha registrado un considerable aumento en la zona norte del país donde estos recursos constituyen una importante pesquería. Producto de su mayor demanda, la forma tradicional de extracción se ha modificado, desde la histórica recolección desde varaderos, donde se aprovecha la mortalidad natural, a la remoción directa que es aplicada actualmente como estrategia de explotación, conocida también como "barreteo", la que puede tener consecuencias ecológicas no dimensionadas, debido a que

los huirales son reconocidos como áreas de refugio de vertebrados (peces) y de etapas juveniles de invertebrados bentónicos de importancia comercial, como loco, lapa y erizo, entre otros.

Las pesquerías bentónicas tradicionales como loco, lapa, erizo, pulpo y ostión, se practican en el sector de manera tradicional. Sin embargo, existe nula información proveniente de los controles de desembarque del sector. Los recursos erizo, pulpo y lapa, son de alto interés y presentan una distribución continua a lo largo de la costa, tanto en áreas de manejo como en áreas de libre acceso. En las áreas de libre acceso no se dispone de evaluaciones de biomasa y en ellas efectúan actividad extractiva, tanto pescadores inscritos como no inscritos, generando un deterioro de las poblaciones debido a una fuerte presión de extracción sobre los recursos, generando entre otras externalidades disipación de la renta, al no existir una base de ordenamiento mínima con un sistema de control real. Esto resulta en una seria amenaza a las pesquerías, a las cuales se espera dar sustentabilidad tanto biológica como económica, ya que cualquier nivel de cuota de pesca está estimada y supeditada a los niveles de esfuerzo de pesca.

La pesquería de algas, particularmente de *Macrocystis* spp. se desarrolla en Bahía Chasco hace bastante tiempo. Sin embargo, durante los últimos años ha cobrado especial importancia, al convertirse en la principal zona abastecedora (90%) de alimento para los cultivos de abalón presentes en la III Región. Es importante considerar que de acuerdo al crecimiento y proyecciones de los centros de cultivo de abalón, en el corto plazo se estima una demanda de alrededor de 100.000 ton húmedas de *Macrocystis*. Por otro lado, en un futuro cercano las algas pardas tendrán gran demanda como materia prima para usos más sofisticados y de mayor valor agregado, lo que refuerza la necesidad de asegurar su sustentabilidad en el mediano y largo plazo.

La pesca de investigación (2004) de algas pardas tuvo como objetivo evaluar la distribución (latitudinal y batimétrica) y la abundancia de *Lessonia* spp. y *Macrocystis* spp., mediante transectos y estaciones de muestreo posicionados regularmente cada 2,5º de latitud (4,5 km), tanto en áreas de libre acceso, como en áreas de manejo de recursos bentónicos (AMERB). Para la III Región la biomasa total de *Lessonia nigrescens* estimada fue de 14.842 ton, con fluctuaciones por sector entre 12 ton y 1.675 ton, entre transectas, con poblaciones mayoritariamente conformadas por organismos juveniles, por lo que el rápido crecimiento de estas cohortes durante primavera verano auguraron altas biomasas a lo largo de todo el litoral. Para *Lessonia trabeculata*, las mayores concentraciones de la biomasa se observaron en la zona centro-sur de la región, con una biomasa total estimada en 408.371 ton, con fluctuaciones entre

sectores de 0 y 33.077 ton entre transectas. La biomasa total de *Macrocystis* spp. fue estimada en 11.251 ton, con fluctuaciones por sector entre 5 ton y 1.118 ton.

La pesca de investigación (2005-2007), encuestó en terreno a un total de 646 personas, las que fueron detectadas recolectando o extrayendo algas en el litoral de la III Región entre noviembre del 2005 y febrero de 2007, de ellas 453 tienen inscripción en el R.P.A. y 193 no se encontraban inscritas. El 17% de las personas encuestadas correspondieron a mujeres dedicadas a la recolección de algas. En relación al nivel educacional, el segmento etario sobre los 50 años no posee educación formal en su gran mayoría, mientras que los más jóvenes (20-30 años) señalaron poseer educación media incompleta. Por otro lado, las localidades de mayor importancia en la recolección, cosecha y acopio de algas en la III Región son Caleta Chasco, la costa entre Carrizal Bajo y Huasco, y entre Chañaral de Aceituno y Caleta Los Bronces. La siguiente pesca de investigación (2008-2009) registro un aumento de un 26,9% en el número de usuarios de la pesquería, llegando a registrar un total de 837 personas en el litoral de la III Región.

A nivel nacional las mayores extracciones de *Macrocystis* spp. se realizan en la Región de Atacama, dada la actividad de los centros de cultivo de abalón.

Las empresas abaloneras utilizan las tres especies de algas pardas explotadas en el norte de Chile como alimento fresco para sus planteles de cultivo de abalones. En el análisis de frecuencias, cerca del 80% de las algas pardas que son utilizadas para alimentar abalones corresponden a *Macrocystis* spp., que junto con *Lessonia trabeculata* abarcan casi el 97% del total. Un porcentaje mínimo (cerca del 3%) de *Lessonia nigrescens* es utilizada como alimento fresco para abalones.

La variabilidad en los valores promedios anuales de las algas pardas utilizadas por los centros de cultivo de abalones como alimento fresco está determinada por los cambios estacionales en la disponibilidad de *Macrocystis* spp. Esto no sólo tiene que ver con la abundancia de las poblaciones naturales, sino también con el acceso a las zonas de recolección y cosecha. Al respecto, en la III Región la provisión de *Macrocystis* spp. proviene principalmente de Bahía Chasco y en menor medida desde Bahía Salado, ambas praderas de fácil acceso y que por tanto permiten mantener una cosecha regular. En el periodo 2005-2006 se consumieron en promedio desde Bahía Chasco 400 ton mensuales de *Macrocystis* spp., mientras que durante el 2008, promedio mensual aumentó a 518 ton.

El desembarque de *Macrocystis* spp. para la III Región de Atacama se aprecia en la Tabla I, para el periodo 1994-2008.

Tabla I. Desembarque artesanal (ton), III Región de Atacama, recurso Huiro *Macrocystis* spp. (1994-2008).

	AÑO														
	1994	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
Total Nacional	4.325	12.451	18.333	11.903	10.104	11.928	6.084	9.672	9.774	11.501	9.543	8.786	9.319	9.558	17.060
III Región	3.438	6.554	7.747	5.907	5.526	4.450	2.847	3.340	3.114	2.947	860	3.752	3.532	2.972	4.042
% del total	79,5	52,6	42,3	49,6	54,7	37,3	46,8	34,5	31,9	25,6	9,0	42,7	37,9	31,1	23,7

Fuente: Anuarios Estadísticos del Sernapesca.

En relación a la producción elaborada, dado que se trata de un producto que se comercializa en fresco, no existe elaboración ni procesamiento.

El mercado actual de este producto es únicamente el abastecimiento de los centros de cultivo de abalón en la Región.

e) Requerimientos de investigación con fines de conservación y manejo:

El plan de manejo constituye la medida de conservación a aplicar. La Subsecretaría de Pesca decidirá sobre dichos requerimientos, quien podrá consultar al Asesor Técnico, el que será encargado de analizar y evaluar los antecedentes, estudios o información disponible sobre aspectos biológicos, ecológicos y pesqueros de los recursos.

Preliminarmente, se ha definido como requerimientos iniciales de investigación:

- la búsqueda de zonas de Repoblamiento
- controles experimentales de la pradera
- evaluación directa y monitoreo biológico de la zona bajo plan de manejo.

Por otro lado, se ha definido relevante realizar investigación con fines de conservación y manejo de la pradera de *Heterozostera chilensis*, una de las dos únicas praderas de pasto marino descritas a la largo de toda la costa del Pacífico Sudamericano. Las praderas del pasto marino albergan una fauna muy diversa, entre la que se cuentan peces, caracoles, jaibas, camarones y, principalmente, ostiones los que reclutan en forma natural en estos sectores. Por estas razones, Bahía Chasco es un área de alto interés para la conservación y se considera representativa de la región zoogeográfica templada-cálida asociada al ecosistema costero chileno de la plataforma continental.

3. ANALISIS

En ausencia de ordenamiento o regulaciones adecuadas de las pesquerías, el resultado más probable es un uso ineficiente de los recursos, generando un deterioro de la situación de la biomasa de los mismos y la disipación o pérdida de los beneficios socioeconómicos.

Como se ha mencionado, la distribución del recurso *Macrocystis* spp. a lo largo de la costa del norte de Chile es fragmentada (en parches), por lo tanto su biomasa es baja en comparación a otras algas pardas (*L. nigrescens* y *L. trabeculata*). La sustentabilidad de los centros de cultivo de abalones, en función de la distribución y abundancia de esta especie, es de alta fragilidad tanto para el cultivo de estos invertebrados como para la permanencia de estas praderas en el tiempo.

En este contexto, en el evento de una carencia de regulación sobre sub-poblaciones locales claves para la renovación de las praderas (esto es, aquellas que son las generadoras de propágulos) con resultado de sobrepesca o agotamiento, se incrementa el riesgo de colapso de la pesquería, lo que muy probablemente afectaría una extensa zona. Por lo tanto, la explotación en forma sucesiva, genera un fenómeno de sobrepesca o agotamiento progresivo de las sub-poblaciones (o "praderas") locales de los recursos afectados. Esto puede llegar al extremo si los usuarios de la pesquería (recolectores y buzos) sobreexplotan el recurso a través de toda su distribución geográfica, en cuyo caso, el riesgo de colapso generalizado de la pesquería se incrementa exponencialmente.

El hecho de que los usuarios de la pesquería puedan copar la distribución geográfica de un recurso cualquiera, constituye el principal indicador de una potencial inestabilidad en su renovación, por cuanto no existirán áreas de refugio que permitan evitar o amortiguar el impacto de una eventual presión excesiva de pesca sobre esas subpoblaciones, lo que incrementa exponencialmente el riesgo de agotamiento generalizado y colapso de la actividad económica asociada a la pesquería.

Lo anterior avala no solo acciones de manejo pesquero, sino también, el establecimiento de áreas marinas protegidas (Parques o Reservas Marinas en el caso de la Ley de Pesca), y la evaluación y análisis de la pertinencia o no de asignar derechos de uso territorial de recursos pesqueros (o Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos, AMERB, en nuestra legislación) en algunas zonas, todo lo cual idealmente debería obedecer a recomendaciones de estudios científicos orientados específicamente a esos fines.

Por otra parte, lo anterior requiere necesariamente de un nuevo enfoque en el seguimiento de las actividades extractivas en pesquerías bentónicas, donde el énfasis esté en un adecuado monitoreo de la dinámica espacial de distribución de la flota extractiva, de forma que los indicadores resultantes efectivamente reflejen el impacto de la pesca sobre los recursos y su dinámica.

En este sentido, la forma agregada en que se lleva la recopilación de las estadísticas pesqueras actualmente (por región) enmascara las consecuencias de la pesca sobre la conservación, que quedan ocultas por los indicadores usualmente empleados (tales como los rendimientos de pesca o cpue promedio para amplias zonas geográficas), los que muestran una situación aparentemente auspiciosa, hasta que los colapsos locales se hacen evidentes.
Lo anterior hace recomendable que el procedimiento de recopilación y registro de información aplicado a las algas pardas se generalice a las demás pesquerías en forma paulatina, a fin de disponer de información acerca de la posición geográfica específica donde se ubican sus áreas de pesca. No iniciar lo anterior seguirá ocultando la verdadera situación del recurso al analista y oscureciendo la información a los mismos usuarios del recurso y al mercado, en general, hecho que explica las escasas posibilidades que disponen las instituciones encargadas de regular oportunamente la mortalidad por pesca en este tipo de pesquerías.

Es frecuente que las medidas de manejo comiencen a aplicarse cuando la sobrepesca es evidente, o cuando los niveles de esfuerzo son prácticamente imposibles de revertir –hecho que frecuentemente tiene como salida la reorientación de todo el esfuerzo disponible hacia otros recursos u otras zonas de pesca, que rápidamente siguen el mismo patrón de desarrollo configurándose la clásica situación de conflicto para el manejo como la que se analiza.

Por último, también debe tenerse en consideración que debido a los bajos costos de entrada y operación que caracterizan las flotas de pequeña escala en pesquerías como las bentónicas, los niveles de disipación de la renta se alcanzan cuando la abundancia del recurso es mínima o éste se agota, lo cual tiene consecuencias dramáticas a nivel de los propios pescadores y –en general— para la actividad pesquera. Esto justifica la pronta adopción de un marco adecuado y responsable para abordar la problemática del manejo de estos recursos. Sin embargo, sin la colaboración y participación activa de los usuarios, la autoridad no podrá resolver eficientemente esta problemática.

Por otra parte, los usuarios sin un marco normativo apropiado para el ordenamiento, no serán capaces de contener las presiones por ingresar de parte de otros agentes extractivos, y en esas circunstancias, resulta imposible hacer valer derechos históricos de pesca frente a otros

pescadores que también querrán participar de la explotación y por tanto, todos seguirán atrapados en la conocida "Tragedia de los Comunes".

Por el contrario, las instancias de diálogo permiten no solo conocer con mayor detalle los argumentos del otro, sino que también, la racionalidad que subyace a sus argumentos, puesto que es frecuente que un mismo fenómeno sea interpretado de manera opuesta, frente a lo cual, la comunidad científica debidamente advertida de estos problemas, puede realizar una mucho mejor contribución al desarrollo, que operando de forma indirecta.

4. CONCLUSIONES

La aprobación de este informe técnico constituye un paso hacia un nuevo enfoque de manejo y las consecuentes acciones de ordenamiento emprendidas por la Subsecretaría de Pesca orientadas a las pesquerías bentónicas. En este sentido, lo obrado por el Consejo Zonal de la III y IV refleja una visión realista de los conflictos por el uso de recursos compartidos por diferentes actores.

No obstante lo anterior, son muy importantes también las demás implicancias que se asocian a esta modalidad de operación, y que dicen relación con la implementación de un modelo de gestión realizado hasta la fecha solo en la pesquería del recurso erizo rojo en la zona contigua de las regiones X y XI, como es el manejo participativo con los actores principales (usuarios) de estas pesquerías (COMPEB).

En este sentido, tanto la administración pesquera como las organizaciones de usuarios han apostado por adoptar una relación sobre la base de nuevos términos, estableciendo instancias de diálogo y negociación sobre la base de mejor información, asesoría científica y técnica adecuada, donde entidades públicas y pescadores artesanales la constituyen en consenso y en forma participativa.

Junto a lo anterior, se añade la propuesta de un Plan de Manejo que ha sido formulado con la participación de los grupos de interés y la institucionalidad pública pesquera. Sin menoscabo del gran valor que tiene este Plan de Manejo por sí mismo en términos de su generación y propuesta, es necesario contar con un Asesor Técnico para la gestión y el manejo de las pesquerías. Adicionalmente, identifica un conjunto de variables e indicadores de desempeño, propone un tipo de acciones de manejo y regulación e identifica un programa de investigación de corto plazo para la pesquería de *Macrocystis* spp. (la primera pesquería analizada). A futuro, durante la aplicación del Plan de Manejo, será posible incorporar otras especies de importancia

comercial, para lo cual, se deberán realizar las evaluaciones directas y propuestas de manejo específicas.

Por todo lo anterior, la propuesta sancionada por el Consejo Zonal de Pesca II Zona se considera una contribución para esta administración pesquera, tanto en lo referente a la continuidad en el enfoque de manejo de las pesquerías bentónicas involucradas, como en términos del aporte a la gestión de manejo de las mismas, con una visión contemporánea, participativa y flexible, que constituye un avance sustantivo en la forma de enfrentar el ordenamiento y la regulación de pesquerías complejas, como las precitadas.

Además, el Oficio en comento señala que ese Consejo Zonal también se pronunció sobre la participación del sector abalonero, instando a su participación (ANEXO II, C.I. SSP N°12.025 de 11/Sep/09 y C.I. SSP N°12.885 de 08/Oct/09).

En consecuencia, esta Subsecretaría estima que las recomendaciones y sancionamientos realizados por el Consejo Zonal de la III y IV Región en su sesión del 18 de Junio de 2009, que han sido informados por el Sr. Director Zonal de Pesca de la II Zona se considera constituyen una contribución a las funciones y tareas de esta administración pesquera, lo que amerita su adopción por parte de esta Subsecretaría de Pesca.

5. RECOMENDACIONES

En virtud de lo expuesto, se considera que las materias abordadas y sancionadas por el Consejo Zonal de Pesca de las Regiones III y IV (en su sesión de fecha 18 de Junio de 2009), elevados a esta Subsecretaría de Pesca para su análisis y pronunciamiento mediante Oficio Ord./Z2/Nº 0112/2009 de 18 de noviembre de 2009 de esa Dirección Zonal de Pesca, son del todo pertinentes y particularmente útiles para el buen cumplimiento de las funciones de la administración pesquera.

Dado lo anterior, se presentan a continuación, en forma sucinta, los puntos que de acuerdo a la Ley General de Pesca y Acuicultura debe contener este plan de manejo en particular, a saber:

a) <u>Localización geográfica y especies consideradas</u>
   Bahía Chasco, Comuna de Copiapó, Región de Atacama
   Recurso huiro (*Macrocystis* spp.)

b) <u>Antecedentes biológico-pesqueros de las especies y estrategia de explotación</u>
   En el norte de Chile, la distribución de *Macrocystis* spp., es fragmentada a lo largo de la costa formando praderas delimitables. Es un alga parda que se adhiere

firmemente por medio de un disco adhesivo rastrero, y su principal característica es que los meristemas de crecimiento se encuentran ubicados en la base de los estipes, permitiendo su regeneración cuando la poda se realiza en el extremo superior de ellos.

La estrategia de explotación recomendada consiste en la poda del dosel a 1 - 1,5 m de la superficie, junto al establecimiento de una cuota de biomasa cosechable, la cual será definida a través de una evaluación directa de frecuencia estacional sobre la pradera de *Macrocystis* spp.. La regla de decisión estará basada en rendimientos de cosecha semanales, pudiendo el asesor técnico recomendar la detención de las faenas de cosecha, toda vez que el desembarque semanal disminuya en un 50% en relación al desembarque promedio semanal estimado. Se contempla establecer controles de acceso a las áreas de pesca y visación de las capturas con el fin de supervisar la totalidad de los desembarques provenientes de Bahía Chasco.

c) Medidas de conservación y regímenes de acceso

El régimen de acceso de libertad de pesca, se encuentra supeditado a la veda extractiva vigente para el recurso. Sin embargo, considerando que la explotación es posible bajo un esquema regulado, este modelo se implementa mediante Pesca de Investigación. Durante el año 2010, el acceso estará regulado a través de la Pesca de Investigación de Algas Pardas llevada a cabo por la Universidad de Atacama (Res. N°4433/09) hasta que se solicite una en articular para este sector. Esta permite mantener operación sobre las algas pardas de la Bahía Chasco, a aquellos pescadores/as artesanales que cuenten con el recurso huiro inscrito en su RPA, o a aquellos que hayan sido inscritos y cumplan con los requisitos para participar en ella, o las que a futuro se autoricen.

d) Captura, producción elaborada y mercado de los productos

En la III Región, la provisión de *Macrocystis* spp., proviene principalmente de Bahía Chasco, pradera de fácil acceso que permite mantener una cosecha regular. En el periodo 2005-2006 se consumieron en promedio desde Bahía Chasco 400 ton mensuales de *Macrocystis* spp., mientras que durante el 2008, el promedio mensual aumentó a 518 ton. El recurso huiro se comercializa en fresco, por lo que no existe elaboración ni proceso asociado. El mercado actual de este producto es únicamente el abastecimiento de los centros de cultivo de abalón en la Región.

e) Requerimientos de investigación con fines de conservación y manejo

El plan de manejo constituye la medida de conservación a aplicar. La Subsecretaría de Pesca decidirá sobre dichos requerimientos, quien podrá consultar al Asesor Técnico, el que será encargado de analizar y evaluar los antecedentes, estudios o información disponible sobre aspectos biológicos, ecológicos y pesqueros de los recursos.

Por lo tanto, esta Subsecretaría estima que corresponde

- Aprobar el presente Plan de Manejo de Bahía Chasco, III Región de Atacama, durante un plazo de 5 años, el que podrá ser renovado mediante resolución que se emita al efecto antes del vencimiento de dicho plazo, si las condiciones de manejo así lo ameritan.
- Gestionar el financiamiento para el desarrollo del Plan de Manejo.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Hardin, G., 1968. The Tragedy of the Commons. Science 162: 1243-1248.

Panayotou, T., 1988. Management concepts for small-scale fisheries: economic and social aspects. FAO Fish. Rep., 228: 53 pp.

Rivas, D. L., 2005. Informe Técnico RPESQ N°19 "Extensión del área de operación de las flotas artesanales bentónicas en las regiones X y XI, 2005 – 2006, Plan de Manejo y cuota de captura de erizo 2005". Subsecretaría de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Chile.

Servicio Nacional de Pesca (SERNAPesca.). Anuarios estadísticos de pesca. Años: 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007 y 2008. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Chile.

Vásquez, J. A. 2004**.** Informe Final Pesca de Investigación "Evaluación de la biomasa de algas pardas (Huiros) en la costa de la III y IV Región, norte de Chile". Universidad Católica del Norte.

Vásquez, J. A. 2007**.** Informe Pesca de Investigación "Caracterización de la pesquería de algas pardas de las regiones I-IV 2005-2007". Universidad Católica del Norte.

Vásquez, J. A. 2007. Informe parcial Pesca de Investigación "Seguimiento de la pesquería de algas pardas en ZOEs emblemáticas de las regiones XV a IV". Universidad Católica del Norte.

7. ANEXO I

N° Res. P. Inv.	Fecha	Criterio de participación sector pesquero artesanal o medida establecida
3.308	30/Sep/2005	a) Efectuar labores extractivas en la pesquería de alguna de las especies del recurso huiro b) Operar en alguna de las regiones comprendidas en el área de estudio indicada en esta Resolución. c) En el caso de los buzos mariscadores contar con matrícula vigente que acredite tal calidad por parte de la Autoridad Marítima d) Inscribirse en el registro mantenido por el ejecutor.
3.456	04/Dic/2007	Aquellos señalados en la Res. Ex. N°3.308/2005 (a, b, c, d), además de, en el caso de los pescadores, encontrarse debidamente inscritos en el Registro Pesquero Artesanal (RPA) para las 3 especies que conforman el recurso.
3.613	21/Dic/2007	Mantiene criterios (a), (b) y (c) definidos en la Res. Ex. N°3.308/2005 Agrega los siguientes criterios: e) Haber participado en la P.Inv. autorizada mediante Res. N°3308/2005, sin perjuicio de no contar con requisito de estar registrado en el RPA. f) Contar con inscripción vigente en el RPA para las especies objeto de estudio. Establece como plazo de inscripción (d) el 28 de diciembre de 2007.
992	18/Mar/2009	Exceptúa del cumplimiento de la veda extractiva establecida mediante D. Ex. N° 1647/07 y N°1347/08
1.582	29/Abr/2009	Mantiene los criterios (a), (b), (c), (e) y (f) señalados en la Res. Ex. N°3.613/2007 ampliando el plazo de inscripción (d) hasta el 30/Abr/2009.
1718	15/May/09	Amplia plazo hasta el 31/Ago/09, y modifica objetivos en este período.
2.184	19/Jun/2009	Mantiene los criterios (a), (b), (c), (d) sin plazo de inscripción, (e) y modifica el criterio (f) reemplazándolo por: f') Contar con inscripción vigente en el RPA para las especies objeto de estudio y cuya operación de desembarque pueda ser acreditada, entre el 4 de diciembre de 2007 y el 30 de abril de 2009 mediante formulario de desembarque, formulario de recolector, formulario ACF o documentos tributarios que acrediten la venta del recurso huiro.
2903	31/Ago/2009	Amplia plazo hasta el 31/Oct/09, y establece criterios de extracción excepcionales para la III y IV Región.
3654	02/Nov/2009	Amplia plazo hasta el 31/Dic/09 solo para la III y IV Regiones.

GOBIERNO DE CHILE
SUBSECRETARÍA DE PESCA

8. ANEXO II

APROA
ASOCIACION DE PRODUCTORES DE ABALONES

Coquimbo, 09 Septiembre de 2009.-

Señora
María Alejandra Pinto Blañía.
Departamento Pesquerías Bentónicas
Subsecretaría de Pesca
Av. Bellavista 168, piso 16
Valparaíso/.-

De mi consideración:

For medio de la presente, en mi calidad de ex - Consejera del sector acuicultor del Consejo Zonal de Pesca y como actual Gerenta de la Asociación de Productores de Abalones de Chile A.G., en nombre de su Directiva, me permito enviar nuestros más sinceros agradecimientos, a Ud. y al equipo de profesionales del Departamento Pesquerías Bentónicas a vuestro cargo, por las múltiples gestiones y el incansable trabajo de más de un año, con el cual, se logró, esta iniciativa, pionera a nivel nacional, de constituir una comisión público-privada para el manejo de los recursos hidrobiológicos bentónicos de un territorio determinado.

Los acuicultores de la macro zona Atacama-Coquimbo, siempre enfocados en lograr un desarrollo sustentable de la actividad, creemos que el fortalecimiento de vínculos con los proveedores de insumos y servicios para la acuicultura, también permitirá el desarrollo de las AMERB y de la acuicultura de pequeña escala, en el cluster acuícola del norte del país y por ende, estamos muy esperanzados a poder responder a aquello a través de nuestra participación en la Comisión de Manejo de Bahía CHascos, a través de la APROA A.G..

Esperando, que estos vínculos se afiancen cada vez más, a objeto, que el año 2010, antes del Bicentenario, APROA A.G. logre haber ganado la confianza de las agrupaciones de pescadores artesanales y de esta forma, de común acuerdo, entre todos los miembros de la COMABACH, se apoye el derecho a voto de APROA A.G. , se despide muy agradecida,

Ivonne Etchepare R.
Gerenta

c.c.: Sr. Cristóbal Borda M. Presidente APROA A.G.
Archivo.-

INGRESO
11 SEP 2009
2025
SUBSECRETARIA DE PESCA

GOBIERNO DE CHILE
SUBSECRETARÍA DE PESCA

Acta de la comisión

COMABACH

Fecha 08/09/09

Se da inicio a la reunión a las 10:35 con la presencia de las 5 organizaciones de pescadores artesanales que conforman la Comisión de Manejo de Bahía Chasco (COMABACH), los representantes institucionales y el representante de la industria abalonera de la III Región:

1. Se presenta al nuevo Director del Servicio Nacional de Pesca III Región, Sr. Néstor Lloyd.
2. Se da lectura al acta de la reunión del 03/09/09.
3. Se presentan cada uno de los integrantes de la COMABACH.
4. El representante de los abaloneros expone el trabajo desarrollado por Cultivos San Cristóbal, en conjunto con los pescadores artesanales a partir de la evaluación realizada en el año 2002 por el IFOP. Comunican que las empresas presentes en la Región de Atacama se reducen a 2 (Camanchaca y San Cristobal). Se indica que el Sr. Cristóbal Borda representa a APROA, en la cual Camanchaca no participa. Además, indica que San Cristóbal está en condiciones de producir plántulas como para iniciar repoblamiento en caso de ser necesario.
5. Los pescadores consultan el propósito de la industria en integrar la COMABACH.
6. El representante de los abaloneros manifiesta que el interés en ingresar a la COMABACH, radica principalmente en ser un aporte técnico a la Comisión, no inmiscuirse en las decisiones organizacionales, y su principal rol es la conservación de la pradera de Huiro pato en Bahía Chasco, ya que esta abastece el alimento necesario para sus cultivos, e indirectamente mantiene fuentes de empleo en la comuna de Caldera.
7. Los pescadores artesanales apelan nuevamente, a que la autoridad normativa confíe en sus capacidades organizativas y de control, ya que como se expone en el Plan de Manejo se contará con un asesor técnico, quien será el encargado de efectuar las recomendaciones a la COMABACH que aseguren la mantención de la pradera de Bahía Chasco.
8. El representante de los abaloneros manifiesta que siempre estuvo interesado en la pradera, ya que desde el año 2002 está trabajando con una organización de pescadores. Además, indican que ellos solicitaron a las Autoridades, realizar algún "tipo" de administración sobre la pradera, pensando en su sustentabilidad, ya que

INGRESO 08 09 2009 12885 SUBSECRETARIA DE PESCA

como Área de Manejo o Plan de Manejo. El interés de integrarse con voz y voto a la COMABACH, se debe a que es muy distinto "ayudar" o "operar" desde fuera (con la desconfianza que esto genera) a participar como un actor más del Plan de Manejo.

9. El Director del Servicio, comenta las buenas experiencias de asociatividad que él conoce entre empresarios y pescadores artesanales a nivel nacional, generando unicnes con altas expectativas.

10. Los representantes de las Organizaciones SITMAR, SICAL y STI Pajonales, manifiestan su aprensión a la entrada de los abaloneros con voz y voto, ya que aún no se generan las confianzas debidas, las cuales se alcanzan con el tiempo. Al respecto manifiestan, que la desconfianza existe desde hace mucho tiempo y es imposible revertirla en el corto plazo.

11. Se realiza la votación de cada miembro de la COMABACH, para manifestar la opinión de cada organización e institución respecto de la incorporación de un representante de los abaloneros a la Comisión, resultando en: 3 votos en contra (SICAL, SITIMAR y STI Pajonales) y 4 votos a favor (Coop. Chasco, STI Chasco, Sernapesca y Subpesca). Las organizaciones SICAL y SITIMAR, argumentan su voto en contra dada la desconfianza hacia el sector abalonero. SICAL, SITIMAR y STI Pajonales, argumentaron que sus bases "mandataron" el voto negativo. Los votos institucionales a favor se argumentan en el sentido que los Planes de Manejo son realizados sobre las pesquerías y por lo tanto se debe analizar desde el punto de vista social, económico y biológico por lo cual se requieren de la presencia de todos los actores de la cadena productiva. STI Chasco y Coop. Chasco, argumentan no tener desconfianza respecto del sector abalonero.

12. Dado el resultado desfavorable de la postura de las organizaciones de pescadores artesanales SICAL, SITIMAR y STI Pajonales , es que estas presentan la renuncia al plan de manejo, indicando su percepción que dicha incorporación estaba planificada para que los abaloneros ingresaran a la fuerza y sin la aprobación de las 5 organizaciones de pescadores artesanales integrantes de la COMABACH.

13. Dado lo anterior, el representante de los abaloneros indica que con el propósito de no generar un quiebre en la Comisión, acepta la sugerencia de SICAL, SITIMAR y STI Pajonales en el sentido de entrar a la COMABACH, solo con voz (por un tiempo de evaluación, inicialmente de 1 año), y así poder generar las confianzas necesarias para después tener todos los derechos y obligaciones de la COMABACH.

		Firman
SITIMAR	Ricardo Araya	
STI CHASCO	Marcia Cortés	
SICAL	Manuel Rocco	
STI PAJONALES	José Taball	
COOP. CHASCO	Luís Contreras	
SUBPESCA	Javier Rivera	
SERNAPESCA	Jaime Montenegro	

9. ANEXO III

GOBIERNO DE CHILE
SUBSECRETARÍA DE PESCA

Acta de Acuerdos
Comisión de Manejo Bahía Chasco, Región de Atacama

Con fecha 19 de Abril de 2010, en la ciudad de Caldera, Región de Atacama, se ha reunido la Comisión de Manejo de Bahía Chasco (COMABACH) tomando los siguientes acuerdos respecto a la tramitación del Plan de Manejo presentado a la Subsecretaría de Pesca:

1. En relación a las sugerencias realizadas por la Subsecretaría de Pesca al informe de Plan de Manejo de Bahía Chasco, los integrantes de esta comisión a acuerdan en aceptarlas con el fin de dar tramitación a dicho informe.

2. La Comisión designará a su Asesor Técnico lo antes posible, para que este solicite una Pesca de Investigación en el sector de Bahía Chasco, que de operatividad al Plan de Manejo presentado.

3. Paralelamente, se verá la factibilidad de solicitar el sector mencionado como área de manejo por las 5 organizaciones de pescadores artesanales que componen la COMABACH.

4. Firman a continuación:
   - Marcia Cortes C. (STI Chasco
   - Cristóbal Thompson (APROA)
   - Manuel Rocco (SICAL)
   - Ricardo Araya (SITIMAR)
   - Luis Contreras (COOP. Chasco)
   - José Tabali (S.T.I. Pajonales)
   - Nestor Lloyd (SERNAPesca, III Región
   - Roberto Alvarado (SSP, DZ III-IV)
   - Javier Rivera (SSP, URB)

CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Norte en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales recibidos a través del memo interno recibido el 09 de julio del 2024, cuyo nombre de archivo es el siguiente:

“viviendas chasco y cultivo de ostiones.jpg”



MINUTA TÉCNICA BAHÍA CHASCO: COMUNA DE COPIAPÓ, REGIÓN DE ATACAMA



Mapa Cartográfico del sector (Fuente: Gobierno Regional Atacama)

- Sector costero ubicado al sur de Barranquilla, por la ruta costera y a unos 73 km de Copiapó. De fácil acceso por la ruta costera para vehículos de todo tipo. No tiene luz eléctrica ni agua potable y no tiene asentamientos humanos permanentes.
- En cuanto a actividades productivas del Área, existe una intensa extracción de alga *Macrocystis* (huiro macro o huiro canutillo), que es el principal alimento para la industria abalonera y en este lugar existe una de las mayores praderas de la región. Esta actividad extractiva se regula a través de un plan de manejo, en el cual están incorporados 5 organizaciones la pesca artesanal y su fiscalización corresponde al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura y normativamente a la Subsecretaría de Pesca.
- De acuerdo a concesiones vigentes en el sector:
- Concesiones Marítimas:

  1.- Concesión Marítima Mayor, sector islote Cima Cuadrada, Punta Cachos, Bahía Salada. Titular MPX Energía de Chile Ltda.

  2.- Concesión Marítima Mayor, sector Punta Cachos, Bahía Salado. Titular OMX Operaciones Marítimas Ltda.

- Concesiones de Acuicultura:

  1.- Concesión de acuicultura mar para ostión del norte, Ensenada San Pedro, Sureste Punta Cachos, Bahía Salada. Titular Cultivos Carrizal. Código de centro 30154.

  2.- Concesión de Acuicultura en tierra, Hatchery de ostión del norte. Sector Punta Cachos, Bahía Salado. Titular Cultivos Carrizal. Código de centro 30150.

- Atributos de importancia biológica. Desde el punto de vista biológico la Bahía presenta una gran variedad de especies, tanto terrestre como marina.

  1.- Tortugas marinas: Se encuentran en este lugar para alimentarse, constituyendo uno de los lugares más australes para su forrajeo del Pacífico, principalmente para la especie tortuga verde (*Chelonia mydas*). Este sector ha sido intensamente estudiado por una ONG llamada Qarapara, con fondos del Fondo de Protección Ambiental (FPA) del Ministerio del Medio Ambiente, además hay estudios del Museo de Ciencias Naturales y Arqueología de SanAntonio.

  2.- Pastos Marinos: *Zostera chilensis*, especie endémica se encuentra en Chile sólo en dos lugares, Puerto Aldea en la Región de Coquimbo y Bahía Chasco en la Región de Atacama. Sirve de alimento para las tortugas marinas.

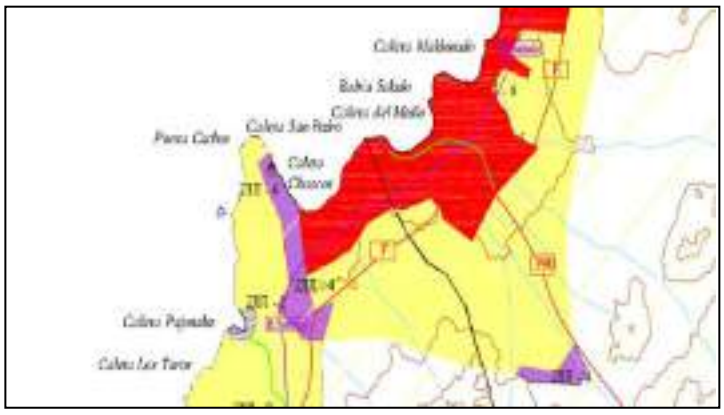
  3.- Praderas de Algas pardas: En Bahía Chasco se encuentra la pradera más grande y productiva del alga parda huiro canutillo (*Macrocystis spp*). De esta pradera depende la industria abalonera de la Región de Atacama, por ser el principal alimento de esta especie.

  4.- Pinguinera: Existe en el sector un islote de anidamiento de la especie Pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*).

- Como otros atributos del área se puede nombrar el valor paisajístico, valor arqueológico, porque habitaron y hay vestigios del pueblo Chango y cultura Copiapó, entre otros. Paleontológicamente, tiene valor ya que se encuentran diversos fósiles de especies marinas del cuaternario.
- Proyectos en el Sector: En la actualidad existe un proyecto en Evaluación Ambiental en proceso de Adenda Complementaria. El Proyecto se llama Andes LNG y corresponde a la construcción, operación y cierre de un proyecto integral de generación de energía eléctrica en base a GNL, que considera, el Terminal, el Gasoducto y la Central. El Terminal considera la construcción de instalaciones que permiten el atraque y operación de una nave que permanecerá atracada en forma permanente. La transferencia de GNL desde el buque transporte GNL-C a la nave, se efectuará a través de mangueras flexibles. La Central estará ubicada a aproximadamente 40 km al Norte de la ciudad de Vallenar. Los sectores del proyecto son: Terminal, que incluye las obras asociadas al terminal marítimo de GNL, nave estanque y gasoducto submarino. El Gasoducto, que Incluye las obras asociadas al gasoducto terrestre, desde el límite de alta marea, hasta su unión con la central generadora de energía y la Central, que incluye el conjunto de instalaciones de generación, una estación de medición y regulación de gas natural, una subestación elevadora de tensión a 220 kV, una subestación eléctrica seccionadora de 220 kV y dos líneas de transmisión eléctrica de 220 kV cada una, para conectarse al Sistema Interconectado Central (SIC).

- Solicitud de nominar Área Marina Protegida: Con fecha 04 de septiembre de 2018, a través de Número Correlativo 1098, ingresa a la Seremi del Medio Ambiente de la Región de Atacama el ORD. (SPL) N° 16895 de fecha 27 de agosto de 2018, en el que el Alcalde de la comuna de Copiapó, Sr. Marcos López Rivera, solicita nominar como Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos Isla Grande de Atacama a la Bahía Chasco, para esto adjunta al oficio un Informe con la Propuesta y un CD con todos los archivos disponibles que son parte de la Bibliografía del documento.
- De acuerdo a los instrumentos territoriales vigentes:

  1.- Plan Regulador Intercomunal Costero (PRICOST): Según este instrumento en la zona existe una zona industrial intercomunal (ZUI-4), una zona de desarrollo turístico (ZUI-5), según la imagen a continuación.



Plan Regulador Intercomunal Costero (Fuente: MINVU Atacama)

2.- Macrozonificación de Usos Preferentes del Borde Costero: Según este instrumento, que está en proceso de actualización, en la zona se han definido una zona de apoyo histórico pesca artesanal (ZA-PA), zona de interés medio ambiental marítimo (ZMA-M), zona de concesiones acuícolas (ZCA) y zona de conservación patrimonio natural (ZC-PN), como se puede ver en la siguiente imagen (fuente.



Mapa con Macrozonificación Borde Costero sector (Fuente: Diplade, GORE)

- De acuerdo a la Estrategia y Plan de Acción para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad de Atacama 2010 – 2017, Res. Exenta de COREMA N° 323 del 28 del 12 de 2009: Bahía Salada (N°22), según Zonificación del Borde Costero 2009, es una Zona de Relevancia Ecológica Marina (ZREM), por las praderas de *Macrocystis* y pasto marino.



Cartera Única de Sitios Prioritarios para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad de Atacama (Seremi Medio Ambiente Atacama)

Copiapó 10 de octubre de 2018

FET/RCG/rcg

Ministerio del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

ORD.: **Nº 173/2022 /**

ANT.: Ord. N° 221442 de fecha 19 de abril de 2022 de Ministra del Medio Ambiente a Alcalde de I.M. de Copiapó.

MAT.: Propuesta de actividades

COPIAPÓ, 26 de mayo de 2022

DE : NATALIA PENROZ ACUÑA
SEREMI DEL MEDIO AMBIENTE, REGION DE ATACAMA

A : SR. MARCOS LÓPEZ RIVERA
ALCALDE ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE COPIAPÓ

Junto con saludarle cordialmente y de acuerdo a la respuesta dada por el Ministerio del Medio Ambiente en Ord. N° 221442 de fecha 19 de abril de 2022, en específico a que "*En este sentido, solicitaré a nuestra Secretaria Regional del Medio Ambiente de la Región de Atacaba, brindar el apoyo y la coordinación necesaria para que vuestra propuesta sea presentada a instancias e instituciones públicas relevantes a nivel regional, así como a actores regionales y locales relacionados a esta área. Ello, para fortalecer la comprensión de los actores clave respecto de las implicancias que un área de estas características tiene para la protección y el desarrollo costado, y con miras a iniciar desde la base, una figura participativa que permita luego una gestión activa y legítima desde el origen del proceso*", es que adjunto envío Ud. una "**Propuesta de actividades Proceso de Declaratoria AMCP-MU Bahía Chasco 2022**".

Este documento busca dar una orientación a posibles actividades que pueda gestionar la Ilustre Municipalidad de Copiapó, en coordinación con esta SEREMI del Medio Ambiente. Al respecto el documento presenta las siguientes actividades recomendadas: Objetivo 1.- Dar cumplimiento a Acciones a Nivel Regional y Objetivo 2.- Dar cumplimiento a Acciones a Nivel Nacional.

Ministerio del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

Agradeceré pueda gestionar como primera actividad una reunión de trabajo técnico entre ambas instituciones, para lo cual agradeceré coordinar con el Sr. Ricardo Catalán Garrido, encargado de Ecosistemas Marinos y Borde Costero de esta SEREMI del Medio Ambiente, rcatalan@mma.gob.cl

Finalmente señalar que es interés de esta SEREMI del Medio Ambiente poder avanzar en la protección oficial del sector marino de Bahía Chascos dada su relevancia ecosistémica.

Sin otro particular, le saluda atentamente a Ud.,

SECRETARÍA REGIONAL MINISTERIAL DEL MEDIO AMBIENTE
SEREMI
III REGIÓN

NATALIA PENROZ ACUÑA
SEREMI DEL MEDIO AMBIENTE
REGION DE ATACAMA

NPA/RCG/rcg.
DISTRIBUCION:
- Destinatario
- Daniela Manuschevich Vizcarra, Jefa División Recursos Naturales y Biodiversidad (c.i)
- Archivos

Adj.: Documento "Propuesta de actividades Proceso de Declaratoria AMCP-MU Bahía Chasco 2022".

Ministerio del Medio Ambiente

Gobierno de Chile

Propuesta de actividades Proceso de Declaratoria AMCP-MU Bahía Chasco 2022

I. Introducción

Bahía Chasco tiene un alto valor para la conservación de los ecosistemas de la zona norte de la corriente de Humboldt, cuestión que consta desde el año 2009 en el marco de su identificación de sitio prioritario de la Estrategia Regional de Biodiversidad de la región de Atacama, aprobada por Res. Ex. N°323 de fecha 28 de diciembre de 2009 de la Comisión Regional del Medio Ambiente. A este respecto, es importante señalar que en sesión N'03/2021 del Comité Técnico de Áreas Marinas Protegidas (CTAMP), el Ministerio del Medio Ambiente presentó a los servicios públicos las diversas iniciativas de creación de áreas marinas protegidas, para el corto (2021-marzo 2022) y mediano plazo (2022-2025). Entre aquellas que se prevé priorizar y gestionar al mediano plazo, se considera la iniciativa de creación de AMPCMU Bahía Chascos. Para avanzar en la creación del AMCPMU, y según consta en el Oficio ORD. MMA N° 221442 de fecha 19 de abril de 2022, enviado desde la Sra. Ministra del Medio Ambiente Sra. María Heloísa Rojas Corradi al Alcalde de la Ilustre Municipalidad de Copiapó, Sr. Marcos López Rivera, donde indica que "*es de alta relevancia considerar la difusión, consulta, participación e idealmente el apoyo de diversas instituciones y organizaciones, tanto públicas como de la sociedad civil, a nivel regional y nacional*". Por lo que esta Secretaría Regional del Medio Ambiente de la Región de Atacama, brindará apoyo y la coordinación necesaria para que vuestra propuesta sea presentada a instancias e instituciones públicas relevantes a nivel regional, así como a actores regionales y locales relacionados a esta área.

II. Objetivos

Objetivo 1.- Dar cumplimiento a Acciones a Nivel Regional

1.1.- Presentar propuesta a Instituciones Públicas, actores regionales y locales
1.2.- Fortalecer la comprensión de los actores clave, respecto de las implicancias de la declaración del AMCP-MU

Objetivo 2.- Dar cumplimiento a Acciones a Nivel Nacional

Ministerio del Medio Ambiente

Gobierno de Chile

2.1.- Presentación al Comité Técnico de Áreas Marinas Protegidas
2.2.- Consulta formal a otras instituciones públicas
2.3.- Presentar al Consejo de Ministros para la Sustentabilidad

Actividad	Propuest a Fecha	Lugar	Verificador	Participantes	Responsable coordinación
Objetivo 1.- Dar cumplimiento a Acciones a Nivel Regional					
1.1 Reunión SEREMI MMA – I.M. Copiapó	Junio 2022	I.M. de Copiapó	Acta-Asistencia	Alcalde y profesionales I.M. de Copiapó-Seremi y Profesionales de Medio Ambiente Atacama	SEREMI MMA Atacama-I.M. de Copiapó
1.2 Reunión con SSPP sectoriales	Junio 2022	Telemática	Acta-Asistencia-Oficio invitación	Sernapesca, Subpesca, Conaf, Sag, I.M.Copiapó, I.M. Caldera, BBNN, Bidema, DIRECTEMAR, Carabineros, Gore, DIPLADE, SERNATUR, SEA, MMA	SEREMI MMA Atacama
1.3 Reunión con Sector turismo	Junio 2022	Telemática	Acta-Asistencia-Oficio invitación	Tour operadores, SERNATUR, Municipios	SEREMI MMA Atacama
1.4 Reunión con ONG y Organizaciones Ambientales	Junio 2022	Telemática	Acta-Asistencia-Oficio invitación	ONG Karapara, CEDEMA, ONG Océana, ROC, Olca	SEREMI MMA Atacama
1.5 Reunión sector pesca y acuicultura	Junio 2022	Presencial	Acta-Asistencia-Oficio invitación	Pesca Artesanal, Acuicultura, IM. Copiapó, IM Caldera, DIPLADE, SERNAPESCA, SUBPESCA DIRECTEMAR, COZOPE	SEREMI MMA Atacama

Ministerio del Medio Ambiente

Gobierno de Chile

1.6 Reunión CORE, Gobierno regional, Comisión del Medio Ambiente	Julio 2022	Presencial	Acta-Asistencia-Oficio invitación	CORE IM. Copiapó	SEREMI MMA Atacama
1.7 Reunión concejo municipal	Junio 2022		Acta-Asistencia-Oficio invitación	Concejeros municipales IM. Copiapó, IM. Caldera	
1.8 Reunión con autoridades regionales	Agosto 2022	Presencial	Acta-Asistencia-Oficio invitación	Gobernador Regional, Delegado Presidencial	SEREMI MMA Atacama
1.9 Reunión con autoridades locales	Junio 2022	Presencial	Acta-Asistencia-Oficio invitación	Alcaldesa de Caldera, Alcalde de Copiapó	SEREMI MMA Atacama
1.10 Reunión Consejo Consultivo MMA	Junio 2022	Telemática	Acta-Asistencia-Oficio invitación	Consejo consultivo MMA Atacama	SEREMI MMA Atacama
1.11 Reunión sector privado	Julio 2022	Telemática	Acta-Asistencia-Oficio invitación-PPT	Proyectos privados (Andes LNG, Copiaport, etc), CORPROA, Puerto Caldera, Industria Pesquera, Sector pesquero artesanal, rubro acuícola	SEREMI MMA Atacama
1.12 Terreno 1	Julio 2022		Asistencia	Visita a recolectores de orilla, Comité de algas de Chascos	SEREMI MMA Atacama
1.13 Terreno 2	Julio 2022		Asistencia	Visita a pescadores artesanales y caletas	SEREMI MMA Atacama
1.14 Terreno 3	Agosto 2022		Asistencia	Visita con SS.PP	SEREMI MMA Atacama
1.15 Actividad difusión abierta	Julio 2022	Estación Caldera	Acta-Asistencia-Oficio invitación-PPT	Comunidad de Caldera, UDA, Juntas de Vecinos de Caldera, Tour Operadores, Pesca Artesanal	SEREMI MMA Atacama
Objetivo 2.- Dar cumplimiento a Acciones a Nivel Nacional					

Ministerio del Medio Ambiente

Gobierno de Chile

2.1.- Presentación al Comité Técnico de Áreas Marinas Protegidas	Agosto 2022	MMA	Acta-Asistencia-Oficio invitación	Comité Técnico de Áreas Marinas Protegidas	MMA Nivel central
2.2.- Consulta formal a otras instituciones públicas, Consulta al Comité de Áreas Protegidas	Agosto 2022	MMA	Acta-Asistencia-Oficio invitación	Sernapesca, Subpesca, Conaf, Sag, I.M.Copiapó, I.M. Caldera, BBNN, Bidema, Armada, Carabineros, Gore	MMA Nivel central
2.3.- Presentar al Consejo de Ministros para la Sustentabilidad	Octubre 2022	MMA	Acta	CMS	MMA Nivel central

Copiapó, 25 de mayo de 2022
APV/RCG/rcg

Ministerio del Medio Ambiente

Gobierno de Chile

OF. ORD. MMA N° 221442

ANT.: 1) Oficio Ilustre Municipalidad de Copiapó (SPL) N° 15.873 de fecha 29 de octubre de 2020; **2)** Oficio Ilustre Municipalidad de Copiapó (SPL) N° 1075 de fecha 13 de enero de 2022; **3)** Oficio Ilustre Municipalidad de Copiapó (DMA) N° 5474 de fecha 25 de marzo de 2022

MAT.: Consulta sobre declaración de Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos de Bahía de Chasco, Comuna de Copiapó, Región de Atacama.

SANTIAGO, 19 ABR 2022

DE : MARÍA HELOÍSA ROJAS CORRADI
MINISTRA DEL MEDIO AMBIENTE

A : MARCOS LÓPEZ RIVERA
ALCALDE ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE COPIAPÓ

Junto con saludar, me dirijo a usted a objeto de informar sobre la recepción conforme del informe complementario "Propuesta de declaración de Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCPMU) de la Bahía de Chasco, Comuna de Copiapó, Región de Atacama" formulado por la municipalidad que usted lidera.

En particular, sobre la información contenida en el señalado informe, tengo a bien señalar a usted que éste cumple con los requisitos mínimos de contenidos y estructura, por lo que es material suficiente para iniciar un proceso de evaluación para la creación de un AMCPMU. Los antecedentes entregados en el informe complementario sobre la singularidad y vulnerabilidad de la biodiversidad y ecosistemas marinos de la Bahía Chasco, refuerzan el alto valor para la conservación que tiene el sector, cuestión que consta desde el año 2009 en el marco de su identificación de sitio prioritario de la Estrategia Regional de Biodiversidad de la región de Atacama, aprobada por Res. Ex. N° 323 de fecha 28 de diciembre de 2009 de la Comisión Regional del Medio Ambiente.

El área que se identifica y propone para su puesta bajo protección, vendría a sumar un importante ecosistema dentro del Gran Ecosistema de la Corriente de Humboldt, que a la fecha se encuentra escasamente representado en nuestro Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado.

A este respecto, es importante señalar que en sesión N°03/2021 del Comité Técnico de Áreas Marinas Protegidas (CTAMP), el Ministerio del Medio Ambiente presentó a los servicios públicos las diversas iniciativas de creación de áreas marinas protegidas, para el corto (2021-marzo 2022) y mediano plazo (2022-2025). Entre aquellas que se prevé priorizar y gestionar al mediano plazo, se considera la iniciativa de creación de AMPCMU Bahía Chascos.

Para avanzar en la creación del AMCPMU, y en base a las lecciones aprendidas de procesos previos, es de alta relevancia considerar la difusión, consulta, participación e idealmente el apoyo de diversas instituciones y organizaciones, tanto públicas como de la sociedad civil, a nivel regional y nacional. En este sentido, solicitaré a nuestra Secretaría Regional del Medio Ambiente de la Región de Atacama, brindar el apoyo y la coordinación necesaria para que vuestra propuesta sea presentada a instancias e instituciones públicas relevantes a nivel regional, así como a actores regionales y locales relacionados a esta área. Ello, para fortalecer la comprensión de los actores clave respecto de las implicancias que un área de estas características tiene para la protección y el desarrollo costero, y con miras a iniciar desde la base, una figura participativa que permita luego una gestión activa y legítima desde el origen del proceso.

Luego de este proceso de información y validación regional, se podrán realizar acciones posteriores a nivel nacional, que incluyan la presentación al Comité Técnico de Áreas Marinas Protegidas y la consulta formal a otras instituciones públicas, para luego ser presentado al Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 71, letra c) de la Ley N°19.300 sobre Bases Generales de Medio Ambiente.

Para cualquier duda sobre este proceso de creación, por favor, se solicita tomar contacto con Daniela Manuschevich Vizcarra, Jefa de la División de Recursos Naturales y Biodiversidad, Ministerio del Medio Ambiente, correo electrónico (dmanuschevich@mma.gob.cl).

Sin otro particular, saluda atentamente a usted,

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE
MINISTRA

MARÍA HELOÍSA ROJAS CORRADI
MINISTRA DEL MEDIO AMBIENTE

MPU/VRB/MCPB/RCR/GBB/DFA/FPV/jlj

c.c.:
— SEREMI del Medio Ambiente Región de Atacama
— Gabinete
— División de Recursos Naturales y Biodiversidad
— Of. de Partes

I. Municipalidad Copiapó

UNIDAD DE CORRESPONDENCIA
MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE ATACAMA
Hoy a las 15:56 recibido 0 6 ABR. 2022
Ricardo Alfaro

ORD.: (DMA) Nº 5474 /

ANT.: ORD. N°1075 del 13/01/2022 de I. Municipalidad de Copiapó.

MAT.: Consulta sobre declaración del "Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos de la Bahía Chasco", en la Comuna de Copiapó.

COPIAPÓ, 25 MAR 2022

DE: ALCALDE COMUNA DE COPIAPÓ

A : MINISTRA DE MEDIO AMBIENTE
SRA. MAISA ROJAS CORRADI

Junto con saludar cordialmente, el Alcalde que suscribe consulta sobre los avances de la solicitud formulada por la Ilustre Municipalidad de Copiapó acerca de declarar la Bahía Chasco como Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos: cuyo requerimiento se inició en el año 2018 y además se remitió Informe Complementario el año 2020. Esta consulta ya se había realizado en enero de este año según el ORD. del ANT. de la cual no se obtuvo respuesta.

Dicha solicitud emanó de un requerimiento del Concejo Municipal como necesidad de realizar acciones de Conservación y Protección del Medio Ambiente, con el propósito de mantener incólume el equilibrio natural del sector, contando esta iniciativa con el respaldo de la ciudadanía y de múltiples organizaciones de la Sociedad Civil, y en el Interés de conservación de las variadas especies que enriquecen el valor eco sistémico relevante dentro la comuna de Copiapó y de la Región de Atacama.

El sector es parte del Sitio Prioritario conocido como Bahia Salado incorporado en la Estrategia y Plan Regional de Biodiversidad aprobado por la Resolución Exenta COREMA N° 323 del 28/12/2009.

Sin otro particular le saluda atentamente,

I. MUNICIPALIDAD DE COPIAPÓ ★ ALCALDE ★

MARCOS LÓPEZ RIVERA
ALCALDE
ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE COPIAPÓ

DISTRIBUCIÓN:
- La indicada
- Gobernador Regional de Atacama
- Seremi de Medio Ambiente de Atacama
- Presidenta Comisión Medio Ambiente Concejo Municipal
- Alcaldía
- Archivo Dirección de Medio Ambiente
- Oficina de Partes

MLR/CAS/ehc.

ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE COPIAPÓ ★ V°B° ASESORÍA JURÍDICA ★

Copiapo
I. Municipalidad

ORD.: (DMA) Nº 1075 /

ANT.: ORD. N°11.837 del 24/07/2020 de Ilustre Municipalidad de Copiapó.

MAT.: Consulta sobre declaración del "Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos de la Bahía Chasco", en la Comuna de Copiapó.

INGRESO DE CORRESPONDENCIA
SEREMI DEL MEDIO AMBIENTE ATACAMA
CORRELATIVO N°035 FECHA: 21.01.22
PASO A: RICARDO

COPIAPÓ, 13 ENE 2022

DE: ALCALDE COMUNA DE COPIAPÓ

A : MINISTRO DE MEDIO AMBIENTE
SR. JAVIER NARANJO SOLANO

Junto con saludar cordialmente, el Alcalde que suscribe consulta sobre los avances de la solicitud formulada por la Ilustre Municipalidad de Copiapó acerca de **declarar la Bahía Chasco como Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos**; cuyo requerimiento se inició en el año 2018 y se remitió **Informe Complementario** en el ORD. del ANT. el año 2020.

Dicha solicitud emanó de un requerimiento del Concejo Municipal como necesidad de realizar acciones de Conservación y Protección del Medio Ambiente, con el propósito de mantener incólume el equilibrio natural del sector, contando esta iniciativa con el respaldo de la ciudadanía y de múltiples organizaciones de la Sociedad Civil, y en el interés de conservación de las variadas especies que enriquecen el valor eco sistémico relevante dentro la comuna de Copiapó y de la Región de Atacama.

El sector es parte del Sitio Prioritario conocido como Bahía Salado incorporado en la Estrategia y Plan Regional de Biodiversidad aprobado por la Resolución Exenta COREMA N° 323 del 28/12/2009.

Sin otro particular le saluda atentamente,

I. MUNICIPALIDAD DE COPIAPÓ * ALCALDE *

MARCOS LÓPEZ RIVERA
ALCALDE
ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE COPIAPÓ

ILUSTRE MUNICIPALIDAD VºBº ASESORÍA JURÍDICA

DISTRIBUCIÓN:
- La indicada
- Gobernador Regional de Atacama
- Seremi de Medio Ambiente de Atacama
- Presidenta Comisión Medio Ambiente Concejo Municipal
- Alcaldía
- Archivo SECPLA
- Archivo Dirección de Medio Ambiente
- Oficina de Partes

MLR/CAS/ehc.

ORD.: Nº 251 /

ANT.: ORD. Nº 16.895 del 27 de agosto de 2018 de Ilustre Municipalidad de Copiapó.
ORD. Nº 191.201 del 28 de marzo de 2019. Ministerio del Medio Ambiente.
ORD. Nº 192.880 del 20 de junio de 2019. Ministerio del Medio Ambiente.
ORD. (SPL) Nº 11.837 del 06 de agosto de 2020. I.M de Copiapó.

MAT.: Envia Informe Complementario Declaración del "Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos de Bahía Chasco".

COPIAPÓ, 13 DE AGOSTO DE 2020

DE : SR. GUILLERMO READY SALAMÉ
SEREMI DE MEDIO AMBIENTE ATACAMA

A : SRA. CAROLINA SCHMIDT ZALDÍVAR
MINISTRA DE MEDIO AMBIENTE

Junto con saludar y en relación al ORD. Nº 192.880 del 20 de junio de 2019 del Ministerio del Medio Ambiente, donde se da respuesta a consulta sobre declaración de AMCP-MU Bahía Chasco presentada por la I.M de Copiapó, y la solicitud de complementar con antecedentes y así permitir a este Ministerio realizar el análisis y evaluación de la solicitud con la mayor información disponible, indico a Ud. que con fecha 06 de agosto de 2020, se ha recibido en esta Seremi el Ord. (SPL) Nº 11.837, del Alcalde de la Ilustre Municipalidad de Copiapó, Sr. Marcos López Rivera, donde se entrega el Informe Complementario con los antecedentes solicitados.

Por este motivo envío a Ud. dicho Informe, para evaluación y gestiones pertinentes.

Sin otro particular, le saluda atentamente a Ud.

SECRETARIA REGIONAL MINISTERIAL DEL MEDIO AMBIENTE * SEREMI * III REGIÓN *

GUILLERMO READY SALAMÉ
SEREMI DEL MEDIO AMBIENTE
REGIÓN DE ATACAMA

GRS/ RCG/rcg
DISTRIBUCIÓN :
- Destinataria
- Sr. Juan Donoso. Jefe División Recursos Naturales y Biodiversidad, Ministerio del Medio Ambiente (c.i.)
- Archivos

Adj. ORD. (SPL) Nº 11.837/2020. I.M de Copiapó. Informe técnico con nuevos antecedentes de Propuesta de AMCP MU Bahía Chascos.

ORD (SPL) N° 15.873 /

ANT.: ORD. N°11.837 del 24/07/2020 de Ilustre Municipalidad de Copiapó

MAT.: Consulta sobre declaración del "Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos de la Bahia Chasco", en la Comuna de Copiapó.

COPIAPÓ, 29 de octubre de 2020.

DE: ALCALDE COMUNA DE COPIAPÓ

A : MINISTRA DE MEDIO AMBIENTE
SRA. CAROLINA SCHMIDT

Junto con saludarla cordialmente, el Alcalde que suscribe consulta sobre los resultados de la solicitud formulada por la I. Municipalidad de Copiapó acerca de **declarar la Bahia Chasco como Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos**; requerimiento realizado en el año 2018 y respecto del cual durante el presente año se ha remitido un **Informe Complementario**, contenido en el Oficio Ordinario de éste origen, N° 11.837 de 2020, como se indica en el ANT.

Dicha solicitud emanó de un requerimiento del Concejo Municipal como necesidad de realizar acciones de Conservación y Protección del Medio Ambiente, con el propósito de mantener incólume el equilibrio natural del sector, contando esta iniciativa con el respaldo de la ciudadanía y de múltiples organizaciones de la Sociedad Civil, y en el interés de conservación de las variadas especies que enriquecen el valor eco sistémico relevante dentro la comuna de Copiapó y de la Región de Atacama.

También indicamos nuestra preocupación por la priorización de parte del Gobierno, de un proyecto que fue ingresado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, el día 01 de septiembre de 2020, denominado Copiaport-e, presentado por la empresa OMX Operaciones Marítimas. Resulta preocupante que esta "priorización" llegase a constituir una superposición de intereses privados por sobre el interés público, manifestado a través del clamor ciudadano de que dicha Bahia sea protegida y libre de la instalación de actividades industriales que puedan afectar su ecosistema.

Sin otro particular le saluda atentamente,

MARCOS LÓPEZ RIVERA
ALCALDE
ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE COPIAPÓ

DISTRIBUCIÓN
- La Indicada
- Intendente Regional de Atacama
- Presidenta Consejo Regional de Atacama
- Seremi de Medio Ambiente de Atacama
- Presidenta Comisión Medio Ambiente Concejo Municipal
- Alcaldía
- Archivo SECPLA
- Archivo Medio Ambiente
- Oficina de Partes

MLR/CFV/GOM/ehc

Folio010365

ORD : (SPL) N° **11.837** /

ANT Su ORD. N° del 192 880 del 20 de junio de 2019
ORD. (MMA) N° 191.201 del 28 de marzo de 2019
ORD N°16.895 del 27/08/2018 de Ilustre Municipalidad de Copiapó.

MAT Informe Complementario Declaración del 'Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos de Bahía Chasco', en la Comuna de Copiapó.

COPIAPÓ, 24 de julio de 2020

DE: **ALCALDE COMUNA DE COPIAPÓ**

A: **MINISTRA DE MEDIO AMBIENTE**
SRA. CAROLINA SCHMIDT

Junto con saludarla cordialmente me dirijo a US , en relación al ORD. N° 192 880 del 20 de junio de 2019, con el propósito de enviar Informe Complementario con los antecedentes solicitados para avanzar en la declaración como Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos la Bahía Chasco ubicada en la Comuna de Copiapó.

Saluda atentamente a US .

MARCOS LÓPEZ RIVERA
ALCALDE
ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE COPIAPÓ

DISTRIBUCION
- La indicada
- Seremi de Medio Ambiente de Atacama
- Intendente Regional de Atacama
- Presidenta del Consejo Regional de Atacama (o.r.)
- Presidenta Comisión Medio Ambiente Concejo Municipal (o.r.)
- Alcaldía
- Comunicaciones
- Archivo SECPLA
- Planificación Territorial y Medio Ambiente
- Oficina de Partes

MLR/CPV/VZS/ehc

Ministerio del Medio Ambiente

Gobierno de Chile

OF. ORD. N°

ANT: Ordinario N° 6181, de 25 de marzo de 2018, de la Ilustre Municipalidad de Copiapó.

MAT: Responde consulta sobre declaración AMCP/MU Bahía Chasco.

SANTIAGO,

DE : **CAROLINA SCHMIDT ZALDÍVAR**
MINISTRA DEL MEDIO AMBIENTE

A : **MARCOS LÓPEZ RIVERA**
ALCALDE ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE COPIAPÓ

Con el propósito de evaluar y fortalecer su solicitud de declaración de Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP MU) para el sector Bahía Chasco, se le solicita complementarla con los antecedentes que se indican a continuación:

En consideración al valor biológico del área, representada por la presencia de una gran variedad de especies, endémicas y algunas clasificadas En Peligro o Vulnerables (tortugas marinas, pastos marinos, praderas de algas pardas, pingüino de Humboldt), así como el valor paisajístico, arqueológico y paleontológico de la misma, es necesario profundizar en los siguientes elementos:

(i) Diagnóstico biológico, socioeconómico y cultural con la descripción de las características ambientales, atributos biológicos climáticos, oceanográficos, biogeográficos y ecosistémicos del área; identificación de los usos actuales y potenciales del área; identificación de las amenazas que afecten al área; y descripción del estado de conservación del área y de los ecosistemas marinos (especies, relaciones tróficas, sedimentos, columna de agua, entre otros).

(ii) Diagnóstico de factibilidad de protección que considere la identificación de problemas, sus causas y alternativas de solución; mapa de actores; análisis cuantitativo y cualitativo de los costos y beneficios estimados derivados de la creación del área; y análisis de la relación y coherencia con políticas e instrumentos nacionales, regionales, intercomunales y comunales de planificación, ordenamiento territorial y conservación.

En tal sentido, es necesario analizar la compatibilidad del área marina propuesta, con cada una de las zonas definidas en cada instrumento de planificación territorial vinculado o definido por el municipio de Copiapo y Caldera, tales como: Plan Regulador Intercomunal Costero; Planes Reguladores de Caldera y Copiapó, Sector Bahía Salado; Modificación al Plan Regulador de Copiapó, Sector Bahía Salado; y, Macrozonificación de Usos Preferentes del Borde Costero

(iii) Establecer una propuesta preliminar de conservación la cual deberá identificar claramente el área y proponer una cartografía en formato shape y kmz y sus coordenadas geográficas en UTM y WGS 84 H19S; proponer y describir los objetos de conservación (las especies, los ecosistemas, los servicios ecosistemicos, funciones y/o procesos ecológicos que se pretende proteger a través de la creacion del área) y; documentar el apoyo de personas naturales o jurídicas. Además, es de relevancia considerar la opinión de actores que tengan relación con las actividades productivas del sector solicitado (áreas de manejo, concesiones de acuicultura vigentes, concesiones marítimas vigentes, planes de manejo para la pesca artesanal).

(iv) Identificar la administración y gestión futura del área, es decir, la instancia o ente que se hará cargo de la administración y gestión del área.

(v) Identificar usos, actividades productivas y proyectos en el sector, tales como planes de manejo de recursos, áreas de manejo de explotación de recursos bentónicos, concesiones marítimas, concesiones de acuicultura o proyectos ingresados al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, analizando su compatibilidad con la solicitud propuesta.

En este contexto y considerando el valor ambiental del área propuesta, es que solicito a usted abordar las observaciones expuestas y complementar la solicitud de creación del área marina protegida, para que este Ministerio pueda analizar y evaluar la solicitud con la mayor información disponible.

Sin otro particular, se despide atentamente.

CAROLINA SCHMIDT ZALDÍVAR
MINISTRA DEL MEDIO AMBIENTE

JEAN SOTO

C.c.: Gabinete Ministra
Gabinete Subsecretario
Oficina de Partes

INGDOC 222540

ANEXO I.- LISTAS DE ASISTENCIA

ANEXO II.- ACTAS DE REUNIONES

ANEXO III.- CARTAS



Informe del Proceso de Sociabilización y Difusión de la Solicitud para Declarar Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos

Sector de Bahía Chasco

SEREMI del Medio Ambiente

Región de Atacama – diciembre 2022

Tabla de contenido

Resumen ejecutivo 3

Solicitud de Declaración de AMCP-MU Bahía Chasco 3

Proceso de Sociabilización y Difusión 3

Conclusiones y Recomendaciones 7

Anexos 7

Anexo I. Asistencia de Reuniones 7

Anexo II. Actas de Reuniones 7

Anexo III. Cartas 7

1. Resumen ejecutivo

El presente documento presenta el desarrollo del Proceso de Sociabilización de la Solicitud de Declaración de Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos en un sector de Bahía Chasco (AMCP-MU BCH), de la comuna de Copiapó. Este proceso fue realizado por la Ilustre Municipalidad de Copiapó con el acompañamiento de la Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente de Atacama. Se realizó un total de 13 reuniones (5 a través de video conferencia y 8 presenciales), comenzando el 12 de julio del 2022 con el Consejo Consultivo Regional del Medio Ambiente de Atacama y finalizando el 22 de noviembre de 2022 con Organizaciones de la pesca artesanal de Caldera. Con estas actividades se da cumplimiento al objetivo de las acciones a Nivel Regional.

2. Solicitud de Declaración de AMCP-MU BCH

La solicitud de declaración de AMCP-MU Bahía Chasco se comienza a gestar en año el 2009, cuando el sector es Identificado como sitio prioritario de la Estrategia Regional de Biodiversidad de la región de Atacama (Res. Ex. N°323 de fecha 28 de diciembre de 2009 de la Comisión Regional del Medio Ambiente). Posteriormente, con fecha 04 de septiembre de 2018, a través de Número Correlativo 1098, ingresa a la Seremi del Medio Ambiente de la Región de Atacama el ORD. (SPL) N° 16895 de fecha 27 de agosto de 2018, en el que el Alcalde de la comuna de Copiapó, Sr. Marcos López Rivera, solicita nominar como AMCP-MU Bahía Chasco. En el año 2021, en la Sesión N°03/2021 del Comité Técnico de Áreas Marinas Protegidas (CTAMP), se prioriza creación del AMCPMU, a mediano plazo (2022-2025). Luego en el año 2022, mediante Oficio ORD. MMA N° 221442 de fecha 19 de abril de 2022, se instruye a Secretaría Regional del Medio Ambiente de la Región de Atacama, para brindar apoyo a la I.M. de Copiapó para presentar, difundir y sociabilizar la solicitud de AMCP-MU Bahía Chasco a instancias e instituciones públicas relevantes a nivel regional, así como a actores regionales y locales relacionados a esta área.

3. Proceso de Sociabilización y Difusión

De acuerdo a las instrucciones Ministeriales, la Seremi del Medio Ambiente de la Región de Atacama se plantea dos Objetivos para dar cumplimiento al Proceso de Sociabilización y Difusión de la Solicitud de AMCP-MU Bahía Chasco:

3.1. Objetivo 1.- Dar cumplimiento a Acciones a Nivel Regional

3.1.1.- Presentar propuesta a Instituciones Públicas, actores regionales y locales

3.1.2.- Fortalecer la comprensión de los actores clave, respecto de las implicancias de la declaración del AMCP-MU

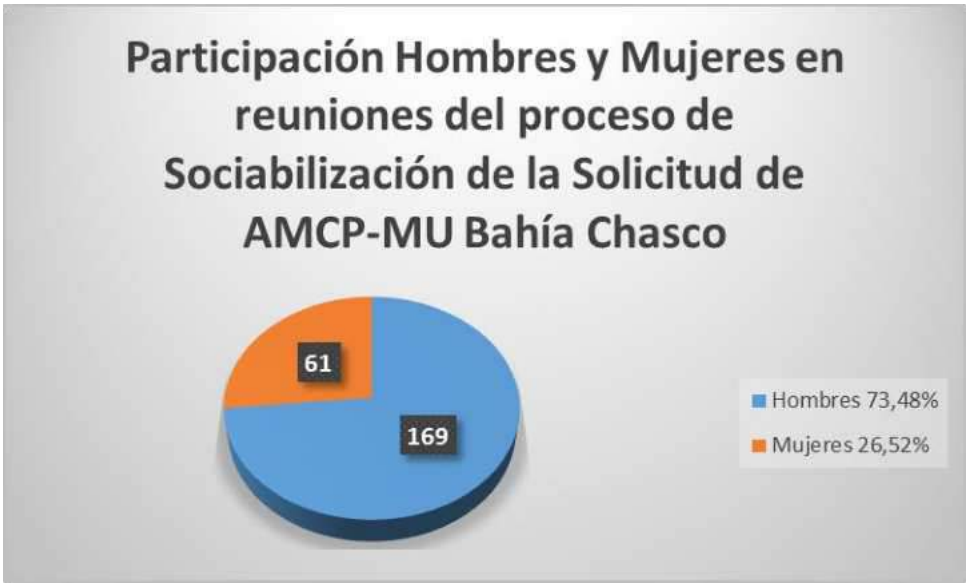
Para el cumplimento de este objetivo se realizaron un total de 13 reuniones, a partir del 12 de julio del 2022 con el Consejo Consultivo Regional del Medio Ambiente de Atacama de manera on line y finalizando el 22 de noviembre de 2022 con Organizaciones de la pesca artesanal de Caldera, de manera presencial en el Puerto de Caldera. En la siguiente tabla se presenta el total de reuniones realizadas tanto en la comuna de Caldera, como de Copiapó.

N°	LUGAR	FECHA	COMUNA	ORGANIZACIÓN	PÚBLICO	MODALIDAD
1	SEREMI Medio Ambiente Atacama	12/07/22	Copiapó/Caldera	Consejo Consultivo Regional del Medio Ambiente de Atacama	UDA, ONG Nativos, CORPROA, Red Ambiental de Atacama, CUT-FENFUSSAP, CUT-CONFUSAN, Seremi del Medio Ambiente de Atacama, I.M. de Copiapó	On Line
2	SEREMI Medio Ambiente Atacama	15/07/22	Copiapó/Caldera	Servicios Públicos sectoriales	Funcionarios públicos técnicos de Subpesca, Sernapesca, Ministerio del Medio ambiente, Obras públicas, Gobernación Marítima, SAG, DOP, Diplade, Asuntos Indígenas, Sernatur, Bienes Nacionales	On Line
3	SEREMI Medio Ambiente Atacama	21/07/22	Copiapó/Caldera	Sector Turismo	Tour Operadores/Sernatur	On Line
4	SEREMI Medio Ambiente Atacama	21/07/22	Copiapó/Caldera	ONG/Academia	CODEMA, CECPAN, QARAPARA, CIC-UDA	On Line
5	Sernapesca Caldera	22/07/22	Copiapó/Caldera	Sector pesquero acuícola	Cultivos Carrizal, Sernapesca, Subpesca, AG Chasco, I.M. Caldera, CM San Cristobal, Camanchaca, caleta y STI de Pajonales, Spinitech, STI Totoral	Presencial
6	Caleta Totoral	25/07/22	Caldera	S.T.I. caleta Totoral/Vecinos de caleta Totoral	Pescadores, recolectores de algas, buzos y vecinos de la caleta	Presencial
7	Pueblo Totoral	20/08/22	Caldera	Pueblo de Totoral	Vecinos y vecinas de pueblo Totoral	Presencial
8	SEREMI Medio Ambiente Atacama	22/08/22	Copiapó/Caldera	Sector Inversión	Proyectos privados, CORPROA, ASIPEC	On Line
9	Caldera	08/09/22	Copiapó/Caldera	Sector pesquero Chasco	Algueros, comercializadores, pescadores, buzos del sector de Bahía Chasco	Presencial

10	Caleta Pajonales	05/10/22	Copiapó	S.T.I caleta Pajonales y Vecinos de la caleta Pajonales	Pescadores, recolectores de algas, buzos y vecinos de la caleta	Presencial
11	Caldera	10/10/22	Caldera	Ciudadanía Caldera	Reunión ciudadana con la comunidad de la comuna de Caldera	Presencial
12	Copiapó	26/10/22	Copiapó	Ciudadanía Copiapó	Reunión ciudadana con la comunidad de la comuna de Copiapó	Presencial
13	Caldera	22/12/22	Caldera	Organizaciones de la pesca Artesanal de la comuna de Caldera y Copiapó	Reunión con todos los rubros de la pesca artesanal de las comunas de Caldera y Copiapó	Presencial

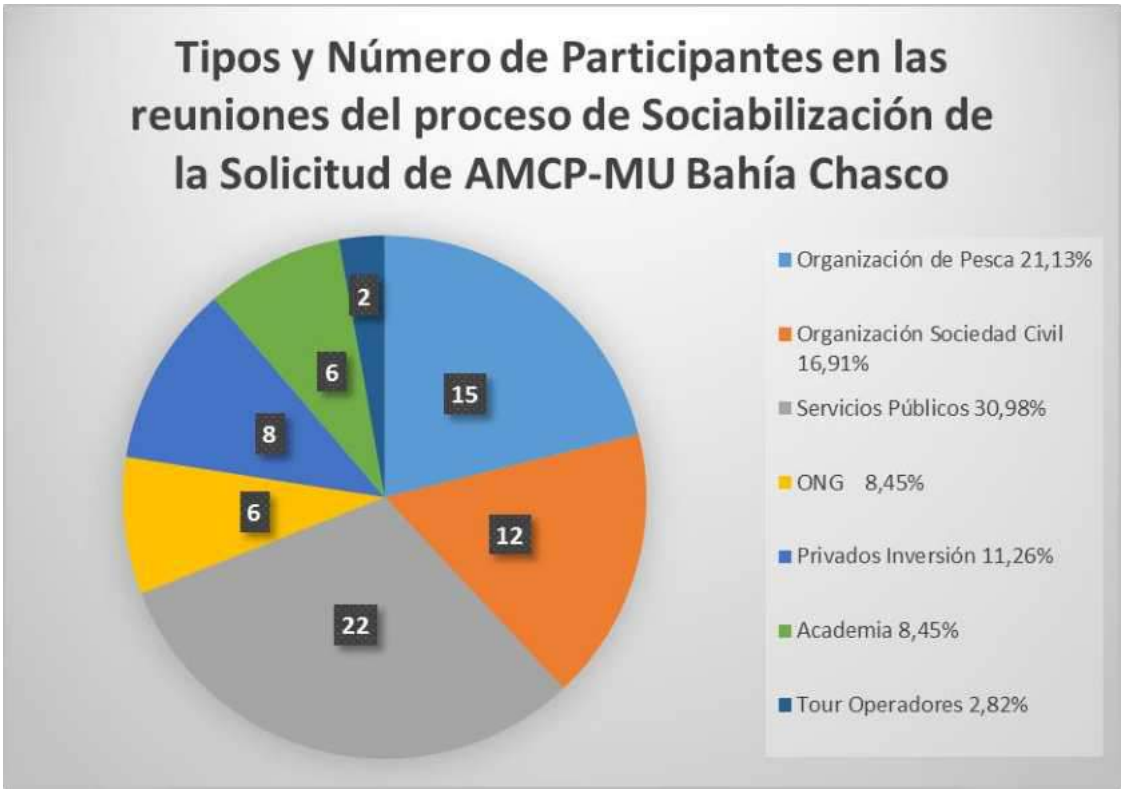
Resultados

De acuerdo al análisis de los datos de las 13 reuniones del proceso e sociabilización, se puede indicar que asistieron un total de 230 personas, de las cuales 169 fueron hombres, correspondiente a más de 73% y 61 mujeres, correspondiente a más de 26%. El siguiente gráfico muestra las cantidades y porcentajes de hombres y mujeres que participaron en el proceso.



Por otra parte el proceso de Sociabilización, busco como objetivo la mayor participación posible tanto de organizaciones civiles como instituciones públicas. En este contexto participaron un total de 71 tipos de organizaciones, desde las Organizaciones de Pesca Artesanal con 15 integrantes (21,13% hasta los Servicios Públicos con la mayor cantidad de instituciones participantes en

número de 22, lo que correspondió a más de 30%. El siguiente gráfico muestra los tipos y número de participantes de las distintas organizaciones en el proceso.



Finalmente, a solicitud de los diferentes participantes en las reuniones del proceso de Sociabilización de la Solicitud de AMCP-MU Bahía Chasco, se hicieron llegar un total de 32 cartas, con diferentes puntos de vista respecto al proceso. Estas cartas correspondieron a 36 organizaciones y privados y a 14 ciudadanos o personas naturales, totalizando 169 firmantes.

Objetivo 3.2.- Dar cumplimiento a Acciones a Nivel Nacional

3.2.1.- Presentación al Comité Técnico de Áreas Marinas Protegidas

3.2.2.- Consulta formal a otras instituciones públicas

3.2.3.- Presentar al Consejo de Ministros para la Sustentabilidad

4. Conclusiones y Recomendaciones

Luego de la realización de las 13 reuniones del Proceso de Difusión y Sociabilización de la Solicitud de la Municipalidad de Copiapó de declarar Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos a Bahía Chasco, hay dudas entre los participantes y varias consultas se repiten. Dentro de las dudas y preguntas más frecuentes son:

1.- Permanencia de las Actividades de pesca artesanal en el sector

2.- El polígono del sector solicitado

3.- Modificación del Plano Regulador del sector

Por lo que se recomienda, analizar en profundidad cada uno de los tres puntos indicados.

5. Anexos

Anexo I. Asistencias de Reuniones

Anexo II. Actas de Reuniones

Anexo III. Cartas

Folio010379

PROPUESTA DE UN PLAN PILOTO DE MANEJO Y CONSERVACIÓN DE TORTUGAS MARINAS EN BAHÍA SALADO

MARZO, 2015

"PROPUESTA DE UN PLAN PILOTO DE MANEJO Y CONSERVACIÓN DE TORTUGAS MARINAS EN BAHÍA SALADO"

Esta es una publicación financiada por el Fondo de Protección Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente, en el marco del proyecto "Conociendo y Protegiendo las Tortugas Marinas y su Hábitat en Bahía Salado, Región de Atacama" (2014)

Comité editorial:

Rocío Álvarez-Varas	Médico Veterinario, MSc.
Patricio Bahamondes Nuñez	Biólogo Marino
María Jose Brain Acuña	Médico Veterinario
Beatriz Brito-Carrasco	Licenciada en Cs. Veterinarias y Pecuarias
Juan Contardo Laclote	Médico Veterinario, MSc(c)

QarraparA
Tortugas Marinas Chile

Folio010381

ÍNDICE

1 ANTECEDENTES 1-1
2 OBJETIVOS 2-2
2.1 Objetivo general 2-2
2.2 Objetivos específicos 2-2
3 METODOLOGÍAS 3-3
3.1 Identificación y definición de objetos de conservación 3-3
3.1.1 Tortugas marinas 3-3
4 FIGURA DE PROTECCIÓN Y ADMINISTRACIÓN 4-13
4.1 Equipo de trabajo 4-16
4.1.1 Directiva de la reserva marina propuesta 4-16
5 CONCLUSIÓN 5-19
6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 20

Folio010382

1 ANTECEDENTES

La tortuga verde o negra (*Chelonia mydas*), es una especie catalogada En Peligro de Extinción por la UICN (Seminoff, 2004) que se congrega en varios puntos costeros del norte del país para alimentarse. A la fecha, han sido descritos al menos seis sitios de congregación de esta especie entre la Región de Arica y Parinacota y Atacama, en estos lugares las tortugas permanecen todo el año (Ponce *et al*., 2013). Bahía Salado, corresponde al sitio de congregación más austral de tortuga negra en el Pacífico Oriental. Otro componente de gran relevancia en el sector son las praderas de *Zostera chilensis.* Esta especie de pasto marino endémico de Chile también está catalogado En Peligro de Extinción por la UICN (Short y Waycott, 2010) y habita sólo en dos localidades del norte del país: Puerto Aldea en Coquimbo y Bahía Salado en Atacama (González y Edding, 1990). La presencia de tortugas y pastos, sumado a la alta diversidad de otras especies de flora y fauna, otorgan a este lugar un gran valor ecológico. De la misma forma, esta bahía presenta una marcada importancia en términos de productividad dentro de la región, sustentando en gran parte la economía de las comunidades costeras aledañas por medio de la pesca y extracción de algas (Geosensing, 2009). Es así, como desde el año 2013 se lleva a cabo en la zona el Plan de Manejo de Bahía Chascos, en el cual se administra la extracción de huiro canutillo (*Macrocystis* spp.), cuya cuota se define estacionalmente. En este mismo Plan de Manejo se espera incluir en un futuro otras pesquerías bentónicas de importancia comercial como el pulpo del norte (*Octopus mimus*), ostión del norte (*Argopecten purpuratus*), lapas (*Fissurella* spp.) y erizo rojo (*Loxechinus albus*), entre otros (MINECOM/SUBPESCA, 2010).

Enmarcado en este escenario, se plantea la siguiente propuesta para comenzar a trabajar en un plan de manejo y conservación de la colonia de alimentación de tortugas marinas emplazadas en Bahía Salado, Región de Atacama.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Asegurar la persistencia de la colonia de alimentación de tortuga negra (*Chelonia mydas*) en Bahía Salado, a través de un plan de manejo y conservación que mitigue las amenazas antrópicas y promueva la conservación de esta colonia y su entorno.

2.2 Objetivos específicos

- Implementar proyectos de investigación y monitoreo de los componentes bióticos terrestres y marinos de Bahía Salado, con énfasis en *C. mydas* y *Z. chilensis*, con el fin de comprender la importancia y el rol ecológico de estas especies en dicho ecosistema.
- Evaluar y cuantificar el impacto de las amenazas antrópicas detectadas sobre los componentes bióticos del ecosistema marino de Bahía Salado.
- Proponer medidas de control y mitigación de daños provocados por actividades antrópicas en el área de estudio.
- Contribuir a la toma de conciencia de la comunidad local y pescadores artesanales, sobre el valor ecológico de la biodiversidad y los ecosistemas marinos costeros de Bahía Salado.
- Contribuir al conocimiento de las autoridades e instituciones afines sobre la importancia ecológica y económica de Bahía Salado para las comunidades locales y la región.

3 METODOLOGÍA

3.1 Identificación y definición de objetos de conservación

3.1.1 Tortugas marinas

Bahía Salado alberga la colonia de forrajeo más austral de tortuga negra (*Chelonia mydas*) del Pacífico Suroriental (Brito-Carrasco *et al.,* 2014). Entre las amenazas que han sido identificadas para las tortugas en este lugar se encuentran, la pesca incidental, la polución marina y los proyectos de desarrollo costero (Brito-Carrasco *et al*., 2014), las cuales hasta la fecha aún no han sido cuantificadas.

En la década de los '80, Bahía Salado fue descrita como zona de alimentación de *C. mydas*. Desde entonces, se han llevado a cabo registros del número de ejemplares presentes en el lugar a través de avistamientos costeros (Com. Pers. Gonzalo Domínguez, 2015). Además se han desarrollado algunos trabajos sobre parámetros ecológicos (Brito-Carrasco *et al.,* 2014; Bahamondes y Álvarez, 2013a; Bahamondes y Alvarez, 2014b; Marambio, 2007) y carga ectoparasitaria (López, 2007) de tortugas capturadas en la bahía. En el 2007, Marambio realizó una estimación poblacional de tortuga negra, donde determinó, a través de fotografías de marcas y cicatrices naturales, que el stock del sector estaba compuesto por al menos seis individuos, incluyendo un juvenil y cinco adultos (todas hembras).

A partir del año 2013, la ONG Qarapara ha estado trabajando en el sector, registrando un total de siete individuos distintos, correspondientes a la especie *C. mydas*, los cuales corresponden a cinco hembras adultas y dos juveniles de sexo indeterminado. También ha podido determinar, a través de la técnica de captura-marcaje-recaptura, que estos individuos permanecerían en este ecosistema marino-costero durante al menos un año y medio, resaltando la necesidad de proteger esta bahía.

3.1.1.1 Amenazas detectadas

Pesca incidental

La captura incidental o bycacth por pesquerías artesanales es una de las principales amenazas para las poblaciones de tortugas marinas, especialmente para *C. mydas*, la cual habita en ambientes neríticos. En Chile se han llevado a cabo estudios sobre la interacción de tortugas con actividades pesqueras, sin embargo éstos han abordado principalmente la pesca industrial, existiendo poca información sobre el impacto de la pesca artesanal en las poblaciones de *C. mydas*.

La comuna de Caldera es la que presenta la mayor concentración de caletas en la Región de Atacama, encontrándose el 49% de las organizaciones del gremio (SERNAPESCA, 2007). En este contexto, en Bahía Salado existe una alta

actividad pesquera, por lo que se evidenció la necesidad de evaluar y luego cuantificar la pesca incidental de tortugas marinas para proponer medidas de control y mitigación.

Durante el 2014 se realizaron encuestas semi-estructuradas a pescadores artesanales (n=53) de siete caletas de la Región de Atacama: Caleta de Caldera, Puerto Viejo, Barranquilla, Caleta Maldonado, Caleta Pajonales, Caleta Totoral y Los Burros. Uno de los objetivos de esta encuesta fue evaluar el grado de interacción que existe entre los pescadores artesanales y las tortugas marinas en Bahía Salado. De los pescadores encuestados, 42 mencionaron las redes de enmalle como método de pesca, 26 declararon haber tenido pesca incidental de tortugas marinas, habiendo 18 tortugas que fueron liberadas vivas, mientras que 8 murieron en la red. En general, los pescadores no le atribuían grandes pérdidas a la pesca incidental de tortugas marinas, sólo 12 pescadores indicaron que les generaban pérdida de tiempo, y 9 declararon pérdidas económicas, principalmente por la ruptura de redes.

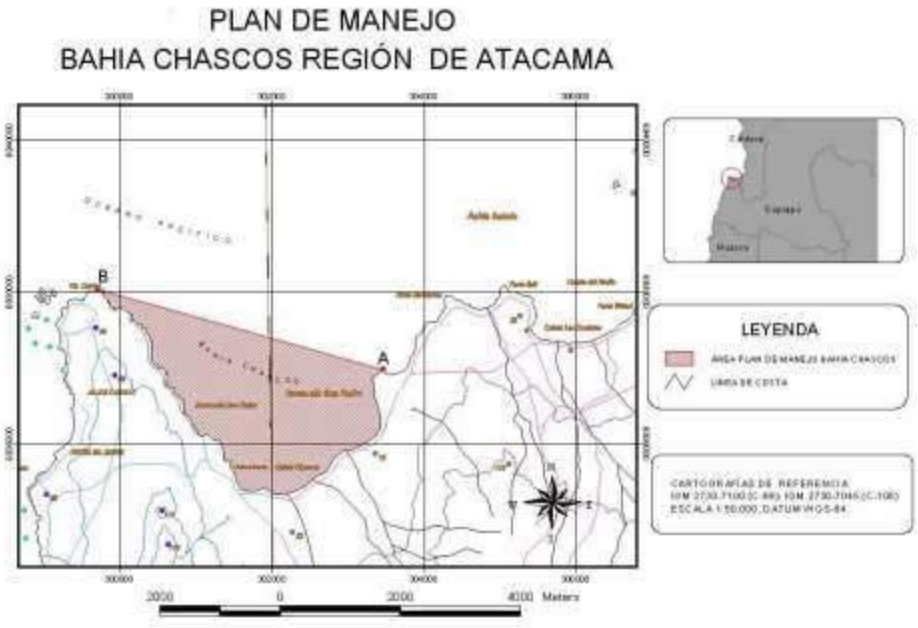
En este contexto, el estudio preliminar realizado durante el 2014 permitió confirmar la existencia de pesca incidental en la zona, y reconocer la percepción de los pescadores sobre las tortugas marinas, identificando que un alto porcentaje (94%) declara estar interesados en saber más sobre estas especies y de buscar alternativas para su protección.

Contaminación

a) Transito de embarcaciones

Bahía Salado corresponde a uno de las zonas costeras del norte de Chile que presenta mayor abundancia de algas pardas como huiro negro (*Lessonia nigriscens*), huiro palo (*Lessonia trabeculata*) y huiro canutillo (*Macrocystis* sp.). Actualmente, estas especies son ampliamente utilizadas en la industria abalonera de la Región de Atacama. Es por esto, que en el año 2013 se implementó el Plan de Manejo Bahía Chascos, Región de Atacama, donde se regula la extracción principalmente de huiro canutillo por parte del sector artesanal. El Plan de Manejo Bahía Chascos se extiende en toda la extensión de la bahía (Figura Nº 3-1), incluyendo el área de Playa La Hedionda, donde se congrega la colonia de tortugas negras (*C. mydas*) durante todo el año (MINECOM/SUBPESCA, 2010).

Figura Nº 3-1 Ubicación general del Plan de Manejo Bahía Chascos, III Región de Atacama. (Fuente: MINECOM/SUBPESCA, 2010)



El tránsito de embarcaciones en Bahía Chascos constituye una importante amenaza a la población de tortugas negras ya sea por la polución marina que genera con desechos de petróleo, la contaminación acústica y la potencial colisión con las embarcaciones que se movilizan dentro del área. Dentro de la Bahía Chascos y en el sector de Playa La Hedionda, fue constatado un intenso tránsito de embarcaciones durante todas las campañas de terreno realizadas en la zona, entre los años 2013 y 2015.

Si consideramos que la población de Playa La Hedionda es una colonia pequeña de tortugas (conformada al menos por 7 individuos), amenazas asociadas al tránsito de embarcaciones podrían llevar rápidamente a una desaparición de la población. Del mismo modo, una extinción de las tortugas negras presentes en el lugar, eventualmente llevarán a un desequilibrio ecosistémico, por su efecto directo en la salud de la pradera de *Z. chilensis* (potencial ítem de la dieta de *C. mydas*), la cual constituye un factor clave para la productividad y el valor ecológico de toda la bahía. Todo lo anterior, en un mediano plazo podría llevar a una disminución en la productividad e incluso a un impacto económico a nivel local.

Diversos estudios realizados para la especie *C. mydas,* sugieren que los contaminantes presentes en zonas de alimentación, son ingeridos y bioacumulados en estos animales, que forman parte de niveles tróficos superiores (van de Merwe *et al*. 2010; Anan *et al.* 2001). Es por esto, que una exposición a bajas concentraciones de contaminantes orgánicos (PCBs, PCDDs) o inorgánicos (metales pesados) de forma crónica, podrían generar efectos a nivel poblacional, llevando a una disminución en el fitness (van de Merwe *et al*. 2010), y eventualmente a una extinción local de la población. Por otro lado, estudios

muestran que en zonas turísticas o aquellos lugares con marcado tránsito de embarcaciones pesqueras, la muerte por colisión podría alcanzar cifras importantes, llevando a un decline de las poblaciones de tortugas marinas (Derkinger *et al*. 2013).

Uno de los objetivos de nuestro proyecto fue determinar el estado de salud de la población de tortuga negra presente en Bahía Salado. Es así como se llevaron a cabo estudios de contaminantes para determinar los niveles de metales pesados presentes en sangre. Nuestros resultados mostraron que los niveles de cobre y plomo se encontraron dentro del rango descrito para la especie (Paez-Osuna *et al*., 2010,). Sin embargo, dichos valores estuvieron en el límite superior, lo que es congruente con la historia ambiental de la zona (intensa actividad minera) y las condiciones oceanográficas (zona de surgencias). A la fecha, estudios sobre el impacto del tránsito de embarcaciones en términos de colisiones y alteraciones en el comportamiento no han sido realizados en el stock de tortuga negra de Bahía Salado.

b) Desechos de origen antrópico en la costa

Otra amenaza importante para las poblaciones de tortuga negra detectada durante el presente proyecto fue la presencia de desechos de origen antrópico en la costa. Pese a que esta zona no constituye un sitio turístico, se evidencia una importante contaminación de la línea costera con plásticos y residuos pesqueros provenientes de otros lugares, los cuales varan especialmente en épocas de marejada.

Encuestas realizadas a pescadores de caletas aledañas al área de estudio (n=53), indicaron que el depósito y mal manejo de la basura por parte de las instituciones pertinentes, constituyen uno de los principales problemas que actualmente aquejan a las comunidades costeras de Atacama.

Desconocimiento institucional

En reuniones que se han sostenido con instituciones gubernamentales, como SERNAPESCA, el Consejo Regional, la Municipalidad de Caldera, BIDEMA entre otras, se ha identificado que, en general existe un desconocimiento del valor ecológico que tiene Bahía Salado. Además, las instituciones desconocen los esfuerzos de conservación que se han están llevando a cabo en esta área.

Desconocimiento de la comunidad

En mesas de diálogo desarrolladas con la comunidad local (Totoral), se evidenció el interés por parte de los pobladores de generar alternativas para proteger y conservar el sector de Bahía Salado, ya que lo reconocen como parte de su patrimonio natural y cultural. Además existe una gran preocupación por la posible instalación de proyectos industriales en este sector, debido a que afectaría la economía local, atentando contra el bienestar social, y amenazaría la biodiversidad que habita en la zona.

Folio010388

En el caso de los pescadores artesanales, dentro de las encuestas realizadas se incluyeron preguntas sobre conceptos de la biología y ecología de las tortugas marinas, biodiversidad del lugar, valorización de los recursos e importancia otorgada al cuidado del medio marino. Del total de encuestados (n=53), 47 pescadores declararon haber visto tortugas en esta zona, siendo la tortuga negra (*C. mydas*) la más reconocida (n=29). Con respecto a la dieta, 17 pescadores afirmaron que las tortugas llegaban a Chile a alimentarse y 16 respondieron que se alimentaban de algas y pastos marinos. A pesar de que los encuestados no mostraron claridad sobre el rol de las tortugas marinas en los ecosistemas, 48 personas declararon su importancia como componente de la biodiversidad local. Además 50 pescadores indicaron que es necesario protegerlas y que estarían interesados en participar en talleres relacionados con este tema.

Intervención por proyectos industriales

Históricamente, la Región de Atacama se ha caracterizado por su actividad económica minera, la cual ha crecido exponencialmente en los últimos años. Dicho crecimiento, ha generado la necesidad de nuevas vías de embarque de minerales, siendo propuesto un nuevo muelle en el borde costero. Por otra parte, en la región se ha buscado potenciar otras fuentes económicas, como es la generación de energía eléctrica en base a combustión de carbón (termoelectricidad). Consecuentemente, el sector pesquero artesanal se encuentra vulnerable a la disminución de sectores de operación de libre acceso y potencial contaminación de sus sectores de trabajo (SERNAPESCA, 2007).

Como se expuso anteriormente, durante las mesas de discusión realizadas con la comunidad local, los habitantes manifestaron su preocupación, ante la posible instalación de termoeléctricas en la zona, y el potencial daño resultante a su patrimonio natural.

Con la finalidad de contar con información cualitativa y cuantitativa sobre el ecosistema en cuestión, y de esta manera poder evaluar los potenciales impactos, el año 2013 se iniciaron muestreos estacionales, implementando metodologías que permiten describir la riqueza y abundancia de especies de flora y fauna marina. El diseño de muestreo se ha definido en base a los ambientes existentes, representando cada uno de acuerdo a la superficie cubierta dentro del área de estudio.

Con los datos obtenidos hasta la fecha, se ha detectado una alta abundancia y biodiversidad de microorganismos, algas, fauna vertebrada e invertebrada, todos organismos vulnerables a cambios en su hábitat. Existen estudios que demuestran que, por ejemplo, el aumento de temperatura en el agua, generado por el funcionamiento de termoeléctricas, provocaría una disminución o mortalidad de organismos como fitoplancton y pastos marinos, y produciría un alza de organismos como bacterias (Fox y Moyer, 1973). Además, se ha descrito que estás variaciones en la temperatura afectan negativamente a las zonas de reclutamiento de peces (Mc Lean et al. 2002). Lo anterior, indica que la variación

de factores abióticos en un hábitat, implica un desequilibrio directo en la ecología del mismo.

3.1.1.2 Medidas de control y mitigación frente a amenazas detectadas

Pesca incidental

Nuestros resultados evidencian la existencia de pesca incidental de tortugas marinas en Bahía Salado y zonas aledañas por parte de pesquerías artesanales, lo que resalta la necesidad de formular e implementar estrategias de control y mitigación en conjunto con los pescadores de la zona. Por otro lado, es de suma importancia conocer el contexto socioeconómico, métodos de gestión y manejo de recursos hidrobiológicos en el sector, y cuantificar el nivel de pesca incidental existente. Todos estos factores permitirán determinar la necesidad, viabilidad y aceptación social de los métodos de control y mitigación propuestos, de tal manera de obtener resultados exitosos. De la misma manera, será necesario estudiar los efectos de estas estrategias sobre el bienestar social y económico de la comunidad (Gilman, *et al.,* 2010).

A continuación, se presentan distintos lineamientos para lograr obtener la información necesaria que permita plantear medidas de control y mitigación efectivas:

- *Encuestas*

Para proponer planes de control y mitigación efectivos se hace necesario profundizar los conocimientos sobre el contexto socioeconómico de la pesquería artesanal del sector. Las encuestas proveen información de relevancia para la toma de decisiones en este aspecto, ya que son una primera aproximación para evaluar los niveles de captura de tortugas marinas y entregan un entendimiento inicial sobre la magnitud del problema (Gilman *et al.,* 2010).

Como consecuencia de nuestro estudio en base a encuestas realizadas en Bahía Salado y alrededores, se reconoce la necesidad de ampliar el número de encuestados, además de conocer las especies objetivos e indagar sobre los métodos y técnicas de pesca utilizados por los pescadores artesanales.

- *Observadores científicos a bordo de embarcaciones*

Para cuantificar y caracterizar la pesca incidental de tortugas marinas se propone colectar datos por medio de observadores científicos a bordo de embarcaciones que operen en Bahía Salado y alrededores. Se recomienda realizar monitoreos durante primavera y verano que, según los resultados de avistamientos estacionales en Playa La Hedionda y datos obtenidos en las encuestas a los pescadores, son las estaciones de mayor abundancia de tortugas marinas. Los observadores deberán ser entrenados en identificación de tortugas marinas, obtención de medidas morfométricas y toma de muestras biológicas (Alfaro-Shigueto *et al.,* 2011). Con esta información se podrá tener una aproximación más certera del impacto que genera la pesca incidental sobre las tortugas

marinas en el área y de las causas que están provocando estos eventos. Posteriormente, a partir de estos resultados se podrá generar un plan de control y mitigación de pesca incidental de tortugas marinas para el sector. Este plan deberá basarse en la información obtenida de las encuestas a pescadores artesanales y de los datos colectados por los observadores científicos a bordo de las embarcaciones.

Medidas de control y mitigación propuestas*:* aun cuando es necesario obtener mayor información en base a los lineamientos planteados anteriormente, las medidas que deberían considerarse para la zona son las siguientes:

- *Zona de restricción de pesca*: establecer una zona de restricción de tránsito de embarcaciones y pesca o colecta de recursos hidrobiológicos. Lo anterior requerirá un estudio más profundo sobre las zonas de solapamiento entre actividades pesqueras y movimiento de tortugas.
- *Talleres y capacitación de pescadores:* desarrollar talleres que incluyan contenidos sobre biología de tortugas marinas, y protocolos de manipulación y liberación para facilitar el manejo de las tortugas cuando se produce pesca incidental. Además considerar la capacitación de pescadores para la toma de datos desde sus propias embarcaciones, participando de manera activa en proyectos de conservación y manejo de las especies.
- *Tecnologías en artes de pesca:* las redes de perfiles más bajo es un método económico y viable para reducir la tasa de pesca incidental, además disminuye la tasa de mortalidad cuando hay captura, facilitando el tiempo y esfuerzo. También se ha descrito el uso de una silueta de tiburón sobre la red, sin embargo esto tiene un impacto significativo en la tasa de captura de las especies objetivos. La iluminación de las redes es otro método muy efectivo y tiene la ventaja de no afectar la tasa de captura de las especies objetivos, sin embargo tienen altos costos de implementación (Gilman *et al*., 2010). Una evaluación y cuantificación del impacto real de las pesquerías artesanales sobre las poblaciones de tortugas permitirán estudiar y evaluar las mejores alternativas de mitigación considerando las características locales de los eventos y la situación socioeconómica imperante.

Contaminación

Conforme nuestros resultados sobre las cargas de metales en tortugas, consideramos necesaria la determinación de contaminantes presentes en el área de estudio (agua, sedimento, fuentes de alimento de tortugas). Lo anterior, nos permitirá establecer una relación directa con la fuente de emisión y tomar medidas apropiadas de mitigación en el lugar. Para lo anterior, será necesario establecer un monitoreo estacional de metales en matrices ambientales y biológicas, incluyendo las tortugas y pastos marinos de Bahía Salado. Un monitoreo del stock de tortuga negra además permitirá determinar cambios temporales en las cargas contaminantes y su impacto en la población. De la

misma forma, el importante tránsito de embarcaciones en el área, hace necesario el estudio del impacto que éste podría tener en términos de colisiones y alteración del comportamiento de las tortugas por la contaminación acústica que se genera.

Con respecto a los desechos antrópicos en la costa, éste es un problema que no sólo afecta la salud pública, sino genera importantes daños a la flora y fauna marina. Además, diversos estudios han determinado que la ingestión de plásticos corresponde a una de las principales causas de mortalidad en tortugas marinas (Russell *et al.* 2011; Boyle y Limpus 2008).

A continuación se proponen distintas medidas de mitigación, según las amenazas mencionadas:

- *Establecer rutas de desplazamiento de las embarcaciones*

Considerando el tránsito actual de embarcaciones durante todas las épocas del año en Bahía Chascos, es fundamental establecer rutas de desplazamiento que no se sobrepongan con los movimientos de las tortugas dentro de la bahía y en zonas costeras cercanas. En este sentido, como ONG consideramos que el estudio de los patrones de desplazamiento de tortugas negras a través de telemetría satelital, es un punto clave a integrar en estudios a corto plazo para poder establecer adecuadas medidas de manejo y conservación para esta especie en el área de estudio.

- *Manejo de la basura*

Aunque a la fecha no obtuvimos registros de muerte de tortugas por consumo de desechos antrópicos, siendo probable que estos casos no sean notificados, consideramos de suma importancia establecer adecuadas medidas de manejo de la basura en el borde costero de Bahía Salado y de caletas aledañas como Puerto Viejo, Barranquilla, Caleta Maldonado, Caleta Pajonales, Caleta Totoral y Los Burros. Será necesario que las municipalidades cuya jurisdicción comprenda las caletas estudiadas, establezcan puntos limpios y realicen un acuerdo formal con las comunidades con respecto al retiro de la basura que contemple la frecuencia necesaria.

- *Campañas de educación ambiental*

Las campañas educativas realizadas con establecimientos educacionales de Caldera, indicaron que existe una gran motivación por parte de los niños por conocer el medio marino y aplicar un cuidado a todos sus componentes bióticos. Del mismo modo, existe conocimiento por gran parte de ellos sobre las tortugas marinas que llegan a alimentarse a la región y el rol que cumplen en las cadenas tróficas. Tales resultados sugieren la necesidad de continuar con el desarrollo de campañas ambientales enfocadas a los niños de Caldera y alrededores, de tal forma que se identifiquen con los recursos marinos de la región, incluyendo las tortugas y pastos marinos. Estas charlas deberán seguir siendo impartidas en conjunto con actividades didácticas y con entrega de material gráfico, debido a que hay evidencia que de este modo los niños integran mejor la información y son capaces de transmitirla a su entorno social (familia y amigos). Además

creemos que es fundamental realizar actividades al aire libre, donde los niños puedan interactuar con la flora y fauna marina y puedan evidenciar las amenazas al medio marino y hacerse partícipes de evitarlas y mantener un cuidado del mar. Sumado a esto, proponemos la realización de jornadas de limpieza de playa, las cuales integren residentes de diferentes edades y estatus económico. Lo anterior, debido a que actividades como éstas permiten que la gente conozca la situación real y se comprometa con la salud de su entorno natural, ya que los afecta directamente en el diario vivir. Las jornadas de limpieza de playa debieran ser parte de las actividades realizadas frecuentemente por las municipalidades, debido a que es un problema que afecta a la comunidad y de esta forma se aumenta el grado de responsabilidad y sensibilidad pública respecto al cuidado del medio marino.

Desconocimiento institucional

Con el objetivo de dar a conocer e incluir en el Plan Piloto de Manejo y Conservación de Tortugas Marinas en Bahía Salado a los municipios, es necesario crear instancias en que se dé a conocer Bahía Salado y la importancia de su biodiversidad (con énfasis en tortugas y pastos marinos). Además, como ONG uno de nuestros objetivos en un corto plazo es proponer la creación de una Reserva Marina que permita la conservación de especies y recursos hidrobiológicos de importancia socioeconómica y cultural en Bahía Salado. Para esto, se deberá generar un Comité Promotor del Plan, en el que se busque la participación de instituciones regionales con competencia en cuestiones ambientales y socioeconómicas.

Desconocimiento de la comunidad

Se recomienda el desarrollo de talleres, en juntas de vecinos, sindicatos y establecimientos educacionales, enfocados en las áreas con mayor desconocimiento sobre Bahía Salado y su valor ecológico. Para lo anterior, será necesario realizar un mayor número de encuestas a la comunidad local y el sector público y privado con el fin de indagar en las percepciones y conocimientos. De la misma forma se sugiere la realización de campañas de sensibilización orientadas a temas como reciclaje, uso de bolsas reutilizables, riqueza ecosistémica marina de la región, entre otros.

Intervención por proyectos industriales

Con la finalidad de elaborar futuros planes de mitigación frente a las amenazas detectadas y sus potenciales impactos se recomienda realizar un *Estudio de línea de base para el componente biótico marino y terrestre en Bahía Salado.* La ONG Qarapara Tortugas Marinas Chile, ha llevado a cabo un muestreo biológico sistemático del medio marino en el sector desde el año 2013. No obstante, a la fecha la información disponible sobre flora y fauna terrestre en el área de estudio

es casi inexistente. En este contexto, se considera fundamental ampliar en el tiempo un muestreo biológico marino, incluyendo todos los componentes bióticos del ecosistema. Además se sugiere iniciar una línea base de flora y fauna mediante monitoreos en cada época del año. Lo anterior en conjunto, permitirá caracterizar la zona en términos de biodiversidad y proporcionará información relevante a considerar al momento de evaluar potenciales impactos ambientales generados por actividades antrópicas de desarrollo económico en el lugar.

A continuación se describen las distintas etapas que se sugiere en un estudio de línea de base:

Trabajo en gabinete:

1. Elaborar una fotointerpretación de los recubrimientos de suelo presentes dentro del área de influencia. Una vez identificados los ambientes existentes, determinar los puntos de muestreo en forma proporcional a la superficie de cada ambiente identificado.
2. Para cada componente, realizar una revisión bibliográfica sobre las especies potencialmente presentes dentro del área de influencia, y complementado con los resultados obtenidos en las prospecciones anteriores, generar un listado de especies presentes en el área, caracterizándolas según su estado de conservación, origen biogeográfico, grado de movilidad y endemismo.
3. Para un registro uniforme de datos en terreno, confeccionar formularios de línea de base para cada componente.

Trabajo en terreno:

Considerar al menos cuatro campañas de terreno, repartidas estacionalmente (verano, otoño, invierno y primavera). Incluir la participación de un equipo conformado al menos por cinco personas, incluyendo dos especialistas en fauna terrestre, un especialista en flora terrestre, dos especialistas en flora y fauna marina, y un encargado de logística.

Prospectar en cada campaña la totalidad de puntos de muestreo predefinidos, implementando cada una de las metodologías correspondientes según componente.

Análisis de datos: digitalizar la totalidad de la información en una base de datos estandarizada, para posteriormente calcular valores de riqueza, abundancia (número de individuos, densidad y frecuencia) y grado de antropización.

4 FIGURA DE PROTECCIÓN Y ADMINISTRACIÓN

A la fecha se han creado oficialmente 22 áreas marinas costeras protegidas, con distintos objetivos de conservación y bajo diferentes mecanismos disponibles en la legislación nacional: reservas y parques marinos, santuarios de la naturaleza, concesiones con fines de investigación, áreas marinas y costeras protegidas y reservas de la biosfera (CONAMA, 2009). En la Región de Atacama existen dos áreas marinas costeras protegidas creadas el 2005, AMPC-MU Isla Grande de Atacama y la Reserva Marina Isla Chañaral.

En la "Estrategia y Plan de Acción para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad de Atacama 2010-2017" (2009) se estableció Bahía Salado como una Zona de Relevancia Ecológica Marina (ZREM), principalmente por sus praderas de *Macrocystis* y pastos marinos, siendo definido como un Sitio Prioritario (Figura N° 4-1). En este mismo documento se plantea la necesidad de avanzar hacia la protección oficial y efectiva de la cartera única de sitios prioritarios, como un lineamiento para asegurar la conservación de los ecosistemas de manera de reducir el ritmo de pérdida de diversidad biológica (Jara, *et al.,* 2009).

El sector de Bahía Salado es una zona que presenta características ecológicas relevantes y, por lo tanto, se debiese gestionar su declaración como Reserva Marina. En la Figura 4-2 se muestran los vértices del polígono propuesto a ser declarado, los que coinciden con el sitio prioritario ya establecido. Las reservas marinas están bajo tuición de SERNAPESCA y son áreas de resguardo de los recursos hidrobiológicos con el objeto de proteger zonas de reproducción, caladeros de pesca y áreas de repoblamiento por manejo. Sólo se podrán realizar actividades extractivas por períodos transitorios previa resolución de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Esta figura de protección es pertinente para la zona, ya que permite integrar objetivos socioeconómicos con objetivos de conservación.

Se han identificado diversas amenazas que afectan la diversidad biológica de la bahía. El uso extractivo de los recursos marinos por parte de las comunidades locales, la pesca incidental, y la degradación de hábitat asociado a estos usos, deben ser considerados para proponer las medidas de mitigación y cuotas o vedas necesarias para la conservación de las especies. Hay evidencias que la protección de áreas marinas aumenta el rendimiento en las zonas adyacentes, mejorando los stocks de especies sobreexplotadas y la calidad de la materia prima proveniente de éstas como por ejemplo mayores tallas, rendimiento, claridad de su procedencia, mayor periodicidad y frescura, lo que se traduce en un aumento de las transacciones efectuadas (Roberts *et al.,* 2003).

Como se ha descrito anteriormente, este sector es una de las dos localidades descritas para el pasto marino endémico de Chile, *Z. chilensis* (González y Edding, 1990). Las praderas de pasto marino proporcionan alta productividad primaria (Duarte, 2002), por lo que actúan como áreas de desove y criadero de ostiones, peces y crustáceos, funcionando como zona de reclutamiento de especies de interés económico y de importancia ecológica (Schwarz *et al.,* 2004),

lo cual también ha sido evidenciado en *Zostera chilensis* durante el desarrollo de este proyecto (Brito *et al*. 2014). Por otro lado, se le han reconocido funciones como la provisión de alimento para las cadenas tróficas costeras, oxígeno (en agua y sedimentos), captación de carbono, mantención de transparencia del agua, entre otros, confiriéndole a los pastos marinos un gran valor, debido a la importante provisión de servicios ecosistémicos (Costanza *et al*., 1997). Además, destaca la relevancia de esta zona por constituir la zona de forrajeo más austral de la tortuga negra.

Tomando en consideración la presencia del AMPC-MU Isla Grande de Atacama al norte y la Reserva Marina Isla Chañaral al sur, esta zona aportaría a la conectividad y avanzaría hacia la creación de una red de áreas marinas protegidas. La evidencia de que esta zona funciona como incubadora de estadios tempranos de especies de importancia comercial, respalda la necesidad de protegerla, ya que ayudaría al intercambio de descendencia y al movimiento de adultos y juveniles, favoreciendo el flujo genético. El intercambio de descendencia es esencial para la sustentabilidad de las poblaciones que se encuentran al interior de las reservas, especialmente cuando las condiciones externas empeoran (Roberts *et al*., 2003).

El escenario socioeconómico también es favorable, ya que al promover la creación de una Reserva Marina en que se permita la explotación sustentable de recursos marinos y costeros, se evita la oposición de algueros y pescadores artesanales que podrían provocar medidas de conservación más restrictivas. Además, permite integrar a las organizaciones gremiales en el proceso de planificación, promoviendo la participación activa en el manejo y gestión de los recursos de interés comercial. La protección parcial de las aguas costeras junto con el co-manejo adaptativo involucrando a pescadores, científicos y planificadores pueden lograr la conservación y las metas de manejo de las pesquerías, beneficiar a las comunidades de pescadores y aligerar la sobrepesca (Guidetti y Claudet, 2009).

Por otro lado, las comunidades rurales y organizaciones sociales tienen el interés de conservar la zona y de promover el turismo ecológico. Además existe un marcado rechazo a la instalación de proyectos industriales en este sector.

Figura Nº 4-1 Ecosistemas de relevancia ecológica, descritos para la Región de Atacama (Fuente: Jara *et al.*, 2009)

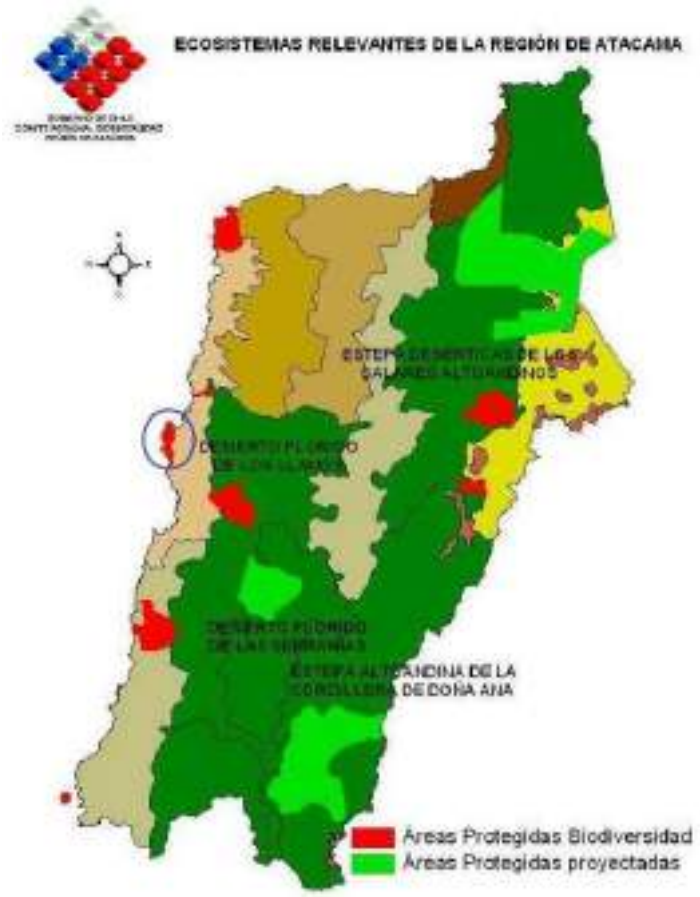
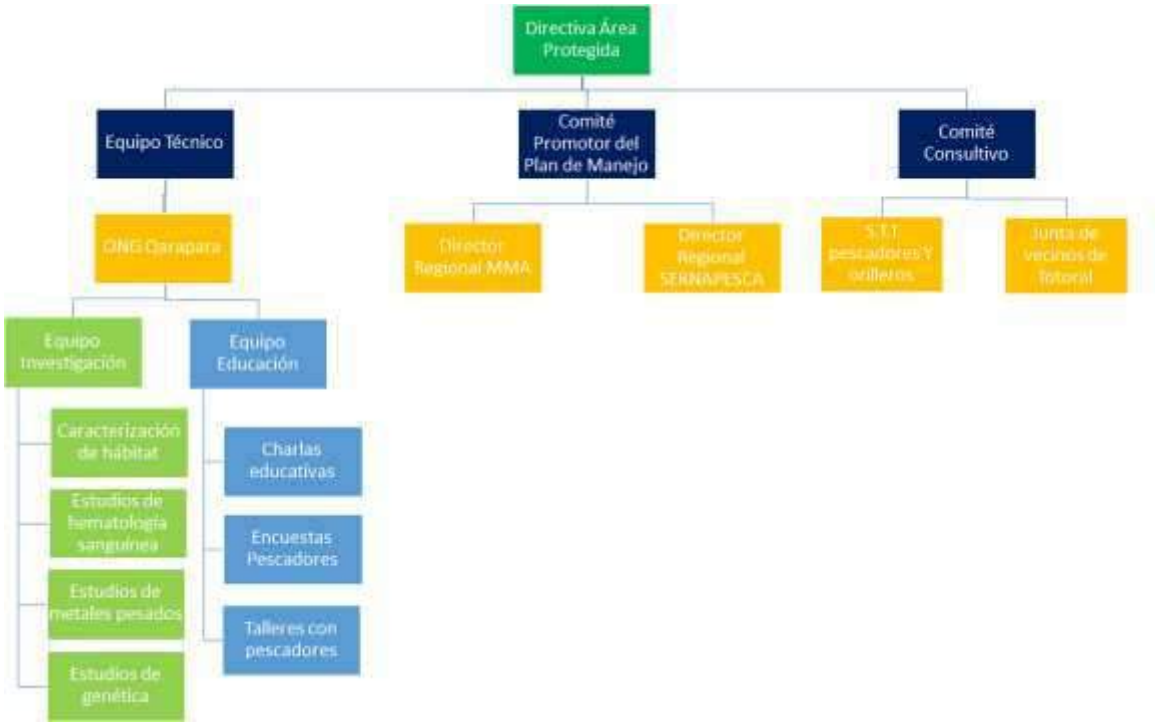


Figura N° 4-2 Vértices de polígono propuesto para la Reserva Marina Bahía Salado.



4.1 Equipo de trabajo

Para la administración de esta área se propone el siguiente organigrama con los actores claves:



4.1.1 Directiva de la reserva marina propuesta

La directiva de la reserva marina propuesta estará presidida por el administrador de la misma y la conformarán un equipo técnico, un comité promotor del plan de manejo y un comité consultivo local. Ésta sesionará una vez al año para evaluar si las metas y objetivos propuestos han sido alcanzados. También, ésta será una oportunidad para que las distintas partes formulen nuevas propuestas y para que se discutan problemas atingentes a la conservación del ecosistema marino en cuestión, que cualquiera de las partes estime que sean de importancia, para lo cual se deberán exponer fundamentos de peso.

4.1.1.1 Equipo técnico

Se propone incluir a los equipos de investigación y educación de la ONG Qarapara. Los representantes de cada equipo durante las sesiones anuales de la directiva del área protegida, corresponderán a los coordinadores de grupo (demarcados en negrita). En caso de que los coordinadores de equipo no puedan asistir, éstos deberán designar a un representante de su grupo para que lo represente durante la reunión anual de la directiva.

Equipo de investigación:

- **Rocío Álvarez Varas**, Médico Veterinario, MSc en Recursos Naturales, Conservación y Manejo de Vida silvestre, Pontificia Universidad Católica de Chile.

- **Patricio Bahamondes**, Biólogo Marino, Universidad Católica de la Santísima Concepción.
- Juan Contardo, Médico Veterinario, MSc(c) en Áreas Silvestres y Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile.
- Beatriz Brito, Licenciada en Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile.
- María José Brain Acuña, Médico Veterinario, Universidad Mayor.
- José Del Río, Licenciado en Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile.

Equipo de educación:

- **Karina Jorquera**, coordinadora local del Fondo de Protección Ambiental en Totoral y Bahía Chascos.
- **Valentina Cortés Correa**, Licenciada en Ciencias Veterinarias y Pecuarias, MSc(c) en Áreas Silvestres y Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile.
- Bojana Kuzmicic, Ingeniera en Recursos Naturales, Universidad de Chile.
- Fernanda Norambuena, Médico Veterinario, Universidad Mayor.
- María Emma Figari, Bióloga, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Tatiana Vuskovic, Médico Veterinario, Universidad Mayor.

4.1.1.2 Comité promotor del plan

Se propone que el comité promotor del Plan se encargue de velar porque éste se lleve a cabo. Así como también, que se realicen las fiscalizaciones respectivas, relacionado al uso de los recursos marinos presentes en el área protegida y a posibles infracciones que atenten en contra de la conservación de este ecosistema marino-costero.

Este comité se sugiere que esté conformado por el Director Regional de SERNAPESCA y del Ministerio del Medio Ambiente de la III Región. En el caso de que uno o ambos representantes del comité promotor no puedan asistir en la fecha señalada para la reunión anual, ésta podrá ser re-agendada, con una postergación máxima de dos semanas.

4.1.1.3 Comité consultivo

Se propone que éste se conforme por los presidentes de los Sindicatos de Trabajadores Independientes (S.T.I.). de Pescadores Artesanales, Buzos Mariscadores y Recolectores de Orilla de las Caleta de Pajonales y Maldonado (R. S. U.: 03.01.142; R.P.A.: N°122), S.T.I. de Pescadores, Buzos, Asistentes de Buzos, Recolectores de Orilla y Comercializadores Algas Pardas, Caleta Chasco (R. S. U.: 03.01.0351; R.P.A.: N°6.223), S.T.I. Buzos y Recolectores de Orilla, Caldera (R. S. U.: 03.01.0294; R.P.A.: N° 6.214), Cooperativa de Trabajo Multiactiva de Bahía Chasco, Caldera (R.P.A.: N°6.203), S.T.I. Recolectores de Algas, Buzos Mariscadores y Ramos Similares (R. S. U.: 03.01.0357; R.P.A.:

N°6.209). Dentro de este comité también se sugiere la participación del presidente de la junta de vecinos de Totoral, el cual corresponde al poblado más cercano al Área Protegida. En el caso de que los presidentes de estas agrupaciones cívicas no puedan asistir a la reunión anual de la Directiva del Área Protegida, éstos tendrán la facultad de designar a un representante de su organización para que asista durante estas sesiones.

5 CONCLUSIÓN

Este documento constituye una primera aproximación para asegurar la persistencia de la colonia de alimentación de tortuga negra (*Chelonia mydas*) en Bahía Salado, a través de la propuesta de un plan piloto de manejo y conservación que mitigue las amenazas antrópicas y promueva la conservación de la diversidad biológica.

Los resultados obtenidos durante las campañas realizadas por la ONG Qarapara Tortugas Marinas Chile, permitieron caracterizar el componente biótico y abiótico marino del área de estudio y evidenciar las amenazas antrópicas que se presentan. A partir de esto, se entregan las líneas de investigación biológicas y socioeconómicas necesarias para entregar propuestas robustas que permitan mitigar los impactos ejercidos por las actividades antrópicas que operan o que podrían operar en el sector.

Dado el alto valor ecológico que presenta ese ecosistema marino-costero, y teniendo en consideración los lineamientos planteados en la "Estrategia y Plan de Acción para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad de Atacama 2010-2017", se recomienda avanzar hacia la protección efectiva de esta zona promoviendo la creación de una Reserva Marina.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFARO-SHIGUETO, J., MANGEL, J., BERNEDO, F., DUTTON, P., SEMINOFF, J., GODLEY, B. 2011. Small-scale fisheries of Peru: a major sink for marine turtles in the Pacific. Journal of Applied Ecology. 48: 1432-1440.

ANAN, Y., KUNITO, T., WATANABE, I., SAKAI, H. & TANABE, S. 2001.Trace element accumulation in hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) and green turtles (*Chelonia mydas*) from Yaeyama Islands, Japan. Environmental Toxicology and Chemistry 20(12): 2802–2814.

BAHAMONDES, P., ÁLVAREZ, R. 2014a. Caracterización de la población natural de la tortuga negra (*Chelonia mydas*) y su hábitat, en Bahía Salado, Región de Atacama. *informe Técnico verano, Subsecretaría de Pesca*.

BAHAMONDES, P., ÁLVAREZ, R. 2014b. Caracterización de la población natural de tortuga negra (*Chelonia mydas*) y su hábitat en Bahía Salado, Región de Atacama. *informe Técnico invierno, Subsecretaría de Pesca*.

BOYLE, M. C., LIMPUS, C. J. 2008. The stomach contents of post-hatchling green and loggerhead sea turtles in the southwest Pacific: an insight into habitat association. Mar Biol (2008)155: 233–241

BRITO, B., BRAIN, M.J., DEL RÍO, J., ÁLVAREZ, R. 2014. Tortugas y pastos marinos en Bahía Salado: un ecosistema productivo y de alto valor ecológico en Atacama. *V Congreso de Anfibios y Reptiles de Chile.*

COSTANZA, R., D'ARGE, R., DE GROOT, R., FRABER, S., GRASSO, M., HANNON, B., LIMBURG, K., NAEEM, S., O'NEILL, R.V., PARUELO, J., RASKIN, R.G., SUTTON, P., VAN DEN BELT, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature 387: 253–60.

DENKINGER, J., PARRA, M., MUÑOZ, J.P., CARRASCO, C., MURILLO, J.C., ESPINOSA, E., RUBIANES, F., KOCH, V. 2013. Are boat strikes a threat to sea turtles in the Galapagos Marine Reserve?. Ocean & Coastal Management 80: 29-35.

DUARTE, C.M. 2002. The future of seagrass meadows. Environmental Conservation 29 (2): 192–206.

FOX, J.L., MOYER, M. 1973. Some effects of a power plant on marine microbiota. Chesapeake Science 14(1): 1-10.

GEOSENSING. 2009. Informe Técnico "Determinación de la Biomasa de *Macrocystis integrifolia* (huiro canutillo), *Lessonia trabeculata* (huiro palo) y *Heterozostera chilensis* (pasto marino), Mediante Técnicas de Teledetección Aeroespacial en Bahía Chascos - Región de Atacama". 43 pp.

GILMAN, E., GEARHART, J., PRICE, B., ECKERT, S., MILLIKEN, H., WANG, J., SWIMMER, Y., SHIODE, D., ABE, O., PECKHAM, H., CHALOUPKA, M., HALL, M., MANGEL, J., ALFARO-SHIGUETO, J., DALZELL, P., ISHIZAKI, A. 2010. Mitigating sea turtle by-catch in costal passive net fisheries. Fish and Fisheries. 11: 57-88.

GONZALEZ, S. A., EDDING, M. E. 1990. Extension of the range of Heterozostera tasmanica (Martens ex Aschers) den Hartog in Chile. Aquatic Botany 38:391-95.

GUIDETTI, P., CLAUDET, J. 2009. Comanagement Practices Enhance Fisheries in Marine Protected Areas. Conservation Biology. 24(1): 312-318.

JARA, G., PEÑA, C., PEÑA, A., PARRA, A., VALLADARES, P., GRIMBERG, M., ANDAUR, J. 2009. Estrategia y Plan de Acción para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad de Atacama 2010-2017. 40 pp.

JASON P. VAN DE MERWE, MARY HODGE, HENRY A. OLSZOWY, JOAN M. WHITTIE, SHING Y. LEE. 2010. Using blood samples to estimate persistent organic pollutants and metals in green sea turtles (*Chelonia mydas*). Marine Pollution Bulletin 60(2010): 579–588.

LEY-QUIÑÓNEZ, C.P., ZAVALA-NORZAGARAY, A.A., RÉNDON-MALDONADO, J.G., ESPINOSA-CARREÓN, T.L., CANIZALES-ROMÁN, A., ESCOBEDO-URÍAS, D.C., LEAL-ACOSTA, M.L., HART, C.E., AGUIRRE, A.A. 2013. Selected heavy metals and selenium in the blood of black sea turtle (Chelonia mydas agasiizzi) from Sonora, Mexico. Bull Environ Contam Toxicol. 91(6):645-51.

LÓPEZ, Z. 2007. Determinación de epibiontes asociados al caparazón de una población de tortugas marinas *Chelonia mydas* (LINNAEUS, 1758) Residente en las Costas de la III Región, Chile. Universidad Mayor.

Folio010403

MARAMBIO, M.C. 2007. Identificación de una Población de Tortugas Marinas en la costa de la III Región de Chile. Universidad Mayor.

MCLEAN, R., RICHKUS, W. A., SCHREINER, S. P., FLUKE, D. 2002. Maryland power plant cooling-water intake regulations and their application in evaluation of adverse environmental impact. The Scientific World Journal, 2, 1-11.

MINISTERIO DE ECONOMÍA, SUBSECRETARÍA DE PESCA. 2010. Informe Técnico (R. Pesq.) N° 36/10. Plan de Manejo Bahía Chasco, III Región de Atacama. 29 pp.

PÁEZ-OSUNA, F., CALDERÓN-CAMPUZANO, M. F., SOTO-JIMÉNEZ, M. F., & RUELAS-INZUNZA, J. R. 2010. Lead in blood and eggs of the sea turtle, Lepidochelys olivacea, from the Eastern Pacific: concentration, isotopic composition and maternal transfer. Marine pollution bulletin, 60(3), 433-439.

ROBERTS, C., ANDELMAN, S., BRANCH, G., BUSTAMANTE, R., CASTILLA, J.C., DUGAN, J., HALPERN, B., LAFFERTY, K., LESLIE, H., LUBCHENCO, J., MC ARDLE, D., POSSINGHAM, H., RUCKELSHAUS, M., WARNER, R. 2003. Ecological Criteria for Evaluating Candidate Sites for Marine Reserves. Ecological Applications. 13(1): 199-214.

RUSSELL, D.J., HARGROVE, S., BALAZS, G.H. 2011. Marine Sponges, Other Animal Food, and Nonfood Items Found in Digestive Tracts of the Herbivorous Marine Turtle *Chelonia mydas* in Hawaii. Pacific Science, 65(3):375-381.

SCHWARZ, A. M., MATHESON, F., MATHIESON, T. 2004. The role of sediment in keeping seagrass beds healthy. Water & Atmosphere 12 (4): 18-19.

SERNAPESCA. 2007. Antecedentes Pesca Artesanal Región de Atacama. [en línea] <https://www.sernapesca.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=514&Itemid=617>





ESTUDIO AMBIENTAL ZONA DE CONGREGACIÓN DE *Chelonia mydas*, PLAYA LA HEDIONDA, BAHÍA SALADA, III REGIÓN DE ATACAMA.

ABRIL, 2015

RESUMEN

Bahía Salado, es un hábitat que presenta un alto valor ecológico, especialmente por la presencia de tortugas y pastos marinos. Este lugar además tiene una importancia económica para la Región de Atacama, debido a que sustenta a las comunidades locales principalmente mediante la pesca y extracción de algas. Aun cuando Bahía Salado representa un punto de relevancia ecológica y económica dentro de la región, es escasa la información científica existente sobre los componentes de este hábitat, especialmente de tortugas y pastos. En este estudio se llevó a cabo un monitoreo estacional de la colonia residente de tortuga negra (*Chelonia mydas*) entre los años 2013 y 2015, donde se determinaron parámetros poblacionales y variables de salud. Además, se realizó una caracterización de la batimetría y de la macroinfauna bentónica presente en la zona de congregación de tortugas. Nuestros resultados indican que ésta es una colonia pequeña con respecto a otras áreas de alimentación de tortugas en el Pacífico Oriental. Está conformada por al menos 7 individuos, donde la mayoría son hembras adultas. Los parámetros sanguíneos sugieren que es una población sana y los niveles de contaminantes se encuentran dentro de lo esperado para la especie. Análisis genéticos sugieren que zonas de reproducción de las Islas Galápagos (Ecuador) y México corresponden a las áreas de procedencia más probables de las tortugas encontradas en Bahía Salado. La zona de congregación de tortugas se caracteriza por ser un sistema somero con una profundidad máxima de 8 metros y presentar una mayor proporción de sustrato duro. Por otra parte, el sustrato blando, presenta alta cobertura de pastos marinos (*Zostera chilensis*), la cual constituye una matriz clave para la productividad y sostenibilidad de este ecosistema, albergando una gran diversidad de organismos en estados ontogenéticos tempranos (*e.g.argopecten sp, tagelus sp y cancer sp*).

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 1-1

2 OBJETIVOS 2-2

3 ÁREA DE ESTUDIO 3-3

4 METODOLOGÍA 4-4

4.1 Monitoreo del stock de tortuga negra (*Chelonia mydas*) 4-4

4.1.1 Captura de ejemplares 4-4

4.1.2 Fotoidentificación 4-6

4.1.3 Morfometría 4-7

4.1.4 Estimación del tamaño poblacional 4-8

4.1.5 Análisis de hematología y bioquímica sanguínea 4-10

4.1.6 Análisis de contaminantes 4-12

4.1.7 Análisis genéticos 4-12

4.2 Caracterización de hábitat 4-13

4.2.1 Batimetría 4-13

4.2.2 Caracterización de la macroinfauna bentónica 4-14

5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN 5-16

5.1 Monitoreo del stock de tortuga negra (*Chelonia mydas*) 5-16

5.1.1 Fotodidentificación 5-16

5.1.2 Morfometría 5-17

5.1.3 Estimación del tamaño poblacional 5-18

5.1.4 Análisis de hematología y bioquímica sanguínea 5-18

5.1.5 Análisis de contaminantes 5-20

5.1.6 Análisis genéticos 5-20

5.2 Caracterización de hábitat 5-21

5.2.1 Batimetría 5-21

5.2.2 Caracterización de la macroinfauna bentónica 5-21

6 CONCLUSIONES 6-27

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 7-28

8 ANEXOS 8-31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3-1 Área de estudio. Playa La Hedionda, Bahía Salado, Región de Atacama. 3-3

Figura 4-1 Red de captura para tortugas negras, utilizada en el sector de Playa La Hedionda en Bahía Salado. 4-4

Figura 4-2 Calado de red asistido por kayaks. 4-5

Figura 4-3 Monitoreo de red cada 30 minutos 4-5

Figura 4-4 Monitoreo de red desde la costa 4-5

Figura 4-5 Fotografía de perfil utilizada para la foto identificación de cada ejemplar. 4-6

Figura 4-6 Registro de medidas morfológicas en *Chelonia mydas*; a) Ancho de la cabeza, b) Largo del caparazón, c) Ancho del caparazón y d) Largo de la cola. 4-7

Figura 4-7 Registro de peso y marcaje con placas metálicas en *Chelonia mydas*; a) Peso, b) tenaza utilizada para insertar las placas y c) Placa metálica NOAA. 4-9

Figura 4-8 Liberación de ejemplares marcados. 4-9

Figura 4-9 Obtención de muestras biológicas en *Chelonia mydas*; a) y b) Muestra de sangre desde el seno cervical. 4-10

Figura 4-10 Obtención de muestras de piel y caparazón para análisis genéticos. 4-12

Figura 4-11 Esquema de diseño experimental para el perfil batimétrico e identificación del tipo de sustrato. 4-13

Figura 4-12 Esquema de la ubicación relativa de cada uno de los puntos de muestreo ... 4-15

Figura 5-1 Lista de potenciales individuos entregados por el software P.I.T.MAR 5-16

Figura 5-3 Ejemplo de un individuo adulto clasificado como hembra 5-18

Figura 5-4 Análisis MDS efectuado a ensambles de macroinfauna bentónica presentes en fondos submareales de sustrato blando. Bahía Salado, campañas desde el verano 2014 hasta verano 2015. 5-21

Figura 8-1 Ficha individual de captura 8-31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1 Equipo de trabajo, título profesional y cargo en el estudio. 6

Tabla 4-1 Coordenadas geográficas (UTM, WGS84, Huso 19J) de las estaciones del submareal blando, ubicadas en Bahía Chascos. 4-14

Tabla 5-1 Resumen de medidas morfológicas de individuos de *Chelonia mydas.* Bahía Salado. 5-17

Tabla 5-2 Valores de VGA y bioquímica sanguínea para los distintos individuos capturados en Bahía Salado primavera-verano 2013 y 2014. 5-18

Tabla 5-3 Valores de bioquímica sanguínea para los distintos individuos capturados en Bahía Salado primavera-verano 2013 y 2014. 5-19

Tabla 5-4 Media, Desviación Estándar, Rango y Mediana de las variables de hematocrito (VGA) y bioquímica sanguínea de la colonia de tortuga negra establecida en Bahía Salado. 5-19

Tabla 5-5 Contenido de metales pesados en sangre de *Chelonia mydas.* Bahía Salado. 5-20

Tabla 5-6 Abundancia total (Ind m^{-2}) promedio (n=3) de la macroinfauna bentónica asociada al sistema de pastos marinos (*Zoostera chilensis*) en Bahía Chascos. Campaña de verano 2014. 5-22

Tabla 5-7 Abundancia total (Ind m^{-2}) promedio (n=3) de la macroinfauna bentónica asociada al sistema de pastos marinos (*Zoostera chilensis*) en Bahía Chascos. Campaña de invierno 2014. 5-23

Tabla 5-8 Abundancia total (Ind m^{-2}) promedio (n=3) de la macroinfauna bentónica asociada al sistema de pastos marinos (*Zoostera chilensis*) en Bahía Chascos. Campaña de primavera 2014. 5-24

Tabla 5-9 Abundancia total (Ind m^{-2}) promedio (n=3) de la macroinfauna bentónica asociada al sistema de pastos marinos (*Zoostera chilensis*) en Bahía Chascos. Campaña de verano 2015. 5-25

EQUIPO DE TRABAJO

Tabla 1-1 Equipo de trabajo, título profesional y cargo en el estudio.

Profesional	Título / Oficio	Cargo
Rocío Álvarez Varas	Médico Veterinario, MSc.	Coordinador General
Karina Jorquera Lizama	Artesana	Coordinadora Local
Beatriz Brito Carrasco	Licenciada en Cs. Veterinarias y Pecuarias	Coordinadora Monitoreo Tortugas
Patricio Bahamondes Núñez	Biólogo Marino	Coordinador Caracterización de hábitat
Valentina Cortés Correa	Licenciada en Cs. Veterinarias y Pecuarias	Coordinadora Educación Ambiental

1 INTRODUCCIÓN

Las tortugas marinas son animales migratorios cuyo ciclo de vida está representado principalmente por dos tipos de hábitats: reproductivos y de alimentación (Lutz *et al*. 2003). Las costas de Chile constituyen hábitats de alimentación para 5 especies de tortugas marinas: *Caretta caretta, Chelonia mydas, Dermochelys coriacea, Eretmochelys imbricata y Lepidochelys olivacea* (Donoso & Dutton 2010; Álvarez *et al*., 2014). La tortuga verde o negra (*Chelonia mydas*), es una especie catalogada En Peligro de Extinción por la UICN (Seminoff, 2004) que se congrega en varios puntos costeros del norte del país para alimentarse. A la fecha, han sido descritos al menos seis sitios de congregación de esta especie entre la Región de Arica y Parinacota y Atacama, en estos lugares las tortugas permanecen todo el año (Ponce *et al*., 2013). Bahía Salado, corresponde al sitio de congregación más austral de tortuga negra en el Pacífico Oriental. Dentro de los principales componentes de este hábitat, además de las tortugas negras, se encuentran las praderas de *Zostera Chilensis*. Esta especie de pasto marino endémico de Chile también está catalogado En Peligro de Extinción por la UICN (Short & Waycott, 2010) y habita sólo en dos localidades del norte del país: Puerto Aldea en Coquimbo y Bahía Salado en Atacama (González & Edding, 1990). La presencia de tortugas y pastos, sumado a la alta diversidad de otras especies de flora y fauna, otorgan a este lugar un gran valor ecológico. De la misma forma, esta bahía presenta una marcada importancia en términos de productividad dentro de la región, sustentando en gran parte la economía de las comunidades costeras aledañas por medio de la pesca y extracción de algas (Geosensing, 2009). Es así, como desde el año 2010 se lleva a cabo en la zona el Plan de Manejo de Bahía Chascos, en el cual se administra la extracción de huiro canutillo (*Macrocystis spp*), cuyo cuota se define estacionalmente. En este mismo Plan de Manejo se espera incluir en un futuro otras pesquerías bentónicas de importancia comercial como el pulpo del norte (*Octopus mimus*), ostión del norte (*Argopecten purpuratus*), lapas (*Fissurella spp*.) y erizo rojo (*Loxechinus albus*), entre otros (MINECOM/SUBPESCA, 2010).

Aun cuando Bahía Salado representa un punto de relevancia ecológica y económica dentro de la Región de Atacama, es escasa la información científica existente sobre los componentes de este hábitat, especialmente sobre los pastos y tortugas negras. De la misma forma, existe poco conocimiento sobre la importancia ecológica de este ecosistema por parte de las comunidades locales. En este contexto, el presente proyecto tuvo por objetivo generar información científica sobre las tortugas marinas y su hábitat en Bahía Salado que permitiera educar y concientizar a las comunidades humanas aledañas acerca del valor ecológico de dicho ecosistema y su importancia en la economía de las comunidades locales. El alcance de dicho objetivo se planteó mediante el estudio sobre la ecología y salud de las poblaciones de *Chelonia mydas* y *Zostera chilensis*, caracterización de los componentes bióticos y abióticos de la bahía, evaluación de potenciales amenazas al ecosistema, generación de capacidades técnicas en pescadores y difusión de información y resultados del proyecto tanto a la comunidad científica como a las comunidades locales asociadas al área de estudio.

2 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Generar información científica sobre las tortugas marinas y su hábitat en Bahía Salado que permita educar y concientizar a las comunidades humanas aledañas acerca del valor ecológico de dicho ecosistema y su importancia en la economía de las comunidades locales.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la proporción de sexos y edades en la colonia de tortuga negra presente en Bahía Salado
- Estimar el tamaño poblacional de la colonia de tortuga negra presente en Bahía Salado
- Determinar parámetros de salud de la colonia de tortuga negra presente en Bahía Salado
- Determinar los niveles de metales pesados en sangre de tortugas negras presentes en Bahía Salado
- Conocer la procedencia de las tortugas negras presentes en Bahía Salado
- Desarrollar un perfil batimétrico del área de estudio.
- Caracterizar la composición y estructura de la macroinfauna bentónica de fondo blando en el área de estudio.

3 ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende el sector denominado “Playa La Hedionda” la cual se emplaza en Bahía Salado (E 303864 y N 6936370 WGS84, Huso 19J), ubicada a 80 km al suroeste de Copiapó, en la Región de Atacama (**Figura 3-1**). Esta región presenta un clima desértico con densa nubosidad costera y precipitaciones mayormente de tipo frontal, las cuales ocurren casi exclusivamente en invierno. Bahía Salado, es un sector de aguas poco profundas y playas de fondos duros y arenosos. En el extremo sur se encuentra protegida del embate directo de las corrientes, por una punta rocosa denominada “Punta Cachos”, que tiene una extensión de aproximadamente 4 km. Por el norte presenta una proyección rocosa de unos 500 m. Presenta una alta abundancia de algas marinas y una variación anual de la temperatura del agua entre 15 y 21°C, sin embargo en Playa La Hedionda, donde se congregan las tortugas, la temperatura puede alcanzar los 24°C en los meses más cálidos (Marambio, 2005). Playa La Hedionda, ubicada a 250 m de la proyección rocosa del extremo norte de la bahía, presenta un fondo rocoso en mayor proporción y baja profundidad, variando entre 0,5 y 8 metros, inclusive a más de 60-80 metros de la costa (Marambio, 2005).

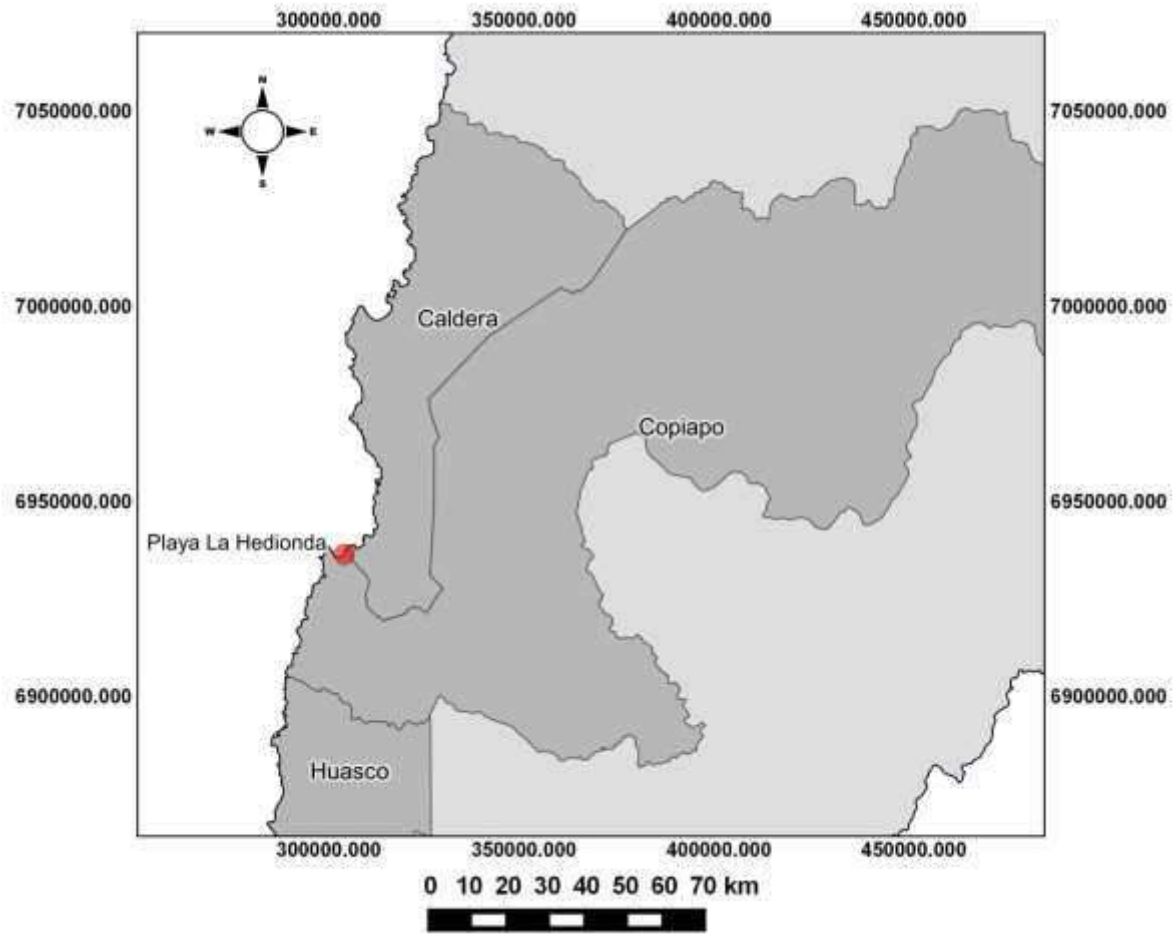


Figura 3-1 Área de estudio. Playa La Hedionda, Bahía Salado, Región de Atacama.

Folio010413

4 METODOLOGÍA

4.1 Monitoreo del stock de tortuga negra (*Chelonia mydas*)

4.1.1 Captura de ejemplares

Para cumplir con los objetivos planteados se realizaron capturas de tortuga negra en cada estación del año, completando un total de 6 campañas desde primavera 2013 hasta el verano 2015. Las campañas de captura tuvieron una duración de 7 días en promedio y se desarrollaron por profesionales con experiencia en el manejo de esta especie. La captura se realizó en la zona de congregación de tortugas con una red de enmalle (**Figura 4-1**) con las siguientes características: 50m de largo, 2,5m de alto y 40cm de abertura de malla. A partir de la campaña de otoño de 2014, se aumentó el esfuerzo de muestreo con el uso de otra red de 50m de largo, 1,8m de alto y 35cm de abertura de malla. Las redes se calaron durante 8 horas al día con la ayuda de dos kayaks (**Figura 4-2**) y fueron monitoreadas desde la costa (**Figura 4-4**) durante todo el día y dentro del agua (buzos a apnea) cada 30 minutos (**Figura 4-3**). Todas las campañas se efectuaron bajo la autorización de la Subsecretaría de Pesca mediante el Permiso de Pesca de Investigación otorgado el 5 de abril de 2013 (Resolución Exenta Nº 917).

Una vez que las tortugas fueron capturadas en la red de enmalle se trasladaron a la costa para realizar los procedimientos de foto identificación, morfometría, marcaje y toma de muestras de sangre en cada ejemplar, tal como se describe en los capítulos a continuación.



Figura 4-1 Red de captura para tortugas negras, utilizada en el sector de Playa La Hedionda en Bahía Salado.



Figura 4-2 Calado de red asistido por kayaks.



Figura 4-3 Monitoreo de red cada 30 minutos



Figura 4-4 Monitoreo de red desde la costa

4.1.2 Foto-identificación

El proceso se inició con la foto-identificación del ejemplar, mediante la toma de fotografías de ambos perfiles faciales en terreno (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Las fotografías fueron obtenidas con una cámara digital marca Fujifilm FinePix XP60 y posteriormente editadas en el programa Adobe Photoshop CS5 y analizadas en el software P.I.T.MAR para evaluar la foto-identificación como técnica no invasiva de respaldo al marcaje tradicional. El software P.I.T.MAR utilizó escamas cefálicas para diferenciar individuos. Se ingresaron fotos de ambos perfiles de cada ejemplar (n=7) previamente identificado con marcas metálicas, quedando de esta forma registrados en el sistema. Posteriormente, para la comprobación del software se realizó el matching de los individuos, ingresando al menos una fotografía adicional de cada ejemplar. Durante el matching, el programa realizó comparaciones con todos los individuos existentes en el sistema y de acuerdo al puntaje de ajuste calculado para cada ejemplar a prueba, se entregó una lista de 15 individuos potenciales ordenados por probabilidad de mayor a menor.



Figura 4-5 Fotografía de perfil utilizada para la foto identificación de cada ejemplar.

4.1.3 Morfometría

Para cada individuo se registraron las siguientes medidas morfológicas: ancho de cabeza (ACB), largo de cabeza (LCB), largo curvo del caparazón (LCC), largo recto del caparazón (LRC), ancho curvo caparazón (ACC), ancho recto caparazón (ARC), largo total cola (LC) y largo post-cloacal (LP). Las medidas morfológicas se obtuvieron mediante el uso de una cinta métrica y un pie de metro y el peso se obtuvo con una pesa (±100g) (**Figura 4-6**).

Las medidas del largo curvo de caparazón (LCC) y largo total de la cola (LC) nos permitieron determinar el estadio etario (juvenil y adulto) y el sexo de cada ejemplar respectivamente. Aquellos ejemplares con un largo de caparazón < 60,7cm fueron considerados juveniles y con valores ≥ 60,7cm se consideraron adultos (Zárate *et al.* 2003). Individuos con largo de cola que no sobrepasaba el borde caudal del caparazón fueron consideradas hembras, el resto fueron clasificados como machos (Wyneken 2004). Todos los datos fueron registrados en una ficha individual de captura (**Anexo Figura 8-1**).

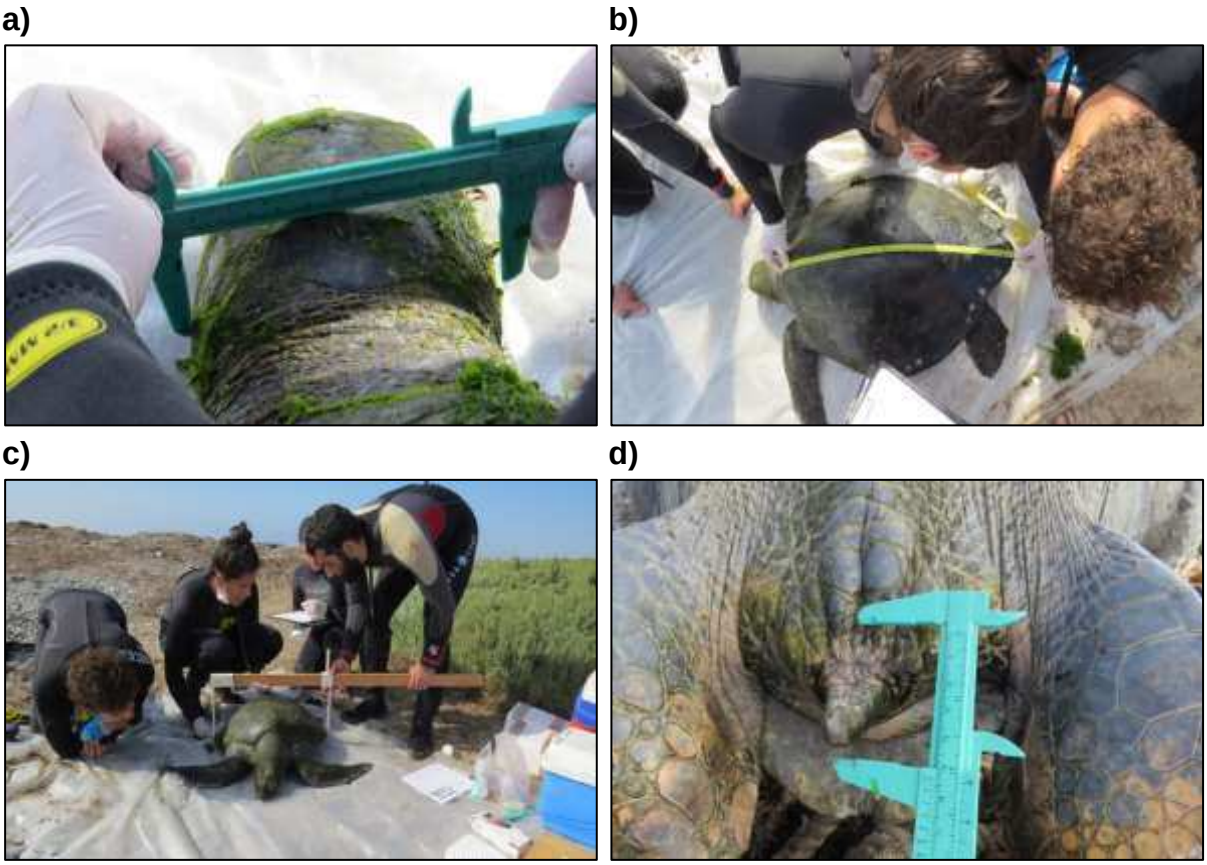


Figura 4-6 Registro de medidas morfológicas en *Chelonia mydas*; a) Ancho de la cabeza, b) Largo del caparazón, c) Ancho del caparazón y d) Largo de la cola.

Folio010417

4.1.4 Estimación del tamaño poblacional

Cada ejemplar capturado fue marcado, pesado y liberado en una zona distante al sitio de captura (**Figura 4-8**). El marcaje se realizó con placas metálicas en ambas aletas delanteras, con el uso de un aplicador especial (**Figura 4-7b**). Las placas fueron donadas por el National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) al inicio del proyecto.

Posteriormente, la identificación de los ejemplares con marcas metálicas nos permitió realizar una estimación del tamaño del stock de tortugas negras presente en Bahía Salado, aplicando el método de Schnabel (Badii *et al*., 2012). Este método considera los siguientes supuestos:

- La población es cerrada por lo que N es constante.
- Las marcas no se pierden entre cada muestreo.
- Todos los individuos tiene la misma probabilidad de ser capturados en la primera muestra.
- El marcaje no afecta la probabilidad que tiene un individuo de ser capturado.

El estimador poblacional de Schnabel es el siguiente:

$$\hat{N} = \frac{\sum_t (C_t M_t)}{\sum_t R_t}$$

Dónde:

C_t = Número total de individuos capturados en la muestra t.

$$C_t = R_t + U_t$$

R_t = Número de individuos marcados de los capturados en la muestra t

U_t = Número de individuos marcados por primera vez en la muestra t

M_t = Número de individuos marcados en la población antes de la muestra. Corresponde a la sumatoria de los individuos marcados en períodos anteriores, por lo tanto, el número de individuos marcados en la población es acumulativo a medida que se obtienen más muestras.

La tabulación de los datos incluyó: época de la campaña de captura, número de capturas (C_t), número de tortugas marcadas por primera vez (U_t) y número de recapturas (R_t).

a) b)

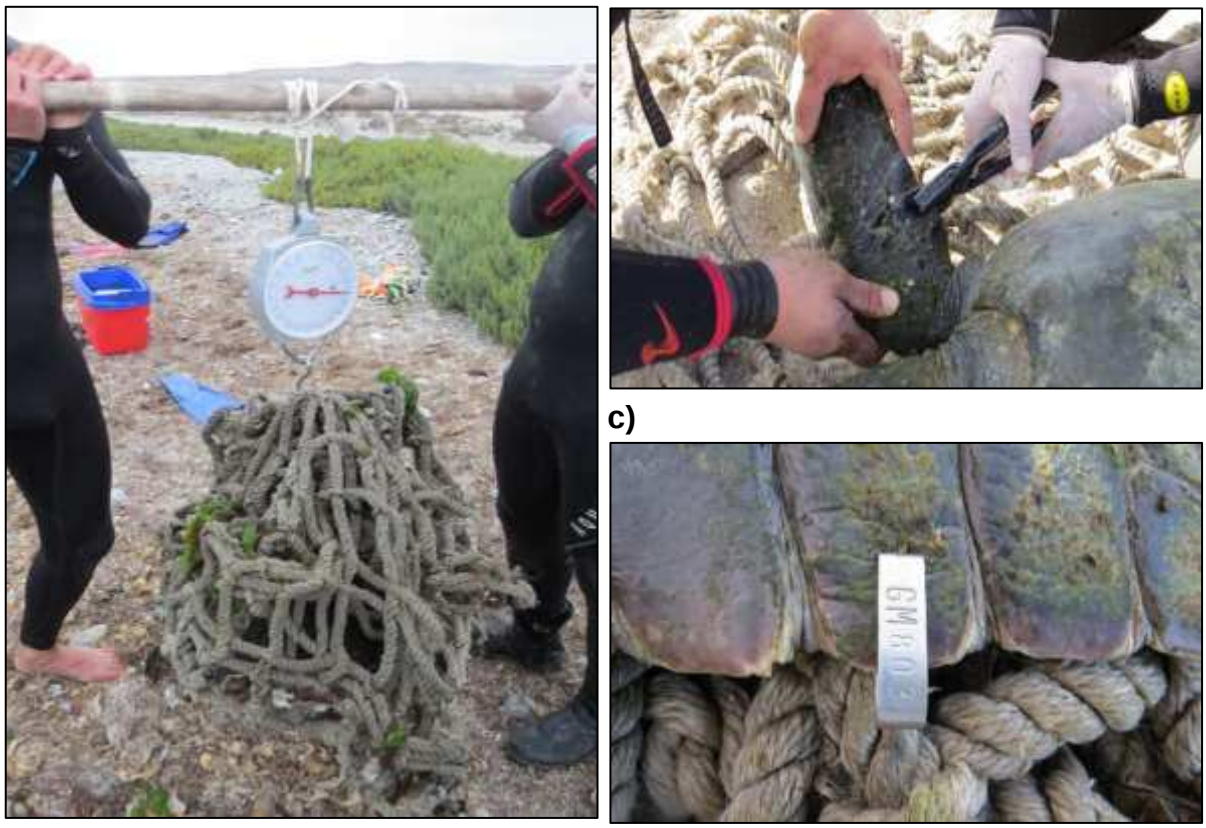


Figura 4-7 Registro de peso y marcaje con placas metálicas en *Chelonia mydas*; a) Peso, b) tenaza utilizada para insertar las placas y c) Placa metálica NOAA.

a) b)



Figura 4-8 Liberación de ejemplares marcados.

4.1.5 Análisis de hematología y bioquímica sanguínea

De cada individuo se recolectaron 3 ml de sangre desde la vena yugular externa (**Figura 4-9**), ubicada en la porción dorsal del cuello (Campbell, 2006). Se utilizaron jeringas de 5 ml con agujas de 21G. La sangre obtenida fue depositada en un tubo de recolección con el anticoagulante heparina de litio (Li) (BD Vacutainer®, NJ USA. 68 USP) y homogenizada durante 30 segundos. Cada tubo fue colocado en una gradilla para tubos dentro de un contenedor refrigerado (Coleman®) para su posterior transporte al lugar habilitado como laboratorio de terreno. Para el análisis se consideraron capturas y recapturas, hasta el momento se han analizado 10 de las 14 muestras obtenidas. Todos los análisis fueron llevados a cabo en el Laboratorio de Hematología y Bioquímica Clínica de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile.

a) **b)**



Figura 4-9 Obtención de muestras biológicas en *Chelonia mydas*; a) y b) Muestra de sangre desde el seno cervical.

4.1.5.1 Procesamiento de las muestras de sangre en terreno

Extendidos o frotis de sangre: luego de la recolección de la muestra y su homogeneizado en tubos con heparina litio, se realizaron tres extendidos de sangre por cada individuo con la técnica de porta objeto. A continuación, fueron secados al aire, fijados en metanol por cinco minutos y luego almacenados en una caja para porta objetos.

Microhematocrito: dos capilares para microhematocrito sin anticoagulante se llenaron con sangre hasta un nivel ¾ para ser centrifugados por cinco minutos a 12.000 rpm en una microcentrífuga Hawksley® (Hawksley y Sons Ltd, England). Uno de los capilares fue utilizado para realizar las siguientes mediciones, el otro fue utilizado como respaldo.

- Volumen Globular Aglomerado (VGA): en uno de los capilares se determinó, mediante una escala, el valor del VGA expresado en porcentaje, correspondiente al total de células eritrocitarias en sangre.

-Proteínas Plasmáticas Totales (PPT): el mismo capilar utilizado para leer el VGA fue cortado para extraer el plasma heparinizado que fue depositado en un refractómetro manual compensado para proteínas (modelo SPR-N ATAGO®, Japan). Se procedió a la lectura de la PPT.

Bioquímica sanguínea: el resto de la sangre heparinizada fue procesada para obtener plasma en un periodo máximo de una hora luego de la extracción. La muestra fue centrifugadas a 3500 rpm por 15 minutos en una centrifuga de campo. El plasma

heparinizado resultante fue traspasado con pipeta Pasteur estéril a criotubos los cuales fueron mantenidos en nitrógeno líquido (-196º C).

4.1.5.2 Tinción de los extendidos de sangre

Cada extendido de sangre fue teñido con una tinción Romanowsky, en este caso May-Grünwald-Giemsa, de acuerdo al protocolo descrito en Schalm's Veterinary Hematology (Jain, 1986). Estos extendidos fueron analizados para observar la presencia de hemoparásitos que pudieran aparecer en la sangre de esta colonia de tortuga negra.

Los frotis previamente fijados con metanol en terreno fueron nuevamente fijados en el laboratorio con metanol técnico durante cinco minutos a temperatura ambiente. A continuación, se procedió a desechar el sobrenadante del fijador y se depositó en cada frotis la preparación de la tinción May-Grunwald (Merck®, Germany) elaborada en proporción 1:1 con la tinción y el buffer fosfato (PBS), pH 7. Se incubó durante 10 minutos a temperatura ambiente. Luego se desechó el sobrenadante de esta tinción y se colocó en cada frotis la preparación de la tinción Giemsa elaborada con 2 ml de PBS pH 7 y cuatro gotas de tinción Giemsa (Merck®, Germany). Se incubó durante 10 minutos a temperatura ambiente. A continuación, se desechó el sobrenadante de la tinción, se lavó con agua corriente y luego se dejó secar a temperatura ambiente. Luego se observaron un total 20 campos en microscopio óptico (Carl Zeiss®, modelo Standard 20) en objetivo de inmersión (100x).

4.1.5.3 Análisis de la bioquímica sanguínea

Para el perfil bioquímico se obtuvo glucosa, proteína total, albumina, globulinas, calcio y fosforo, mediante la utilización del equipo Microlab 100 de MERK® de acuerdo a las siguientes metodologías:

- Proteína total: Método Colorimétrico Biuret Punto Final. (Total Protein, BioMed Egy Chem®, Egypt)
- Albúmina: Método Colorimétrico Punto Final. (Albumin, BioMed, Egy Chem®, Egypt)
- Glucosa: Método GOD-Trinder (Glucosa Liquiform, Labtest Diagnostica S.A.®, Brasil).
- Urea: Método Colorimétrico Punto Final (Urea Cinética K056 Líquido Estable, Bioclin®, Quibasa Química Básica Ltda, Brasil)
- Calcio: Método Colorimétrico Arsenazo III. (Calcium-Arsenazo III, BioMed, Egy Chem®, Egypt)
- Fósforo: Método Colorimétrico UV Punto Final (Fósforo UV K068, Bioclin®, Quibasa Química Básica Ltda, Brasil)

4.1.6 Análisis de contaminantes

Se colectaron 2 mL de sangre, los cuales fueron almacenados en heparina litio y mantenida en nitrógeno líquido para la determinación de metales pesados. Los análisis fueron realizados en el Laboratorio Veterinario Especializado Vetlab®, en Santiago, Chile. Las muestras fueron procesadas mediante Espectrofotometría de Absorción Atómica (EAA) y las concentraciones de los metales se expresaron en µg/g. Las muestras y los estándares se analizaron en duplicado, en series distintas y fueron leídas contra un blanco de reactivos en un espectofotómetro de absorción atómica Shimatzu® AA-6200 de rango espectral λ 190-900ηm integrado al software AWizard. Para la determinación del cobre se diseñó una curva de calibración con 10 diluciones de entre 0,1-10 µg/g, obtenidas de un patrón estándar de concentración certificada para Cu (SeronomTM Trace Elements Serum). Las muestras y los estándares fueron leídos a λ 324,7 ηm, de acuerdo al protocolo estandarizado para Cu. Para plomo la curva de calibración se diseñó con 10 puntos de concentración en el rango de 0,01-5,0 µg/g, obtenidos por dilución del patrón de concentración certificada para Pb (SeronomTM Trace Elements Whole Blood). La medición se realizó a λ 283,3 ηm.

4.1.7 Análisis genéticos

Para realizar los análisis genéticos, las muestras de piel y caparazón (<0.5cm) fueron obtenidas con un biopunch (**Figura 4-10**) en terreno y posteriormente almacenadas a temperatura ambiente en etanol absoluto para los análisis genéticos.

Con el objetivo de determinar la posible procedencia de los individuos presentes en Bahía Salado, se estudió la región control del ADN mitocondrial. El ADN de las muestras fue aislado usando el protocolo de Aljanabi & Martinez (1997). Se amplificó la región control (D-loop; 850bp) con los partidores descritos por Allard *et al.* 1994. Las reacciones se llevaron a cabo en un volumen total de 25 µL con 2 µL de ADN, 1x reacción buffer, 200 µM de dNTP, 0.5 µM de cada partidor y 0,8 unidades de Taq ADN polimerasa Platinum (Invitrogen). La concentración de MgCl2 fue de 1,4 mM y se siguió el ciclo de temperatura descrito por Veliz *et al.* 2014. El producto PCR fue visualizado con electroforesis en gel de agarosa al 1% usando red gel. Los procedimientos descritos anteriormente fueron realizados en el Laboratorio de Genética Molecular, Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Los productos finales fueron purificados y secuenciados bilateralmente en Macrogen Inc., Seoul, Korea. Las secuencias fueron alineadas usando Sequencher 5.1. (Gene Codes Corporation, Ann Arbor, MI, USA). Los sitios polimórficos y haplotipos fueron identificados con ClustalX 2.1 (Thompson *et al.* 1997). Finalmente con la herramienta bioinformatica BLAST de GenBank se contrastó nuestras secuencias con aquellas descritas en la base de datos internacional.

a) **b)**



Figura 4-10 Obtención de muestras de piel y caparazón para análisis genéticos.

4.2 Caracterización de hábitat

4.2.1 Batimetría

En la caracterización de hábitat, se consideró la batimetría del área de estudio, la identificación del tipo de sustrato y la estructura-organización de comunidades bentónicas de fondo blando.

Se obtuvo un perfil batimétrico utilizando transectos perpendiculares a la línea de costa. Se distribuyeron 10 transectos, separados a 50m uno del otro, cubriendo 500m de borde costero. En cada transecto, se ubicaron 20 puntos de muestreo, separados a 10m uno del otro, cubriendo 200m lineales desde la línea de costa hacia el Oeste. En cada punto de muestreo se evaluó la profundidad y el tipo de sustrato. El tipo de sustrato fue caracterizado sustrato blando (*e.g.* arena, fango, conchilla), sustrato duro (*e.g.* planchón, cantos rodados, paredón) o sustrato mixto (**Figura 4-11**).

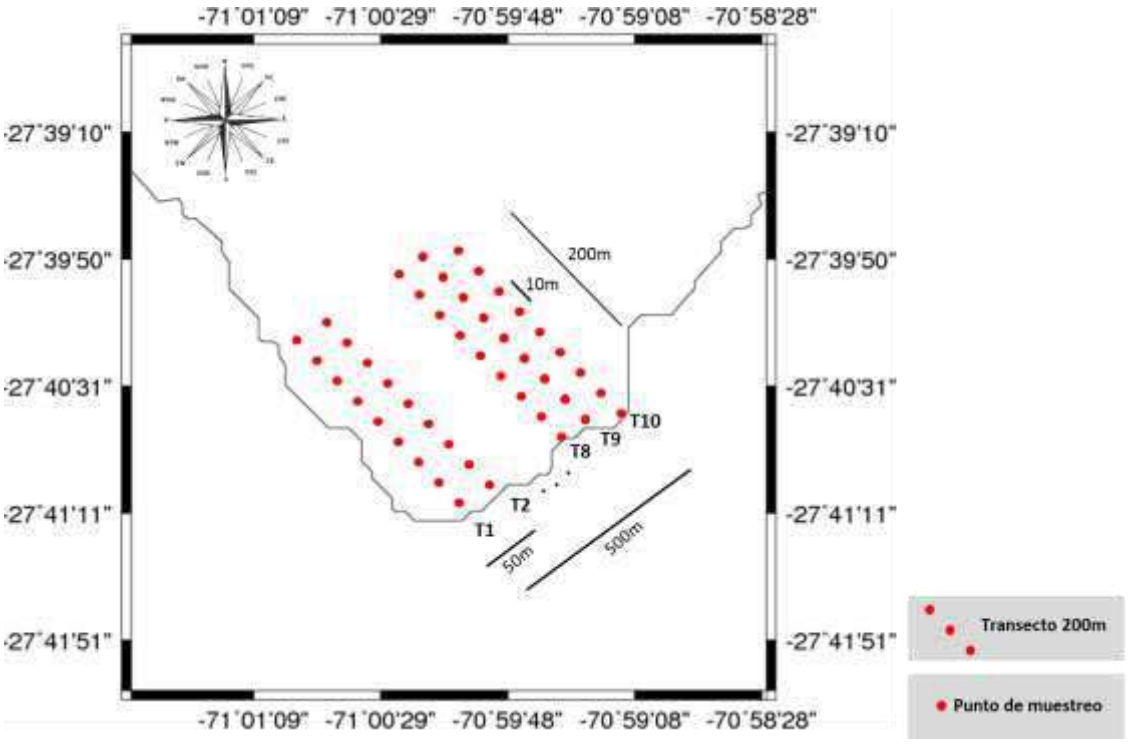


Figura 4-11 Esquema de diseño experimental para el perfil batimétrico e identificación del tipo de sustrato.

Folio010423

4.2.2 Caracterización de la macroinfauna bentónica

A partir de la información generada por la batimetría y tipo de sustrato, se realizó una caracterización de la macroinfauna bentónica de fondo blando con una frecuencia trimestral, a partir del verano del año 2014 hasta el verano del año 2015, exceptuando la campaña de otoño 2014 por presencia de la medusa "Fragata Portuguesa" en el área de estudio. Se distribuyeron aleatoriamente 10 puntos de muestreo (**Figura 4-12**, **Tabla 4-1**). En cada punto de muestreo se colectaron muestras de sedimento, utilizando un core de PVC de 0,0087 m^2 de superficie. De cada punto de muestreo se obtuvieron tres réplicas, las que fueron cernidas *in situ* a través de una malla de 0,5 mm de luz. Las muestras fueron fijadas en tierra con una solución de formalina-agua de mar al 4%. En el laboratorio, la fauna retenida fue separada e identificada al nivel taxonómico más bajo posible. Cada uno de los grupos taxonómicos identificados fue pesado en una balanza analítica de doble rango marca PRECISA, Modelo 262-SMA-FR, con una precisión de 0,00001 g.

Con los datos obtenidos en cada réplica (composición y abundancia), se generó una matriz de doble entrada (taxa v/s muestras), a partir de la cual se calcularon las siguientes variables:

- Abundancia y Riqueza total.
- Abundancia y Riqueza promedio.

Considerando que la evaluación de este componente requiere de la extracción total y la fijación con formalina de la fauna presente en los corer de 0,0087 m^2, el muestreo se restringió al mínimo de réplicas (3) por punto de muestreo.

Tabla 4-1 Coordenadas geográficas (UTM, WGS84, Huso 19J) de las estaciones del submareal blando, ubicadas en Bahía Chascos.

PUNTO MUESTREO	COORDENADAS (WGS84, Huso 19J)	
	Norte	Este
BCSB 1	6936401	304111
BCSB 2	6936475	304081
BCSB 3	6936451	304043
BCSB 4	6936379	304077
BCSB 5	6936372	304008
BCSB 6	6936490	303936
BCSB 7	6936335	303942
BCSB 8	6936317	303953
BCSB 9	6936410	303694
BCSB 10	6936288	303858



Figura 4-12 Esquema de la ubicación relativa de cada uno de los puntos de muestreo

La composición de especies entre las campañas de muestreo fue evaluada utilizando un análisis de escalamiento multidimencional (MDS) disponible en el software PRIMER 6. Este ordenamiento de datos se basa en la obtención de una matriz cuadrática de distancias entre n estímulos en un espacio multidimencional a partir de una matriz cuadrática de similitudes o proximidades entre n objetos reales. Esta técnica ha sido utilizada para determinar diferencias en la composición de especies entre dos o más lugares (Clarke y Warwick, 2001).

Dentro de los modelos clásicos del MDS están los métricos y no métricos. El modelo no métrico que se utilizó en este trabajo consiste en una relación lineal entre las proximidades y las distancias. Para la generación de la matriz de similitudes se utilizó el índice de Bray-Curtis (Clarke & Warwick, 2001) que ignora los valores ceros para ambos objetos o grupos y es determinado por las variables con altos valores de abundancia que son los que causan las diferencias entre los objetos. El resultado del MDS fue graficado en una figura de 2 dimensiones donde la distancia entre cada uno de los puntos reflejará la diferencia existente entre ellos. El indicador del grado de discrepancia entre los valores reales y los representados en la figura se denomina estrés (Stress) (Clarke & Warwick, 2001; Quinn & Keough, 2002).

Para determinar si existen diferencias significativas en la composición de especies entre llas campañas de muestreo, se realizó un Análisis de Similitud (ANOSIM) de una vía, con "Campaña de muestreo" como factor. Para el análisis se utilizó como variable dependiente las abundancias de cada grupo taxonómico (Clarke & Warwick, 2001; Gotelli & Ellison, 2000). Las diferencias que pudieran existir entre todos los grupos las otorga el estadígrafo global R, el cual puede variar entre -1 y 1. Así, R será cercano a 1 si todos los grupos son más similares entre sí con respecto a otros grupos distintos, por tanto habrá diferencias. Por otra parte, el valor de R será aproximado a cero si la hipótesis nula es verdadera, de manera que las similitudes entre y dentro de los grupos serán iguales, indicando que no existen diferencias (Clarke & Warwick, 2001).

5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Monitoreo del stock de tortuga negra (*Chelonia mydas*)

Durante las 6 campañas realizadas en el área de estudio durante el 2013 y 2015 se obtuvo un total de 14 capturas, de las cuales 7 correspondieron a individuos nuevos y 7 fueron recapturas.

5.1.1 Foto-identificación

Las 10 comparaciones realizadas con las fotografías adicionales de los 7 individuos de tortuga negra, se encontraron en el primer tercio de la lista de potenciales individuos (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Sólo una fotografía se ubicó en el quinto lugar y en un 60% de los casos el individuo focal (fotografía adicional) se posicionó en primer lugar. Además todos los individuos en la lista de resultados posicionados antes del individuo focal pertenecían al morfotipo amarillo de *Chelonia mydas,* el cual habita en el Océano Atlántico e Indo-Pacifico. Por lo tanto, nuestros resultados sugieren que la foto-identificación es una técnica confiable y puede ser utilizada como respaldo al marcaje tradicional de tortugas negras presentes en Bahía Salado, disminuyendo el margen de error en ejemplares que han extraviado sus marcas. No obstante, un mayor tamaño de muestra será necesario para evaluar el reemplazo definitivo de marcas por esta técnica no-invasiva en proyectos futuros.

Posición	Ejemplar	Izquierdo	Derecho	Global	
1	2014-Chemyd-5	0	6	6	ver
2	2014-Chemyd-9	0	6	6	ver
3	2015-Chemyd-4	0	6	6	ver
4	2014-Chemyd-1	0	5	5	ver
5	2014-Chemyd-30	0	4	4	ver
6	2014-Chemyd-11	0	4	4	ver
7	2014-Chemyd-3	0	4	4	ver
8	2014-Chemyd-22	0	4	4	ver
9	2014-Chemyd-23	0	4	4	ver
10	2014-Chemyd-6	0	4	4	ver
11	2014-Chemyd-10	0	4	4	ver
12	2014-Chemyd-21	0	4	4	ver
13	2014-Chemyd-2	0	4	4	ver
14	2014-Chemyd-32	0	4	4	ver
15	2014-Chemyd-26	0	4	4	ver

Figura 5-1 Lista de potenciales individuos entregados por el software P.I.T.MAR

Folio010426

5.1.2 Morfometría

Las medidas morfológicas de los individuos capturados durante las 6 campañas de trabajo incluidas en este estudio se presentan en la **Tabla 5-1**. En la tabla, se observan las medidas de la última captura de cada tortuga (en el caso de recapturas), dado que la variación entre las medidas fue muy baja. Nuestros resultados indican que 5 de los 7 individuos fueron adultos y 2 fueron juveniles. Por otro lado, los cinco adultos fueron clasificados como hembras (**Figura 5-2**). Resultados similares fueron obtenidos por Veliz *et al.* (2014) en la Bahía Chinchorro, Arica, donde de un total de 18 tortugas capturadas, 7 fueron juveniles y 11 fueron hembras adultas. El valor promedio del largo curvo del caparazón (LCC) encontrado en nuestro estudio fue de 65,5cm, la mínima de 51,5cm y la máxima de 81,8cm. En relación al largo de la cola, el promedio fue de 12,1cm, la mínima de 8,3cm y la máxima de 16,6cm. El peso de los individuos varió entre 23kg y 78kg, con un promedio de 41kg.

Tabla 5-1 Resumen de medidas morfológicas de individuos de *Chelonia mydas.* Bahía Salado.

Nº REGISTRO	Nº PLACA	ACB	LCB	LCC	LRC	ACC	ARC	LC	LPC	P
1 R*	801	10,4	15,4	63	56,6	62,1	47,5	9,3	-	29
	802									
2 R*	803	11,3	18,9	81,8	72,6	77,5	58,2	16,6	5,9	78
	804									
3R*	805	9,3	14,3	58,8	54,7	54,9	45	10,6	5,5	30
	806									
4R*	807	7,9	12,9	51,5	47,7	50,2	39,6	8,3	2,8	23
	808									
5	809	9,4	14,5	65,6	58,8	62	60,1	13,6	4.0	30
	810									
6	811	11,9	15,4	75,5	67,6	71,3	55	12,7	3,21	57
	812									
7	813	10,2	13,2	62,3	57,3	61	49,8	13,3	4,7	38
	814									
Promedio		**10,1**	**14,9**	**65,5**	**59,3**	**61,3**	**50,7**	**12,1**	**4,35**	**41**

** Indica que los individuos fueron recapturados. Por lo tanto, las medidas morfológicas presentes en la tabla corresponden a las registradas en la última captura de cada individuo*

ACB: ancho cabeza, LCB: largo cabeza; LCC: largo curvo caparazón; LRC: largo recto caparazón; ACC: ancho curvo caparazón; ARC: ancho recto caparazón; LC: largo total cola; LPC: largo post-cloacal; P: peso.

Folio010427



Figura 5-2 Ejemplo de un individuo adulto clasificado como hembra

5.1.3 Estimación del tamaño poblacional

Conforme al método de Schnabel basado en la metodología de marcaje-captura-recaptura, la colonia de tortugas negras que reside en Bahía Salado estaría compuesta por al menos 7 individuos diferentes. Resultados similares fueron obtenidos por Marambio (2005), quien a través de marcas naturales determinó la presencia de 6 individuos de tortuga negra en Bahía Salado.

5.1.4 Análisis de hematología y bioquímica sanguínea

Con respecto a los extendidos de sangre estos fueron analizados para observar la presencia de hemoparásitos que pudieran aparecer en la sangre de esta colonia de tortuga negra dando negativo el resultado para todos los casos.

En la tabla (**Tabla 5-2**) y (**Tabla 5-3**) se muestran los resultados obtenidos de hematología y bioquímica sanguínea para las capturas realizadas en las temporadas de primavera-verano 2013 y 2014.

Tabla 5-2 Valores de VGA y bioquímica sanguínea para los distintos individuos capturados en Bahía Salado primavera-verano 2013 y 2014.

N	N° Placa	VGA %	Proteína Total g/L	Albumina g/L	Globulinas g/L	A/G	Bilirrubina umol/L	Calcio mmol/L	Fósforo mmol/L	Glucosa mmol/L
1	801/802	37	60,96	22,9	38,06	0,6	1,092	2,37	4,68	6,57
2	803/804	24	55,04	24,74	30,26	0,82	1,212	2,18	4,78	5,75
3	805/806	32	66,92	24,45	42,45	0,58	0,547	3,01	3,79	5,66
4	807/808	43	65,11	29,13	35,97	0,81	1,116	2,57	4,08	7,61
5	809/810	38	63,31	28,13	35,17	0,8	0,654	2,52	3,82	7,28
6	811/812	36	50,12	21,07	29,03	0,73	0,925	3,03	3,6	5,91
7	813/814	28	63,03	27,58	35,42	0,78	0,462	5,12	3,1	5,45
8r	807/808	32	55,32	24,46	30,86	0,79	0,733	2,37	4,86	5,88
9r	805/806	36	74,72	26,36	48,36	0,55	0,806	3,2	4,32	6,57
10r	803/804	29	51,59	21,27	30,32	0,7	1,019	2,28	3,17	6,96

Tabla 5-3 Valores de bioquímica sanguínea para los distintos individuos capturados en Bahía Salado primavera-verano 2013 y 2014.

N	N° Placa	Urea mmol/L	Creatinina umol/L	CK U/L	ALP U/L	ALT(GPT) U/L	LDH U/L
1	801/802	0,81	27,6	2.651,00	99,1	25,77	1.127,00
2	803/804	1,83	28,47	1.641,00	61,05	7,61	329,3
3	805/806	2,84	31,99	1.982,00	105,3	16,33	407,8
4	807/808	0,84	32,05	2.779,00	61,41	9,49	516,2
5	809/810	0,96	51,16	2.387,00	80,67	8,78	363,9
6	811/812	1,13	28,22	3.110,00	92,28	6,35	431,4
7	813/814	1,68	22,52	778,7	42,66	5,74	380,5
8r	807/808	1,94	32,23	1.794,00	71,52	9,16	387
9r	805/806	3,06	28,66	1.255,00	131,6	8,51	251,8
10r	803/804	0,53	28,41	2.805,00	65,11	13,39	1.067,00

Los análisis de hematología y bioquímica sanguínea se han agrupado en la (**Tabla 5-4**) con el fin de caracterizar la hematología y bioquímica sanguínea de la colonia que habita en Bahía Salado. Con esto podemos hacer una comparación con los valores referenciales establecidos en otros sitios. Es importante esclarecer que los valores bioquímicos y hematológicos de tortugas marinas además de variar según la genética, madurez, sexo, y estado migratorio, pueden variar con la localización geográfica, tipo de hábitat y la dieta (Flint, 2010).

Al compararlos con los parámetros establecidos por Flint *et al.* (2010) encontramos que los valores de albumina, fosfatasa alcalina, calcio y fosforo se encuentran sobre el rango superior establecido. Debido a que un leve aumento de la albumina presente en todos los individuos muestreados en Bahía Salado se presenta junto a valores de proteína total y globulinas en los límites superiores, lo anterior sumado a una relación A/G normal nos lleva a que la explicación más probable del aumento de la albumina se deba a hemoconcentración por una deshidratación leve (Osborne *et al.*, 2010; Tristán, 2008). De la misma forma el calcio y fósforo se presentan elevados de forma leve lo cual puede deberse a la dieta presente en el área, cabe destacar que la totalidad de los individuos se encontraban en una condición corporal 5 de 5 con evidentes reservas grasas lo que da cuenta de una alimentación abundante (Labrada-Martagón *et al.*, 2010; Montilla *et al.*, 2008; Tristan, 2008). El resto de los parámetros se encuentran dentro de los valores establecidos por Flint *et al.* (2010) lo que se ajusta a la condición sana en que se encontró a la totalidad de individuos muestreados.

Tabla 5-4 Media, Desviación Estándar, Rango y Mediana de las variables de hematocrito (VGA) y bioquímica sanguínea de la colonia de tortuga negra establecida en Bahía Salado.

Variable	Media	Desviación Estándar	Rango	Mediana	Tamaño muestra
VGA%	34%	0,055	24%-43%	34%	10
Proteína total g/LLS	60,61	7,621	50,12-74,72	61,995	10
Albumina g/L*	25,01	2,784	21,27-29,13	24,6	10
Globulinas g/L LS	35,58	6,127	29,03-48,36	35,295	10
A/G	0,715	0,104	0,545-0,818	0,752	10
Calcio mmol/L*	2,664	0,387	2,175-5,123	2,548	10
Creatinina umol/L	31,13	7,598	22,52-51,16	28,565	10
Fosforo mmol/L*	4,02	0,636	3,103-4,783	3,95	10
Glucosa mmol/L	6,363	0,744	5,451-6,963	6,241	10

AST (GOT) U/L *	305,4	118,14	220-579,7	259,45	10
LDH U/L	526,2	308,678	251,8-1127	397,4	10
Fosfatasa Alcalina U/L*	81,07	26,246	42,66-131,6	76,095	10
Bilirrubina umol/L	0,857	0,256	0,547-1,212	0,865	10
Urea mmol/L	1,561	0,869	0,5281-3,061	1,4045	10
CK U/L	2118	755,637	778,7-2805	2184,5	10

* = sobre el rango superior ; LS: valores en el límite superior

5.1.5 Análisis de contaminantes

La concentración de metales pesados presentes en sangre de tortugas de Bahía Salado se muestra en la **Tabla 5-5**. Se analizaron muestras provenientes de 7 individuos y además muestras de recapturas que variaron según individuo. Los valores de cobre y plomo presentes en sangre estuvieron dentro del rango esperado para la especie y estado etario (Cu: 0,25-3,13 µg/g y Pb: 0,75-1,20 µg/g) (Ley-Quiñones *et al.,* 2013; Páez-Osuna *et al.,* 2010).

Tabla 5-5 Contenido de metales pesados en sangre de *Chelonia mydas*. Bahía Salado.

Nº ejemplar	Código de muestra	Código de captura	Cu(µl/g)	Pb(µl/g)
1	801-802	C1	1,124	1,167
1	801-802	R1	1,165	1,191
2	803-804	C1	1,493	0,873
2	803-804	R1	1,537	0,797
3	805-806	C1	1,982	1,231
4	807-808	C1	1,656	1,286
4	807-808	R1	1,301	1,178
4	807-808	R2	3,423	1,361
4	807-808	R3	3,806	0,949
5	809-810	C1	2,897	1,156
6	811-812	C1	3,129	1,243
7	813-814	C1	3,589	0,831
Promedio			2,259	1,105

5.1.6 Análisis genéticos

A través del análisis genético de 7 individuos capturados en Bahía Salado, se determinó la presencia de cuatro haplotipos (850bp) utilizando el marcador mitocondrial región control (CR). Se determinó que tres de los haplotipos son compartidos con haplotipos de alta frecuencia presentes en zonas de reproducción de las Islas Galápagos, Ecuador. El cuarto, se comparte con un haplotipo de alta frecuencia documentado en México. Por lo tanto, nuestros resultados sugieren como potencial procedencia de estas tortugas las costas de Ecuador y México. En Chile, el único estudio publicado sobre genética de tortuga negra es de Veliz *et al*. (2014), quienes identificaron cuatro haplotipos en un total de 18 individuos. Lo anterior sugiere una alta diversidad genética en la colonia de Bahía Salado, no obstante será necesario aumentar el tamaño de muestra para tener resultados más robustos. Veliz *et al.* (2014), también encontraron haplotipos compartidos con México y Ecuador, lo cual resalta la necesidad de aumentar no sólo el tamaño muestreal sino también el número de localidades o sitios de forrajeo de esta especie en el país. Además destaca la importancia

de realizar estudios de movimientos por medio de telemetría satelital que permitan determinar la forma en que se desplazan estos animales a los largo de las costas chilenas.

5.2 Caracterización de hábitat

5.2.1 Batimetría

De acuerdo a la profundidad, el área de estudio corresponde a un sistema somero con una profundidad máxima de 8m. Por otra parte, el 35,7 % de los puntos presentó sustrato blando (arena), mientras que el 64,3% presentó sustrato duro (bolones, planchones o cantos rodados). El detalle de la ubicación, profundidad y tipo de sustrato asociada a cada punto de muestreo se encuentra en el archivo "**2015-04-07 Qarapara_Batimetría y tipo de sustrato.kmz**" adjunto como anexo (visualizar en Google earth).

5.2.2 Caracterización de la macroinfauna bentónica

La composición zoobentónica submareal estuvo mayormente representada por el grupo Mollusca. Los mayores valores de riqueza y abundancia se registraron en la campaña de primavera 2014, con un promedio de 12,7 y 2122,6 Ind m^{-2} respectivamente. Destaca la presencia de estadios ontogenéticos tempranos de los taxa *Tagelus dombeii* (Navajuela), *Argopecten* sp. (Ostión), *Fissurella* sp. (Lapa) y *Cancer* sp. (Jaiba) por representar a recursos hidrobiológicos de importancia comercial para la pesca artesanal a nivel local. (**Tabla 5-6 Tabla 5-7 Tabla 5-8 Tabla 5-9**)

Con respecto a la estructura y composición de las comunidades, el ordenamiento de los datos de abundancia de los ensambles de macroinfauna prospectados en el área de estudio; a través del ordenamiento multidimensional escalado (MDS) (**Figura 5-3**), indicó un alto grado de homogeneidad en la estructura de los ensambles entre las campañas evaluadas. Este atributo se ratificó a través del análisis de similitudes efectuado entre los ensambles (ANOSIM), donde las cuatro campañas analizadas no presentaron diferencias entre sí (ANOSIM: R=0,264; p<0,05)

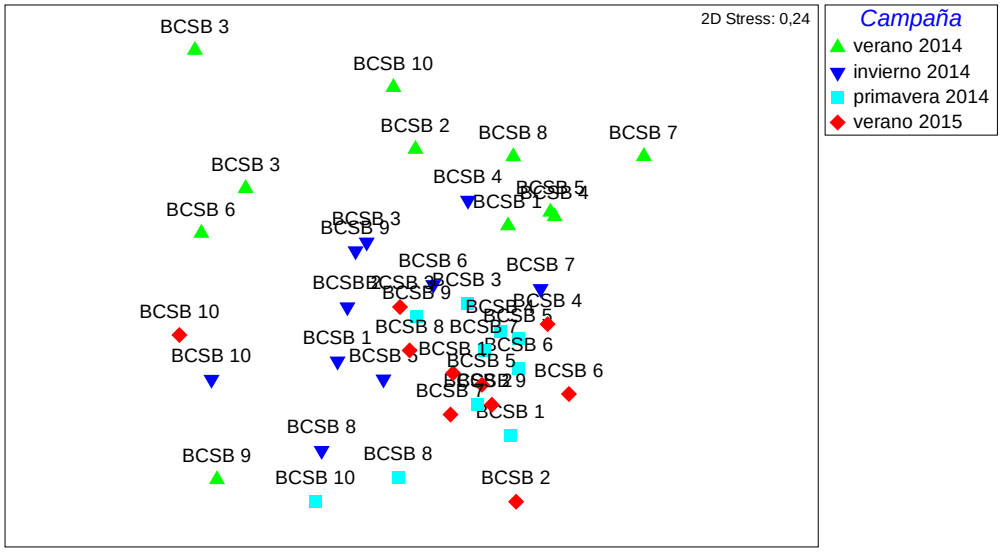


Figura 5-3 Análisis MDS efectuado a ensambles de macroinfauna bentónica presentes en fondos submareales de sustrato blando. Bahía Salado, campañas desde el verano 2014 hasta verano 2015.

Tabla 5-6 Abundancia total (Ind m^{-2}) promedio (n=3) de la macroinfauna bentónica asociada al sistema de pastos marinos (*Zostera chilensis*) en Bahía Chascos. Campaña de verano 2014.

TAXA/PUNTO MUESTREO	BCSB 1	BCSB 2	BCSB 3	BCSB 3	BCSB 4	BCSB 5	BCSB 6	BCSB 7	BCSB 8	BCSB 9	BCSB 10
ANNELIDA											
Amphinomidae	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cirratulidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	76,6	0,0
Flabelligeridae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Maldanidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	38,3	0,0	38,3
Oeonidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Orbiniidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3
Paraonidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0
Phascolosomatidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3
Pisionidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3
Polychaeta indet.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	76,6	0,0
Questidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0
Scalibregmatidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3
Sigalionidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0
Terebellidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0
MOLLUSCA											
Aesopus aliciae	76,6	38,3	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Calyptraea trochiformis	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0
Crepidula sp	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Diloma nigérrima	0,0	0,0	2,0	76,6	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Mitrella sp	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mitrella unifasciata	191,6	0,0	0,0	0,0	38,3	153,3	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0
Nassarius gayi	459,8	76,6	0,0	0,0	344,8	268,2	0,0	38,3	76,6	0,0	38,3
Salitra radwini	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0
Tegula luctuosa	153,3	0,0	1,0	76,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cumingia sp	0,0	76,6	2,0	114,9	0,0	0,0	268,2	0,0	0,0	383,1	0,0
Eurhomalea sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mulinia sp	0,0	0,0	1,0	76,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nucula sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	344,8	0,0
Tagelus dombeii	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	76,6	0,0	0,0
ARTHROPODA											
Homalaspis sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Pagurus sp	38,3	0,0	1,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pinnixa sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	344,8
Pseudocorystes sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	76,6	0,0	0,0
Taliepus sp	76,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0
RIQUEZA	**8,0**	**3,0**	**5,0**	**6,0**	**3,0**	**5,0**	**7,0**	**2,0**	**6,0**	**9,0**	**7,0**
ABUNDANCIA	**1072,8**	**191,6**	**7,0**	**421,5**	**421,5**	**536,4**	**498,1**	**76,6**	**344,8**	**1072,8**	**574,7**
RIQUEZA PROMEDIO						**5,5**					
ABUNDANCIA PROMEDIO						**474,3**					

Tabla 5-7 Abundancia total (Ind m^{-2}) promedio (n=3) de la macroinfauna bentónica asociada al sistema de pastos marinos (*Zostera chilensis*) en Bahía Chascos. Campaña de invierno 2014.

TAXA/PUNTO MUESTREO	BCSB 1	BCSB 2	BCSB 3	BCSB 4	BCSB 5	BCSB 6	BCSB 7	BCSB 8	BCSB 9	BCSB 10
ANNELIDA										
Amphinomidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	38,3	38,3	0,0	0,0
Amphinomidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Capitellidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	191,6	0,0	0,0	0,0
Cirratulidae	0,0	0,0	0,0	0,0	76,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Flabelligeridae	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lumbrineridae	0,0	0,0	0,0	0,0	306,5	0,0	0,0	498,1	114,9	0,0
Maldanidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	114,9	0,0	38,3
Oeonidae	0,0	0,0	38,3	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	76,6	76,6
Paraonidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0
Phascolosomatidae	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Phascolosomatidae	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	76,6	76,6	38,3	0,0	0,0
Pisionidae	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Polychaeta indet.	38,3	114,9	114,9	0,0	76,6	76,6	0,0	728,0	191,6	114,9
Questidae	0,0	0,0	0,0	0,0	191,6	0,0	0,0	2222,2	0,0	76,6
Sigalionidae	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0
Terebellidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	114,9	0,0	0,0
MOLLUSCA										
Aesopus aliciae	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	38,3	38,3	0,0	38,3	0,0
Fissurella sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0
Mitra orientalis	38,3	0,0	38,3	38,3	0,0	38,3	38,3	0,0	0,0	0,0
Mitrella sp	0,0	0,0	38,3	153,3	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0
Mitrella unifasciata	191,6	0,0	0,0	0,0	38,3	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Nassarius gayi	0,0	76,6	114,9	191,6	114,9	498,1	306,5	76,6	191,6	0,0
Rissoina inca	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0
Tegula luctuosa	38,3	38,3	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	76,6	0,0
Turritella cingulata	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	38,3	0,0
Argopecten sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Aulacomya ater	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Brachidontes granulata	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0
Carditella sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Cumingia sp	0,0	38,3	38,3	0,0	0,0	76,6	0,0	0,0	76,6	0,0
Mulinia sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	76,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Nucula sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Tagelus dombeii	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	38,3	229,9	0,0	0,0
ARTHROPODA										
Cancer sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Halicarcinus sp	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Homalaspis sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pagurus sp	38,3	0,0	0,0	114,9	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Apohyale sp	76,6	268,2	0,0	38,3	153,3	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3
Aora sp	0,0	0,0	0,0	38,3	38,3	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Caprella sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0

TAXA/PUNTO MUESTREO	BCSB 1	BCSB 2	BCSB 3	BCSB 4	BCSB 5	BCSB 6	BCSB 7	BCSB 8	BCSB 9	BCSB 10
Eusirus sp	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Heterophoxus sp	38,3	38,3	0,0	0,0	38,3	0,0	383,1	38,3	0,0	0,0
Microphoxus sp	153,3	76,6	0,0	0,0	38,3	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Uristes sp	38,3	0,0	0,0	0,0	114,9	38,3	0,0	38,3	0,0	0,0
RIQUEZA	**10,0**	**8,0**	**6,0**	**8,0**	**17,0**	**23,0**	**10,0**	**12,0**	**11,0**	**5,0**
ABUNDANCIA	**689,7**	**689,7**	**383,1**	**651,3**	**1417,6**	**1494,3**	**1187,7**	**4176,2**	**919,5**	**344,8**
RIQUEZA PROMEDIO					**11,0**					
ABUNDANCIA PROMEDIO					**1195,4**					

Tabla 5-8 Abundancia total (Ind m^{-2}) promedio (n=3) de la macroinfauna bentónica asociada al sistema de pastos marinos (*Zostera chilensis*) en Bahía Chascos. Campaña de primavera 2014.

TAXA/PUNTO MUESTREO	BCSB 1	BCSB 2	BCSB 3	BCSB 4	BCSB 5	BCSB 6	BCSB 7	BCSB 8	BCSB 9	BCSB 10
ANNELIDA										
Amphinomidae	38,3	0,0	0,0	38,3	0,0	76,6	153,3	0,0	38,3	0,0
Cirratulidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	38,3
Flabelligeridae	38,3	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0
Lumbrineridae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	153,3	0,0	0,0
Maldanidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	344,8	0,0	0,0
Oeonidae	153,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Phascolosomatidae	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	421,5
Phyllodocidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pisionidae	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Polychaeta indet.	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	76,6	76,6	76,6
Questidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	38,3	38,3	0,0	38,3
Scalibregmatidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3
Sigalionidae	76,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3
Terebellidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	76,6	0,0	38,3
MOLLUSCA										
Aesopus aliciae	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Agathotoma ordinaria	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Calyptraea trochiformis	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Crepidula sp	114,9	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	76,6	0,0	0,0
Mitra orientalis	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0
Mitrella sp	38,3	0,0	38,3	114,9	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0
Mitrella unifasciata	0,0	0,0	0,0	114,9	38,3	38,3	114,9	0,0	0,0	0,0
Nassarius gayi	421,5	76,6	114,9	229,9	306,5	268,2	229,9	191,6	229,9	0,0
Tegula luctuosa	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	38,3	0,0	0,0	76,6	0,0
Turritella cingulata	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Argopecten sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Carditella sp	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cumingia sp	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0
Mulinia sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	76,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Mysella mabillei	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	153,3	0,0	0,0	0,0	0,0

TAXA/PUNTO MUESTREO	BCSB 1	BCSB 2	BCSB 3	BCSB 4	BCSB 5	BCSB 6	BCSB 7	BCSB 8	BCSB 9	BCSB 10
Nucula sp	38,3	76,6	76,6	0,0	0,0	76,6	0,0	0,0	0,0	38,3
Tagelus dombeii	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ARTHROPODA										
Cancer sp	0,0	76,6	306,5	383,1	229,9	76,6	383,1	38,3	76,6	0,0
Halicarcinus sp	651,3	114,9	38,3	114,9	153,3	0,0	344,8	0,0	38,3	0,0
Homalaspis sp	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pagurus sp	0,0	114,9	0,0	76,6	0,0	0,0	76,6	0,0	38,3	0,0
Pinnixa sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	76,6
Taliepus sp	0,0	0,0	0,0	114,9	0,0	76,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Amphipoda indet.	76,6	0,0	38,3	0,0	0,0	229,9	153,3	191,6	38,3	0,0
Apohyale sp	0,0	0,0	0,0	0,0	191,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aora sp	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Caprella sp	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Eusirus sp	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Heterophoxus sp	804,6	38,3	38,3	268,2	38,3	0,0	613,0	919,5	38,3	76,6
Microphoxus sp	229,9	0,0	0,0	76,6	0,0	0,0	421,5	5364,0	38,3	0,0
Paracorophium sp	804,6	76,6	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Uristes sp	38,3	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	114,9	0,0	0,0
RIQUEZA	**17,0**	**9,0**	**12,0**	**16,0**	**10,0**	**14,0**	**14,0**	**14,0**	**11,0**	**10,0**
ABUNDANCIA	**3639,8**	**651,3**	**842,9**	**1762,5**	**1111,1**	**1264,4**	**2682,0**	**7662,8**	**728,0**	**881,2**
RIQUEZA PROMEDIO					**12,7**					
ABUNDANCIA PROMEDIO					**2122,6**					

Tabla 5-9 Abundancia total (Ind m^{-2}) promedio (n=3) de la macroinfauna bentónica asociada al sistema de pastos marinos (*Zostera chilensis*) en Bahía Chascos. Campaña de verano 2015.

TAXA/PUNTO MUESTREO	BCSB 1	BCSB 2	BCSB 3	BCSB 4	BCSB 5	BCSB 6	BCSB 7	BCSB 8	BCSB 9	BCSB 10
ANNELIDA										
Amphinomidae	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Flabelligeridae	0,0	0,0	38,3	0,0	76,6	0,0	0,0	76,6	0,0	0,0
Oeonidae	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	38,3
Phyllodocidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Pisionidae	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0
Polychaeta indet.	0,0	0,0	191,6	0,0	153,3	0,0	76,6	38,3	38,3	0,0
Sigalionidae	76,6	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	38,3	114,9	0,0	0,0
MOLLUSCA										
Aesopus aliciae	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	38,3	38,3	0,0	0,0
Agathotoma ordinaria	38,3	0,0	0,0	76,6	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Calyptraea trochiformis	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Crepidula sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	76,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Diloma nigérrima	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0
Mitrella sp	0,0	0,0	0,0	76,6	38,3	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0
Mitrella unifasciata	0,0	0,0	0,0	114,9	0,0	76,6	0,0	38,3	38,3	0,0
Nassarius gayi	229,9	0,0	191,6	268,2	268,2	76,6	76,6	38,3	76,6	0,0

TAXA/PUNTO MUESTREO	BCSB 1	BCSB 2	BCSB 3	BCSB 4	BCSB 5	BCSB 6	BCSB 7	BCSB 8	BCSB 9	BCSB 10
Rissoina inca	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	114,9	0,0	0,0	0,0
Salitra radwini	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tegula luctuosa	0,0	0,0	114,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Argopecten sp	0,0	76,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aulacomya ater	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Brachidontes granulata	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0
Eurhomalea sp	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mulinia sp	38,3	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mysella mabillei	0,0	76,6	0,0	0,0	0,0	268,2	0,0	0,0	38,3	0,0
Nucula sp	0,0	76,6	0,0	0,0	38,3	38,3	0,0	0,0	38,3	0,0
Tagelus dombeii	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ARTHROPODA										
Cancer sp	114,9	76,6	0,0	229,9	229,9	0,0	153,3	0,0	38,3	0,0
Halicarcinus sp	76,6	0,0	38,3	38,3	306,5	191,6	191,6	38,3	114,9	0,0
Homalaspis sp	38,3	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	76,6	0,0
Pagurus sp	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	38,3
Pinnixa sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	76,6
Taliepus sp	0,0	76,6	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
anfipodo sp	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	38,3
Apohyale sp	0,0	76,6	0,0	0,0	0,0	153,3	76,6	76,6	0,0	114,9
Aora sp	38,3	0,0	0,0	76,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Caprella sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0
Eusirus sp	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Heterophoxus sp	268,2	114,9	38,3	574,7	383,1	0,0	229,9	229,9	114,9	0,0
Melita sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0
Paracorophium sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Parhyallela sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Uristes sp	38,3	0,0	0,0	0,0	38,3	0,0	38,3	76,6	0,0	0,0
Synalpheus spinifrons	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
RIQUEZA	**15,0**	**11,0**	**10,0**	**10,0**	**14,0**	**12,0**	**13,0**	**15,0**	**10,0**	**5,0**
ABUNDANCIA	**1149,4**	**728,0**	**766,3**	**1532,6**	**1724,1**	**1072,8**	**1149,4**	**957,9**	**613,0**	**306,5**
RIQUEZA PROMEDIO					**11,5**					
ABUNDANCIA PROMEDIO					**1000,0**					

6 CONCLUSIONES

- Bahía Salado, es un hábitat que presenta un alto valor ecológico, especialmente por la presencia de tortugas y pastos marinos.

- Este lugar además tiene una importancia económica para la Región de Atacama, debido a que sustenta a las comunidades locales principalmente mediante la pesca y extracción de algas.

- Nuestros resultados indican que la congregación de tortugas en Bahía Salado corresponde a una colonia pequeña con respecto a otras áreas de alimentación de tortugas en el Pacífico Oriental. Está conformada por al menos 7 individuos, donde la mayoría son hembras adultas.

- Los parámetros sanguíneos sugieren que es una población sana y los niveles de contaminantes se encuentran dentro de lo esperado para la especie.

- Análisis genéticos sugieren que zonas de reproducción de las Islas Galápagos (Ecuador) y México corresponden a las áreas de procedencia más probables de las tortugas encontradas en Bahía Salado.

- La zona de congregación de tortugas se caracteriza por ser un sistema somero con una profundidad máxima de 8 metros y presentar una mayor proporción de sustrato duro.

- El sustrato blando presenta una alta cobertura de pastos marinos (*Zostera chilensis*), la cual constituye una matriz clave para la productividad y sostenibilidad de este ecosistema, albergando una gran diversidad de organismos en estados ontogenéticos tempranos (e.g. *Argopecten* sp., *Tagelus* sp*. y Cancer* sp.).

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁLVAREZ-VARAS ROCÍO, FLORES MARCELO, GARCÍA MICHEL, DEMANGEL DIEGO & SALLABERRY-PINCHEIRA NICOLE. 2014. Primer Reporte de Tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*) en Isla de Pascua (Rapa Nui), Chile. V Congreso de Anfibios y Reptiles de Chile, Chillán, Chile.

ALJANABI, S.M., MARTINEZ, I. 1997. Universal and rapid salt-extraction of high quality genomic DNA for PCR-based techniques. Nucleic Acids Research, 25: 4692–4693.

BADII, M.H., A. GUILLEN, J. LANDEROS, E. CERNA, Y. OCHOA & J. VALENZUELA. 2012. Muestreo por Métodos de Captura-Recaptura. International Journal of Good Conscience, 7(1): 97-131.

CAMPBELL, T. 2006. Clinical pathology of reptiles. En: Mader, D (Ed.). Reptile medicine and surgery. Second edition. Saunders Elsevier. Florida, USA. 453-470pp.

CLARKE K & R WARWICK. 2001. Change in marine communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation. Second edition. PRIMER-E, Plymollth, UK. 170 pp.

DAVID VELIZ, PAULA SALINAS, WALTER SIELFELD, DARÍO CONTRERAS, CRISTIAN AZOCAR, MARCOS TOBAR Y JESÚS GALLARDO. 2014. Estudio poblacional y genético de la tortuga *Chelonia mydas agassizii* (Sauria: Cheloniidae) en la Playa Chinchorro, Arica, Chile. Revista de Biología Marina y Oceanografía, 49(3): 589-593.

DONOSO M & P DUTTON. 2010. Sea Turtle Bycatch in the Chilean Pelagic Longline Fishery in the Southeastern Pacific: Opportunities for Conservation. Biological Conservation, 143: 2672-2684.

ECKERT K, K BJORNDAL F.ABREU-GROBOIS & M. DONNELLY (eds). 2000. Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de Las Tortugas Marinas. Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE Publicación No.4. 270 pp.

ECKERT, K. L., K. A. BJORNDAL, F. A. ABREU-GROBOIS, AND M. DONNELLY (EDITORS). 1999. Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication No. 4.

FLINT, M. 2010. Reference intervals for plasma biochemical and hematologic measures in loggerhead sea turtles. Journal of wildlife diseases, 46(3): 731–741.

FLINT, M.; MORTON, J. M.; LIMPUS, C. J.; PATTERSON-KANE, J. C.; MURRAY, P. J.; MILLS, P. S. 2010. Development and application of biochemical and haematological reference intervals to identify unhealthy green sea turtles (Chelonia mydas). Veterinary Journal. 185(3): 299–304.

FLINT, M; MORTONA, J. M.; LIMPUSA, C. J.; PATTERSON-KANEC, J. C.; MURRAY, P. J.; MILLS, P. C. 2010. Development and application of biochemical and haematological reference intervals to identify unhealthy green sea turtles (*Chelonia mydas*). The Veterinary Journal, 185: 299–304.

GEOSENSING. 2009. Informe Técnico "Determinación de la Biomasa de *Macrocystis integrifolia* (huiro canutillo), *Lessonia trabeculata* (huiro palo) y *Heterozostera chilensis* (pasto marino), Mediante Técnicas de Teledetección Aeroespacial en Bahía Chascos - Región de Atacama". 43 pp.

GONZALEZ, S. A., EDDING, M. E. 1990. Extension of the range of *Heterozostera tasmanica* (Martens ex Aschers) den Hartog in Chile. Aquatic Botany 38:391-95.

GOTELLI N & A ELLISON (2000) A primer of ecological statistics. Sinauer Associates Inc Publishers. 510 pp

JAIN, N. (Ed). 1986. Schalm's veterinary hematology. Fourth Edition. Lea & Febiger, 1221pp.

LABRADA-MARTAGÓN, V.; MÉNDEZ-RODRÍGUEZ, L.; GARDNER, S.; LÓPEZ-CASTRO, M. & ZENTENO-SAVÍN, T. 2010. Health Indices of the Green Turtle (*Chelonia mydas*) Along the Pacific Coast of Baja California Sur, Mexico. I. Blood Biochemistry Values. Chelonian Conservation and Biology. 9(2):162-172.

MARAMBIO M. 2005. "Identificación De Una Población de Tortugas Marinas en la Costa de la III Región De Chile", Tesis Pregrado Facultad de Ciencias Silvoagropecuarias Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Mayor. 155 pp.

MARC W. ALLARD, MICHAEL M. MIYAMOTO, KAREN A. BJORNDAL, ALAN B. BOLTEN AND BRIAN W. BOWEN.1994. Support for Natal Homing in Green Turtles from Mitochondrial DNA Sequences. Copeia, 1994(1): 34-41.

MINECOM & SUBPESCA. 2010. Informe Técnico (R. Pesq.) N° 36/10. Plan de Manejo Bahía Chasco, III Región de Atacama. 29 pp.

MONTILLA, A.; HERNÁNDEZ, J.; BRAVO, A.; VERA, V. & MESA, J. 2008. Valores bioquímicos en sangre de la tortuga verde (*Chelonia mydas*) presentes en la Alta Guajira, Venezuela. Revista Científica FCV-LUZ, 18(4):431 - 436.

OSBORNE, A.; JACOBSON, E. R.; BRESETTE, M. J.; SINGEWALD, D. A.; SCARPINO, R. A.; BOLTEN, A. B. 2010. Reference intervals and relationships between health status, carapace length, body mass, and water temperature and concentrations of plasma total protein and protein electrophoretogram fractions in Atlantic loggerhead sea turtles and green turtles. JAVMA, 237(5): 561-567.

PÁEZ-OSUNA, F., CALDERÓN-CAMPUZANO, M. F., SOTO-JIMÉNEZ, M. F., & RUELAS-INZUNZA, J. R. 2010. Lead in blood and eggs of the sea turtle, *Lepidochelys olivacea*, from the Eastern Pacific: concentration, isotopic composition and maternal transfer. Marine pollution bulletin, 60(3): 433-439.

QUINN G & M KEOUGH. 2002. Experimental design and data analysis for biologist. Cambridge University Press. 537 pp.

SEMINOFF, J.A. (Southwest Fisheries Science Center, U.S.) 2004. *Chelonia mydas*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 17 March 2015.

SHORT, F.T. & WAYCOTT, M. 2010. *Zostera chilensis*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 15 March 2015.

THOMPSON, J.D., GIBSON, T.J., PLEWNIAK, F., JEANMOUGIN, J., HIGGINS, D.G., 1997. The ClustalX windows interface: flexible strategies for multiple sequence alignment aided by quality analysis tools. Nucleis Acids Res., 24: 4876–4882.

TRISTAN, T. 2008. Introduction to Hematology and Biochemistry in Sea Turtles. En: Proceeding of the ACVP/ASVCP Concurrent Annual Meetings November 15-19. [en línea] <http://www.ivis.org/proceedings/acvp/2008/tristan1.pdf?LA=1> [consulta: 25-03-2015].

WYNEKEN, J. 2004 La anatomía de las tortugas marinas. US Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service, Southeast Fisheries Science Center, 181pp.

8 ANEXOS

QaraparA

N° de Registro:

Persona a Cargo:			Ayudante					
Fecha: / /	Hora:	T° agua:	Ejemplar N°:		Peso (kg):			
Latitud:	Especie: Cm ☐ Lo ☐ Dc ☐ Cc ☐		Forma de captura: Red ☐ Rodeo ☐ Manual ☐		Sexo	Hembra	Macho	Indeterminado
Longitud:								

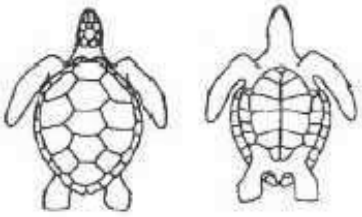
Fortoidentificación

N°- N°- N°-



Derecho Izquierd Frontal

Marque heridas, anormalidades y su localización



Epibionte = 0
Epibionte vivo = x
Herida = ☐

Morfometría

Medida	Cm	Medida	Cm
Largo Curvo Caparazón mínimo (LCCmin)		Ancho de la cabeza (ACB)	
Largo Curvo Caparazón n-s (LCCn-s)		Largo total de la cola (LC)	
Ancho Curvo Caparazón (ACC)		Largo post-cloacal	
Largo recto del caparazón (LRC)		Largo del Plastrón (LP)	
Ancho Recto del Caparazón (ACC)		Ancho del Plastrón (AP)	
Largo de la cabeza (LCB)	Grupo etario: Juvenil_____ Adulto_____		

Condición de la tortuga : Sana Herida Enferma Muerta	Presencia Epibiontes: Si____ No____ Tipo:_____	Marcaje (marcar con x): Si___ No___ Tipo de marca:_____ Obs:_____	Número de Marca(s): Der: _____ Izq: _____
Observaciones Clínicas: Condición corporal (1 a 5) _____ Estado hidratación_____ Estado de flotación_____ Carga ectoparásitos_____ Presencia de fibropapiloma_____ Signos de interacción con artes de pesca_____		Recaptura: No___ Si___ N° demarcas: Dre_____ Izq._____ En caso de recaptura → Cambio en la condición corporal Si_____ No_____ Veterinario a cargo_____	

Observaciones:_____

Figura 8-1 Ficha individual de captura

Folio010441



Informe final. Diagnóstico sobre tortugas marinas en Chile CPPS.

Item Type	Report
Authors	Olguín Ibacache, Andrés; Gálvez Gálvez, Patricio; Hunt Jaque, Karen; Adasme Martínez, Luis; Balbontín Cavada, F.; Bravo Méndez, R.; Meléndez Cortés, R.
Publisher	Instituto de Fomento Pesquero
Download date	24/10/2022 16:11:16
Link to Item	http://hdl.handle.net/1834/7593

Folio010442

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

INFORME FINAL

Consultoría Nacional: Diagnóstico sobre tortugas marinas en Chile

CPPS / Junio-2011

Folio010443

INFORME FINAL

Consultoría Nacional:
Diagnóstico sobre tortugas marinas en Chile

CPPS / Junio-2011

REQUIRENTE

COMISIÓN PERMANENTE DEL PACÍFICO SUR

Plan de Acción para la Protección del Medio Marino
y Áreas Costeras del Pacífico Sudeste

Héctor Soldi Soldi
Secretario General de la CPPS
Secretario Ejecutivo del Plan de Acción

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Jefe División Investigación Pesquera
Mauricio Braun Alegría

Director Ejecutivo
Jorge Antonio Toro Da'Ponte

Jefe de Proyecto

Jorge Azócar Rangel

Autores

Jorge Azócar R.
Andrés Olguín I.
Patricio Gálvez G.

Colaboradores

Cecilia Bravo M.
Patricio Barría M.
Andrés González P.
Marco Troncoso C.
Roberto Cáceres S.

Folio010444

ÍNDICE

Página

1. INTRODUCCIÓN 1
2. OBJETIVO DE LA CONSULTORÍA 2
3. MARCO TEÓRICO 2
4. ACUERDOS INTERNACIONALES VINCULANTES 3
5. NORMATIVA PARA LA PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LAS TORTUGAS MARINAS 4
6. CENTROS DE RESCATE 5
7. ACCIONES NACIONALES DE CONSERVACIÓN DE TORTUGAS MARINAS, PLANES DE ACCIÓN NACIONALES, PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y MONITOREO, PROYECTOS PILOTO, PROGRAMAS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL. 6
8. CULTURA Y TRADICIONES RESPECTO AL CONSUMO DE CARNE Y HUEVOS DE TORTUGAS MARINAS 7
9. COMERCIO DE PRODUCTOS DERIVADOS DE TORTUGAS MARINAS 7
10. ESTADO DE LAS POBLACIONES DE TORTUGAS MARINAS DISTRIBUIDAS EN AGUAS NACIONALES 7
11. CAPTURA INCIDENTAL DE TORTUGAS MARINAS 7
12. PRINCIPALES PROBLEMAS EN PLAYAS DE ANIDAMIENTO Y POSIBLES RIESGOS PARA LAS POBLACIONES DE TORTUGAS MARINAS QUE ANIDAN EN TALES ZONAS 19
13. EFECTOS TURÍSTICOS SOBRE PLAYAS DE ANIDACIÓN, FORRAJEO O SITIOS DE CONCENTRACIÓN DE TORTUGAS 19
14. IDENTIFICACION DE FACTORES CLAVES Y DETERMINACION DE OBJETIVOS ESTRATEGICOS EN LA CONSERVACION DE TORTUGAS MARINAS EN CHILE 19
15. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LA SITUACIÓN NACIONAL 24
16. CONCLUSIONES 26
17. RECOMENDACIONES 27
18. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 28

ANEXOS:

Anexo 1 Fichas de identificación para las tortugas marinas presentes en Chile.

Anexo 2 Documentos legales, marco legal de protección de tortugas marinas en Chile.

Anexo 3 Mortalidad de tortugas marinas (*Chelonia mydas*) por ataques de lobo común (*Otaria flavescens*) en bahía Mejillones del Sur. Diagnostico y propuesta de acción. Carlos Guerra C.

Anexo 4 Taller Nacional FODA.

Folio010445

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cobertura de muestreo de la flota palangrera industrial, mediante Observadores Científicos embarcados, durante el periodo 2001 a 2009. 10

Figura 2. Número de Interacciones entre tortugas marinas y la flota palangrera industrial chilena que opera sobre pez espada, durante el período 2001-2009. 11

Figura 3. Importancia relativa de las especies de tortugas marinas registradas en la flota palangrera industrial, desde el año 2001 a septiembre del 2010. 12

Figura 4. Esfuerzo de pesca de la flota palangrera industrial en número total de anzuelos calados (n°Anz/1000) y tasa de captura nominal de tortugas marinas en la flota palangrera industrial (N° tortugas Cap./1000 Anz), durante el período 2001-2009.....13

Figura 5. Distribución histórica del esfuerzo de la flota palangrera industrial y registros de captura incidental de tortugas marinas. Para el período 2001-2009 14

Figura 6. Rango longitudinal de los lances donde se capturaron de forma incidental tortugas marinas en la flota palangrera industrial para el periodo 2001 al 2009. 15

Figura 7. Rango latitudinal de los lances donde se capturaron de forma incidental tortugas marinas en la flota palangrera industrial para el periodo 2001 al 2009 15

Figura 8. Rango de la temperatura superficial del mar (C°) registrada en las posiciones donde se capturaron de forma incidental tortugas marinas por la flota palangrera industrial, durante el período 2001 al 2009. 16

Figura 9. Efectos de las covariables y factores sobre las tasas de captura incidental estandarizadas a un esfuerzo constante (1000 Anz./Cal.) y gráfico de normalidad de los residuos. 18

Figura 10. Esquema axial de factores involucrados en las actividades referidas a tortugas marinas. A) Capacitación y difusión; B) Normativas; C) Monitoreo; D) Vínculos a redes internacionales; E) Capacidades científicas y técnicas; F) Financiamiento; G) Coordinación público privada; H) Pesca responsable; I) Conservación; J) Actividad extractiva; K) Instituciones. 23

Folio010446

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Evolución anual del número de embarcaciones por pesquería monitoreada por el Instituto de Fomento Pesquero, don de se han registrado captura incidental de tortugas marinas (actualizado a septiembre del año 2010).

Tabla 2. Número de individuos capturado incidentemente por especie y año de operación en las pesquerías monitoreadas, datos actualizados a septiembre del 2010.

Tabla 3. Número de Interacciones entre tortugas marinas, por especies, y la flota palangrera industrial chilena que opera sobre pez espada, durante el período 2001-2009

Tabla 4. Número de viajes con Observador Científico a bordo, número de embarcaciones, esfuerzo nominal observado y número de tortugas capturadas en la flota palangrera industrial durante los años 2001- al 2009.

Tabla 5. Tasas de captura de tortugas en la flota palangrera industrial (N° tortugas Cap./ 1000 Anz.), durante el período 2001 al 2009.

Tabla 6. Resumen del análisis de devianza para las variables testeadas en el modelo.

Tabla 7. Temas generales surgidos en un análisis a priori de la lluvia de ideas entregada en la primera etapa del Taller nacional FODA.

Tabla 8. Factores claves establecidos por el grupo de trabajo mediante Análisis FODA

Folio010447

1. INTRODUCCIÓN

La Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS), desde el año 1981, indicó la necesidad de la protección del ecosistema marino, razón por la cual, en conjunto con el Consejo Ejecutivo del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), implementó el "Plan de Acción para la Protección del Medio Marino y las Áreas Costeras del Pacífico Sudeste".

El objetivo fundamental del Plan de Acción, es la protección del medio marino y las áreas costeras, para promover la preservación de la salud y el bienestar Humano. El Plan, proporciona el marco apropiado para el establecimiento y aplicación de una política adecuada e integral que permita alcanzar tal objetivo, teniendo en cuenta las necesidades particulares de la región.

Los Estados que conforman el Plan de Acción son: Colombia, Chile, Ecuador, Panamá y Perú, cuyos gobiernos delimitan su alcance con respecto a cada elemento del Plan de Acción.

En el año 2000 se incorporan en la agenda del Plan de Acción, las actividades de conservación sobre las tortugas marinas, considerando el Protocolo para la conservación y administración de las Áreas Marinas Protegidas (1989) y la aplicación regional del Mandato de Yakarta (1995) sobre conservación y utilización de la diversidad biológica marina y costera.

En noviembre 2007, la XIV Reunión de la Autoridad General del Plan de Acción, aprobó la creación de un Comité Científico-Técnico Regional y el Programa Regional para la Conservación de las Tortugas Marinas en el Pacífico Sudeste.

El Programa Regional, es el documento base para la realización de acciones concretas para la protección de estas especies en los países de la región, lo que permite reforzar las capacidades en los campos de investigación científica y tecnológica, conservación, educación ambiental y divulgación.

En enero del 2010, se realiza la XVI Reunión de la Autoridad General del Plan de Acción del Pacífico Sudeste, donde son planificadas las actividades que serán implementadas en la región, en este contexto, es señalada la necesidad de realizar las consultorías nacionales, las que elaborarán el diagnóstico sobre tortugas marinas en los países del Pacífico Sudeste, con el fin de establecer una línea base de conocimiento del estado actual de estas especies.

Por lo tanto, con la finalidad de efectuar el diagnóstico del estado de conocimiento sobre tortugas marinas en Chile, el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) mediante esta consultoría, respondió a la solicitud de la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante, punto Focal del Plan de Acción en nuestro país.

En esta consultoría, se indican los acuerdos internacionales vinculantes, la institucionalidad del Estado de Chile, un análisis de la captura incidental de tortugas marinas en las flotas pesqueras, para terminar con el despliegue de un análisis FODA, señalando las recomendaciones emanadas del taller.

2. OBJETIVO DE LA CONSULTORÍA

Realizar un diagnóstico sobre el estado de las tortugas marinas en Chile.

3. MARCO TEÓRICO

En general el ciclo de vida de las tortugas marinas, se caracteriza por alcanzar la madurez sexual a avanzada edad y aunque presentan una fecundidad elevada, la sobrevivencia es afectada por el grado de intervención de los sitios de anidamientos, interferencias que van desde el emplazamiento humano, hasta la perdida natural de la línea de playa. El comercio de los huevos es otro factor importante a considerar dentro de las potenciales amenazas (Achaval *et al.,* 2000, Domingo *et al*, 2004.)

La captura incidental de tortugas marinas, esta ampliamente documentada, y fija como centro de atención, dentro de las amenazas, a las pesquerías de palangre (Hall *et al.,* 2000, Oravetz, 1999)

La mayoría de las especies de tortugas marinas se encuentran clasificadas, según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por su sigla ingles) como amenazadas o vulnerables (Hilton y Taylor, 2000) además de estar consideradas en el apéndice I, de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES, por su sigla en ingles), además, el palangre de superficie ha sido reportado a nivel internacional como el sistema de pesca con mayor interacción con tortugas marinas, y es señalado como la principal causa de mortalidad no natural (Nisemura & Nakahigashi 1990; Bolten *et al.,* 1996; Lutcavage *et al.,* 1997, Laurent *et al*., 2001, Lewison *et al.,* 2004, Wallace *et al.,* 2004; Wallace *et al*., 2010; Kotas *et al*., 2004)

A nivel mundial existen siete especies de tortugas marinas, cuatro de ellas han sido reportadas para las aguas chilenas:

- Tortuga cabezona (*Caretta caretta* Linnaeus 1758)
- Tortuga olivácea (*Lepidochelys olivacea* Eschscholtz, 1829)
- Tortuga verde (*Chelonia mydas* Linnaeus, 1758)
- Tortuga laúd (*Dermochelys coriacea* Vandelli, 1761)

En Anexo 1, se entregan las fichas de identificación, señalando las características de cada una de las especies que se encuentran en Chile, destacando los caracteres diagnósticos para su reconocimiento.

A pesar de los reportes, los avistamientos en las costas chilenas son muy bajos (Donoso-Barros, 1961), siendo consideradas elementos raros en nuestras costas. Dos factores serían en parte responsables de esta situación: los hábitos pelágicos de las tortugas y el hecho de estar en el borde de la distribución geográfica.

El estado de conservación de este grupo es critico a nivel mundial, acentuada esta situación para la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) la cual ha sido catalogada en “Peligro Crítico” (CR) por la IUCN, mientras que las otras tres especies están consideradas en la categoría “En Peligro” (EN): la tortuga verde (*Chelonia mydas*), tortuga olivácea (*Lepidochelys olivacea*) y la tortuga cabezona (*Caretta caretta*).

4. ACUERDOS INTERNACIONALES VINCULANTES

El principal acuerdo de protección de tortugas marinas es la “Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas” (CIT), esta insta a los países miembros del Continente Americano.

La CIT, fue constituida en mayo de 2001. Esta Convención promueve la protección, conservación y recuperación de las poblaciones de tortugas marinas y de los hábitat de los cuales dependen, sobre la base de los datos fidedignos disponibles y considerando las características ambientales, socioeconómicas y culturales de los países miembros. Para el establecimiento y desarrollo de estas acciones son consideradas, tanto en las playas de anidamiento como las aguas territoriales.

Entre las principales medidas adoptadas destacan: la prohibición de la captura, retención o muerte intencional de las tortugas marinas, además de la prohibición de comercio de las especies, de sus huevos, partes o productos. Junto con esto, queda limitado el desarrollo de la actividad humana que afecte a las especies, sobre todo en periodos de reproducción, incubación y migración.

Por otra parte, se establece la protección de su ambiente natural, conservación y restauración del hábitat, además del fomento para investigar y proteger las poblaciones, evitando ponerlas en riesgo.

Cabe recordar que este tratado fue propuesto inicialmente por la Organización Latinoamericana de Desarrollo Pesquero (OLDEPESCA) y varios gobiernos del continente.

Con fecha 10 de febrero de 2010, Chile depositó ante la República Bolivariana de Venezuela, el instrumento de Adhesión de la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas.

El 06 de agosto de 2010, es publicado en el Diario Oficial de la República de Chile el Decreto Supremo del Ministerio de Relaciones Exteriores Nº 114, del 07 de abril de 2010 que promulga el texto de la Convención y ordena cumplir como norma de la República.

El texto Legal de adhesión y ratificación de la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas es entregado en Anexo 2.

Folio010450

5. NORMATIVA PARA LA PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LAS TORTUGAS MARINAS

El 11 de noviembre de 1995, es publicado en el Diario Oficial el Decreto Exento Nº 225 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, fechado el 09 de noviembre de ese mismo año (Anexo 2), que en su Artículo 1º establece a contar de la fecha de publicación de dicho decreto, una veda extractiva nacional por un plazo de 30 años para un conjunto de 61 vertebrados marinos, entre los cuales se incluyeron las especies de tortuga *Caretta caretta, Eretmochelys imbriata, Chelonia mydas agassizi, Lepidochelys olivacea y Dermochelys coriacea.*

Esta norma establece en el Artículo 2º que por resolución de la Subsecretaría de Pesca se podrá autorizar la captura de ejemplares vivos de una o más de estas especies para su mantención en cautiverio, con fines de exhibición, recreación, cultura o investigación.

Posteriormente, el año 2005 se publica el Decreto Exento Nº 135, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción (actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo), que modifica el Artículo 1º del D.Ex.Nº 225, eliminando del listado de especies vedadas a *Eretmochelys imbricata*, debido a que esta especie no está presente en aguas bajo jurisdicción del Estado de Chile. Junto a lo anterior se reemplaza el Artículo 2º del decreto anterior por el siguiente:

"Sólo por resolución de la Subsecretaría de Pesca se podrá autorizar la captura de ejemplares vivos de una o más especies a que se refiere el artículo 1º para su mantención en cautiverio, exclusivamente dentro del territorio nacional con las siguientes finalidades:

a) De investigación, sólo cuando implique la retención temporal de los ejemplares

b) De conservación ex situ sobre especies en peligro de extinción o con poblaciones muy disminuidas, asociadas a programas o planes de reinserción al ambiente natural.

c) De exhibición pública en zoológicos o acuarios nacionales y siempre sobre cantidades limitadas. Los ejemplares que se autoricen para estos efectos no podrán transferirse a otros centros de exhibición."

En Chile, por Decreto Supremo (Nº 225/9 de 9 de noviembre de 1995) se establece una veda extractiva, por 30 años, hasta el 9 de noviembre de 2025, para las cuatro especies de tortugas marinas señaladas (Anexo 2).

La fiscalización es realizada por el Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA) en conjunto con la Autoridad Marítima (Armada de Chile).

6. CENTROS DE RESCATE

En la actualidad, se encuentra en desarrollo el “Reglamento de Centro de Rescates”, por parte de la Subsecretaría de Pesca y el Servicio Nacional de Pesca, si bien funcionan centros, los cuales han rehabilitado algunos ejemplares, como por ejemplo, los detallados a continuación:

- Departamento de Ciencias del Mar de la Universidad Arturo Prat, Región de Tarapacá,
- Centro Regional de Estudios y Educación Ambiental, (CREA), Dirección de Investigación Universidad de Antofagasta, Región de Antofagasta,
- Facultad de Ciencias del Mar Universidad Católica del Norte, Región de Coquimbo,
- Museo Municipal de Ciencias Naturales y Arqueología de San Antonio, Región de Valparaíso.
- Estación de Biología Marina de Dichato, Universidad de Concepción, Región del Bío-Bío.

Todos estos centros, funcionan con personal voluntario y con recursos limitados, muchas veces autogestionados y aunque existen principios de entendimiento y algunos convenios entre estos centros y el Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA) no existe una fuente de financiamiento constante.

7. ACCIONES NACIONALES DE CONSERVACIÓN DE TORTUGAS MARINAS, PLANES DE ACCIÓN NACIONALES, PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y MONITOREO, PROYECTOS PILOTO, PROGRAMAS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL.

En Chile no existe un Plan de Acción Nacional, para la Conservación de Tortugas Marinas, no obstante existe un monitoreo constante sobre las flotas pesqueras que interactúan con tortugas marinas, existen centros de rescate los cuales desarrollan programas de educación y proyectos pilotos, Además existe una fiscalización efectiva de la normativa existente por parte del Sernapesca y la Autoridad Marítima (Armada de Chile).

Respecto al monitoreo, el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), actualmente desarrolla el Programa “Asesoría integral para la Toma de Decisiones en Pesca y Acuicultura 2010”, el cual involucra el monitoreo de las flotas que operan sobre pez espada, estas son: palangrera industrial palangrera artesanal, redera artesanal y espinelera artesanal, pesquerías que han sido reportadas como las que presentan un mayor grado de interacción con tortugas marinas.
En estas pesquerías, se embarcan Observadores Científicos, los cuales sólo por su presencia a bordo, generan un cambio en la actitud de los tripulantes y capitanes de las embarcaciones, respecto al tratamiento de las tortugas que son capturadas de forma incidental, por lo que es propiciada su liberación.

Además de esto, dentro de los Centros de Rescate antes señalados, el de mayor experiencia en el tratamiento y recuperación de tortugas marinas es el Centro Regional de Estudios y Educación Ambiental (CREA), el cual cuenta con un equipo, conformado por biólogos marinos, veterinario, ecólogos y químicos, este centro es dirigido por el Ph. D. en Biología Carlos Guerra, quien además fue el director científico del grupo de especialistas de tortuga marinas de la CPPS.

Por otro lado, dentro de las organizaciones de la sociedad civil, Organizaciones no Gubernamentales, existe “Pacifico Laúd”, la cual es dirigida por el biólogo marino Sr. Miguel Donoso, quien anteriormente se desempeñó como investigador del Departamento de Pesquerías del Instituto de Fomento Pesquero, donde dirigió e implementó el monitoreo en las flotas que operan sobre pez espada, además desarrolló y dirigió campañas de marcaje de tortugas, realizadas tanto con marcas tradicionales como satelitales.

Actualmente Pacifico Laúd, realiza un trabajo con los pescadores artesanales del puerto de Lebu, lugar donde se encuentra la mayor cantidad de las embarcaciones “rederas”, estas capturan incidentalmente tortugas marinas.

Folio010453

8. CULTURA Y TRADICIONES RESPECTO AL CONSUMO DE CARNE Y HUEVOS DE TORTUGAS MARINAS

En Chile no existe en la población la costumbre de consumir carne de tortugas marinas.

Existió un registro de consumo de tortugas marinas, correspondiente al hallazgo de un ejemplar de *Lepidochelys olivacea*, en las instalaciones de un restaurante que expende comida china ubicado en el puerto de San Antonio. El ejemplar fue requisado por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), con ayuda de Carabineros de Chile y derivado mediante un acta de entrega y custodia de especie marina protegida al Museo de Ciencias Naturales y Arqueología de San Antonio, la cual fue depositada en su colección científica con el código identificador MM-SA-RE-183.

9. COMERCIO DE PRODUCTOS DERIVADOS DE TORTUGAS MARINAS

No existen antecedentes de comercio derivados de productos de tortugas marinas en Chile.

10. ESTADO DE LAS POBLACIONES DE TORTUGAS MARINAS DISTRIBUIDAS EN AGUAS NACIONALES

No se registran estimaciones del tamaño poblacional, ya que no existe una población estable espacial y temporalmente. Se encuentran esporádicamente en las costas de la zona norte del país, eventuales áreas de pastoreo.

11. CAPTURA INCIDENTAL DE TORTUGAS MARINAS

Como ya fue mencionado, desde el año 2001 a la fecha, IFOP mantiene un monitoreo sobre la actividad de las flotas que operan sobre pez espada, por medio del desarrollo del proyecto "Seguimiento de Recursos Altamente Migratorios", actualmente la actividad esta involucrada dentro del marco del proyecto "Asesoría integral para la Toma de Decisiones en Pesca y Acuicultura 2010" el cual es financiado por la Subsecretaria de Pesca. Las flotas monitoreadas son:

Folio010454

- Palangrera industrial
- Palangrera artesanal
- Rederos
- Espinel artesanal.

Estas flotas, presentan diferencias, dadas por el tamaño de las naves, el régimen operacional, los puertos base, el aparejo o arte de pesca, el número de tripulantes, entre otras. Detalles de las características de las flota y régimen operativo pueden ser encontrados en Barría *et al*., 2008; 2009; y 2010.

La flota con mayor número de embarcaciones es la flota redera, llegando a 446 embarcaciones en el año 2009, seguida por la flota espinelera artesanal (123 naves), la flota palangrera industrial (6 naves) y la flota palangrera artesanal con una embarcación (Tabla 1)

De esta forma la evolución del número de embarcaciones ha tendido a la disminución en la flota palangrera artesanal, industrial y espinelera artesanal, situación inversa se presentó en la flota redera artesanal, ya que el número de naves ha aumentado desde 164 en el año 2002 a 446 en el año 2009.

Tabla 1. Evolución anual del número de embarcaciones por pesquería monitoreada por el Instituto de Fomento Pesquero, donde se ha registrado captura incidental de tortugas marinas (actualizado a septiembre del año 2010).

	Flota			
Año	Palangre Ind.	Palangre Art.	Espinelera	Redera
2001	12			
2002	13	6	110	164
2003	13	7	114	99
2004	10	7	127	216
2005	10	6	135	257
2006	7	5	123	299
2007	8	5	133	331
2008	5	2	113	377
2009	6	1	123	446

Durante el periodo señalado, un total de 501 ejemplares han sido registrados como captura incidental en estas cuatro flotas. Cabe señalar que los registros de la flota redera y espinelera, sólo corresponde a los embarques de Observadores Científicos (OC) durante el año 2010 (Tabla 2)

Folio010455

Durante el año 2010 (datos disponibles hasta septiembre), como ya fue señalado, se implementó el embarque de Observadores, en la flota redera y espinelera artesanal. Estos embarques fueron parte del desarrollo del proyecto "Programa de Observadores 2010" y fueron realizados gracias a la colaboración de los armadores artesanales, ya que a nivel de estas flotas el Reglamento de OC no aplica, es decir, no existe obligación por parte de los armadores de aceptar un Observador Científico a bordo, lo que si ocurre en las flotas industriales donde si aplica el reglamento.

Durante el año 2010, en la flota redera artesanal, fueron capturados 30 ejemplares, siendo la tortuga "cabezona" la de mayor importancia con 22 individuos, seguido de 5 "verdes" y 3 "oliváceas", no fueron registradas tortugas "laúd". En la flota espinera artesanal fueron capturados 20 ejemplares, correspondiendo 18 a tortugas cabezonas y 2 a tortugas verdes (Tabla 2)

En la flota palangrera artesanal, aunque se han efectuado embarque de OC, no han sido reportadas capturas incidentales de tortugas marinas.

Tabla 2. Número de individuos capturados incidentalmente, distribuidos por año de operación, pesquerías y especie (Elaborado a partir de información de IFOP, datos actualizados a septiembre de 2010).

	PALANGRE INDUSTRIAL					PALANGRE ARTESANAL					REDEROS					ESPINEL ARTESANAL					
	Cabezona	Laud	Olivacea	verde	S/identif.	Cabezona	Laud	Olivacea	verde	S/identif.	Cabezona	Laud	Olivacea	verde	S/identif.	Cabezona	Laud	Olivacea	verde	S/identif.	
2001	31	49	0	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88
2002	10	147	1	2	14	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	178
2003	3	10	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
2004	2	21	0	2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
2005	7	30	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43
2006	2	19	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
2007	1	18	5	0	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	28
2008	3	9	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	25
2009	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
2010	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	3	5	0	18	0	0	2	0	67
TOTALES	59	326	18	12	20	1	13	0	0	0	23	1	3	8	0	18	0	0	2	0	
	435					14					35					20					504

11.1. Flota palangrera industrial

11.1.1 Sistema de monitoreo

El emplazamiento de Observadores Científicos, requiere la preparación y mantenimiento de un Plan Anual de Capacitación, el cual incluye dentro de sus tópicos la instrucción en la identificación y el rescate de tortugas marinas. Esto ha sido profusamente desarrollado al interior del IFOP, por el proyecto "Seguimiento Recursos Altamente Migratorios" (SRAM) de esta forma el staff de Observadores Científicos de este proyecto presenta un alto nivel de competencia y experiencia en la manipulación de estos ejemplares.

El Observador Científico, es encargado de realizar el levantamiento de información biológico pesquera, a bordo de las embarcaciones, en particular en la flota palangrera industrial, su figura esta consolidada debido a que desde el año 2001, se embarcan de forma regular.

Los datos de rutina que habitualmente registra el Observador, tiene relación con la operación de la nave, georreferenciación de las áreas de pesca y los datos biológicos de la fauna acompañante, en el caso particular de las tortugas marinas, han sido instruidos para priorizar la liberación y desenredo de los individuos de la línea madre (longline) efectuando el retiro del anzuelo.

Durante el periodo señalado, fueron realizados 522 viajes, de los cuales 471 incluyeron a un Observador Científico a bordo, lo que indica un promedio histórico del 90,22% de cobertura de la operación (Figura 1).

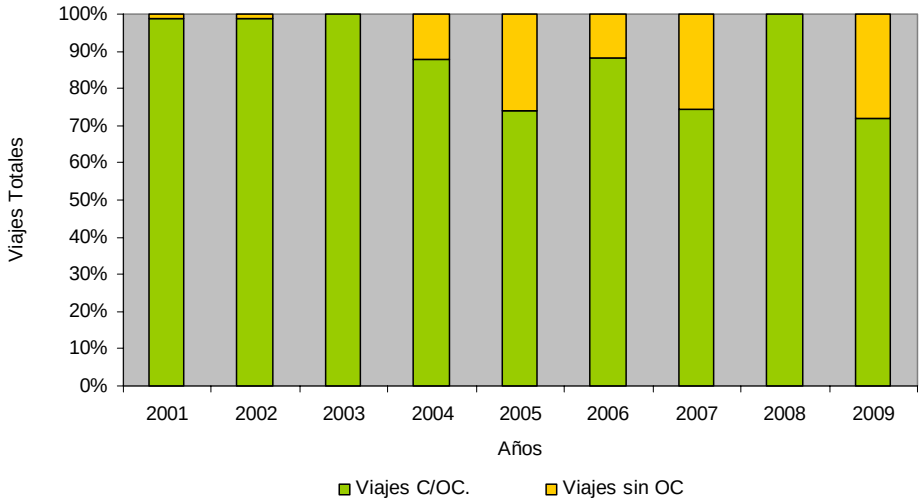


Figura 1. Cobertura de muestreo de la flota palangrera industrial, mediante Observadores Científicos embarcados, durante el periodo 2001 a 2009.

11.1.2. Captura incidental, flota palangrera industrial

Fueron registrados 435 ejemplares capturados incidentalmente por la flota palangrera industrial, siendo el año 2001 y 2002 los que registraron los máximos valores, el 2002 con 178 casos. Desde el año 2005, los eventos de capturas incidentales, han disminuido notoriamente y se sitúa en torno a los 20 eventos por año, situación que se mantiene estable hasta el año 2008; durante el año 2009 fueron reportados sólo 6 casos, para terminar el 2010 con 17 (Figura 2, Figura 2).

Folio010457

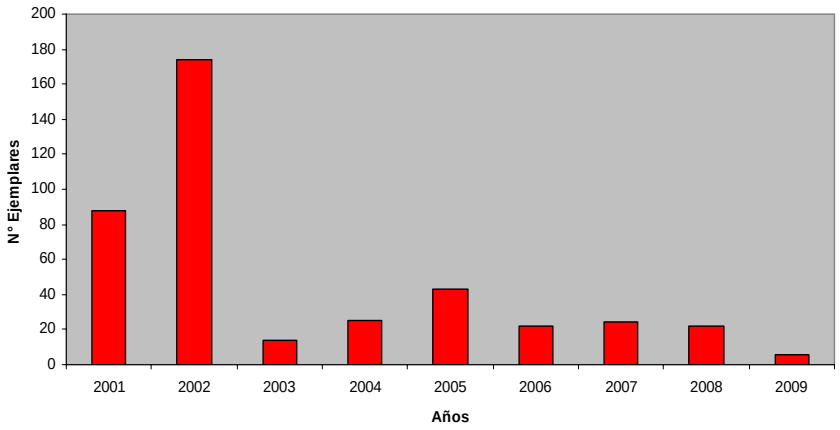


Figura 2. Número de Interacciones entre tortugas marinas y la flota palangrera industrial chilena que opera sobre pez espada, durante el período 2001-2009.

A partir de la información parcial del año 2010 (enero a septiembre), la cantidad de ejemplares capturados en este año presentó un aumento, llegando a 17 ejemplares, situándose en torno al promedio histórico. La única especie vulnerada fue la tortuga laúd (Tabla 2, Figura 2)

Cabe señalar, que para el periodo analizado todos los ejemplares han sido liberados y sólo existen dos registros de tortugas muertas, las que fueron encontradas enredadas en el aparejo de pesca; ambos casos fueron registrados durante el año 2002, afectando a un ejemplar de tortuga laúd y a una tortuga cabezona

Para todo el periodo señalado, en la flota palangrera industrial, la mayor captura incidental es sobre la tortuga láud, con un 74% de los registros, luego baja a un 14% con la tortuga cabezona, quedando en valores menores al 5%, que correspondieron a tortuga verde, tortuga olivácea y a ejemplares no identificados Figura 3.

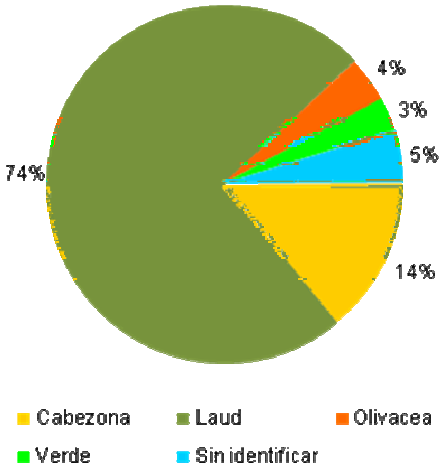


Figura 3. Importancia relativa de las especies de tortugas marinas registradas en la flota palangrera industrial, desde el año 2001 a septiembre del 2010.

La tortuga laúd, es la que registra el mayor número de interacciones y estos datos son continuos durante el período monitoreado (2001-2009). Además es importante señalar que por lo conspicuo de su caparazón esta especie es fácilmente reconocible por los Observadores Científicos, incluso a gran distancia, por lo cual la certeza en la identificación de esta especie es alta.

Para el año 2009, los registros de interacciones afectaron sólo ejemplares correspondientes a la tortuga laúd, en una baja cantidad, afectando a seis ejemplares Tabla 2.

Sin embargo, los datos preliminares del año 2010, corroboran la importancia de las tortugas laúd, como componentes de la captura incidental llegando a 17 ejemplares Tabla 2.

Tabla 3. Número de viajes con Observador Científico a bordo, número de embarcaciones, esfuerzo nominal observado y número de tortugas capturadas en la flota palangrera industrial durante los años 2001 al 2009.

Año	Viajes C/OC.	Viajes sin OC	Viajes Totales	Embarcaciones	Numero Anz./Cal Obs.	Numero Anz.Cal. Total
2001	85	1	86	12	2.675.041	2.689.914
2002	81	1	82	13	2.316.248	2.336.048
2003	84	0	84	13	2.243.495	2.243.495
2004	51	7	58	10	1.632.120	1.804.780
2005	43	15	58	10	1.740.282	2.179.482
2006	38	5	43	7	1.453.619	1.598.249
2007	29	10	39	8	1.681.850	1.908.760
2008	29	0	29	5	846.302	846.302
2009	31	12	43	6	707.454	894.009
Total	471	51	522		15.296.411	16.501.039

El número de eventos registrados presenta evidentes variaciones interanuales, las cuales no pueden ser imputadas a la variación del esfuerzo de pesca, el esfuerzo ha mostrado una sostenida disminución, desde los 2,5 millones el año 2001 hasta 800 mil anzuelos calados en los años 2008 y 2009 (Figura 4, Tabla 3).

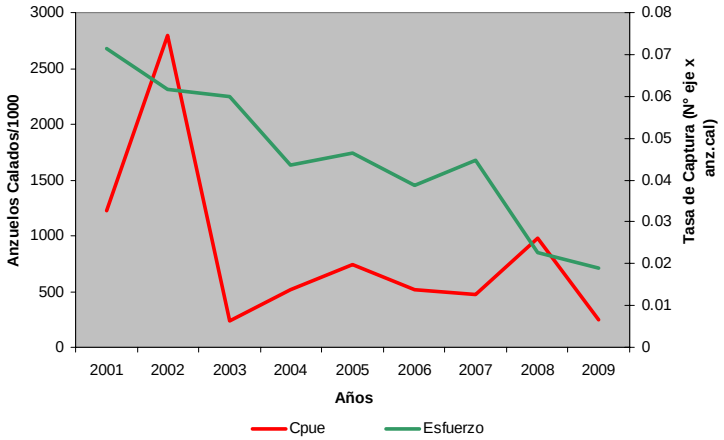


Figura 4. Esfuerzo de pesca de la flota palangrera industrial en número total de anzuelos calados (n°Anz/1000) y tasa de captura nominal de tortugas marinas en la flota palangrera industrial (N° tortugas Cap./1000 Anz), durante el período 2001-2009.

Las tasas de captura de tortugas aunque son bajas, tuvieron valores máximos en los años 2002 y 2005 superiores a 0,018 y registros mínimos de 0,005 en el año 2003. Respecto a la actividad inspeccionada en el año 2008, la tasa de captura fue de 0,026, siendo el máximo para la serie. La tasa de captura de la tortuga laúd presentó una estabilidad desde el año 2006 hasta el 2008.

Tabla 4. Tasas de captura de tortugas en la flota palangrera industrial (N° tortugas Cap./ 1000 Anz), durante el período 2001 al 2009.

Año	Tortuga Cabezona	Tortuga Laud	Tortuga Olivacea	Tortuga Verde	Tortuga sin identificar	Total
2001	0.0116	0.0183		0.0007	0.0022	0.0329
2002	0.0043	0.0635	0.0004	0.0009	0.0060	0.0751
2003	0.0013	0.0045		0.0004		0.0062
2004	0.0012	0.0129		0.0012		0.0153
2005	0.0040	0.0172	0.0023	0.0011		0.0247
2006	0.0014	0.0131		0.0007		0.0151
2007	0.0006	0.0107	0.0030			0.0143
2008	0.0035	0.0106	0.0095	0.0024		0.0260
2009		0.0085				0.0085
Total	0.0280	0.1592	0.0152	0.0075	0.0083	0.0273

La zona de pesca habitual de la flota palangrera industrial que opera sobre pez espada se traslapa con las rutas de migración de las tortugas marinas. Shillinger (*et al.* 2008) realizó el marcaje y seguimiento satelital de 46 ejemplares de tortuga laúd desde Costa Rica y Panamá, las cuales se desplazaron hasta pasado los 35° de latitud sur, abarcando la zona de Isla de Pascua, Islas Salas y Gómez y el archipiélago de Juan Fernández, lugares que son la zona de pesca habitual de la flota analizada Figura 5.

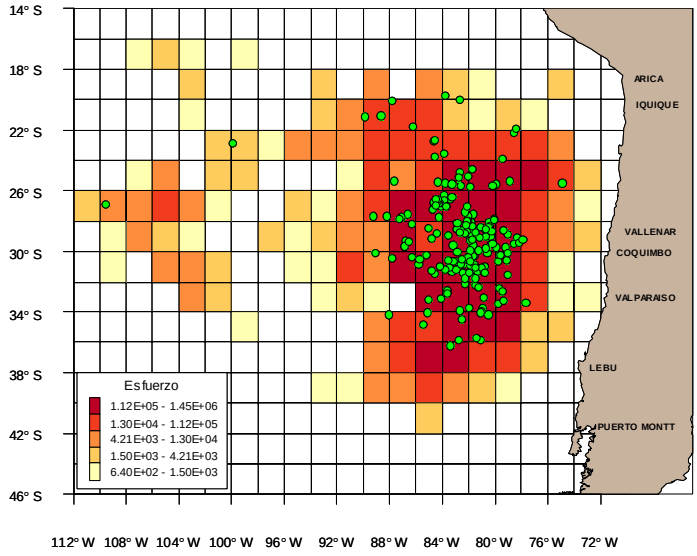


Figura 5. Distribución histórica del esfuerzo de la flota palangrera industrial y registros de captura incidental de tortugas marinas. Para el período 2001-2009.

En general la zona de mayor concentración de los registros de captura incidental son concordantes con los “caladeros” habituales donde se despliega el mayor esfuerzo de la flota palangrera industrial.

La distribución espacial de los lances, donde se registró captura incidental de tortugas marinas, en sus dos componentes, latitud y longitud, por especie registradas, presentan diferentes rangos de distribución; para la tortuga laúd muestra una distribución latitudinal y longitudinal amplia Figura 6, la tortuga verde muestra un comportamiento más costero y más al norte, mientras que las oliváceas son más oceánicas, y se ubican en las cercanías del archipiélago de Juan Fernández.

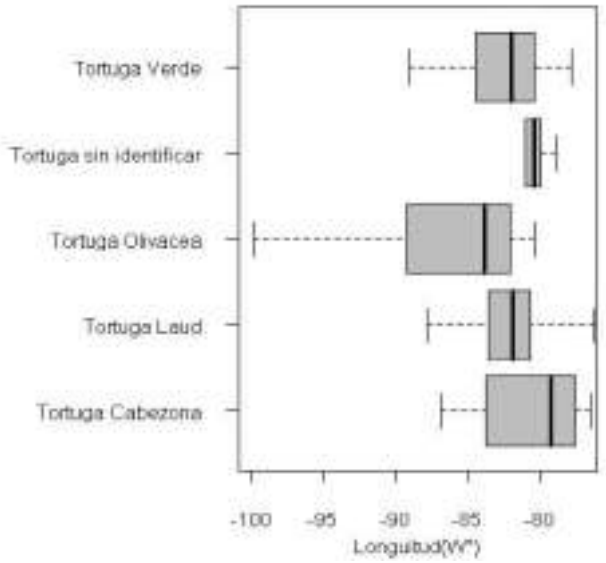


Figura 6. Rango longitudinal de los lances donde se capturaron de forma incidental tortugas marinas en la flota palangrera industrial para el periodo 2001 al 2009.

La distribución latitudinal de los registros de captura incidental, comprendió desde los 19° latitud W a los 36° latitud W, no existen diferencias significativas en la distribución latitudinal, sin embargo, el mayor rango de distribución lo presentaron los ejemplares de tortuga laúd y muestra una media situada al rededor de los 30°, en contraposición la tortuga verde presentó registros medios en torno a los 26°.

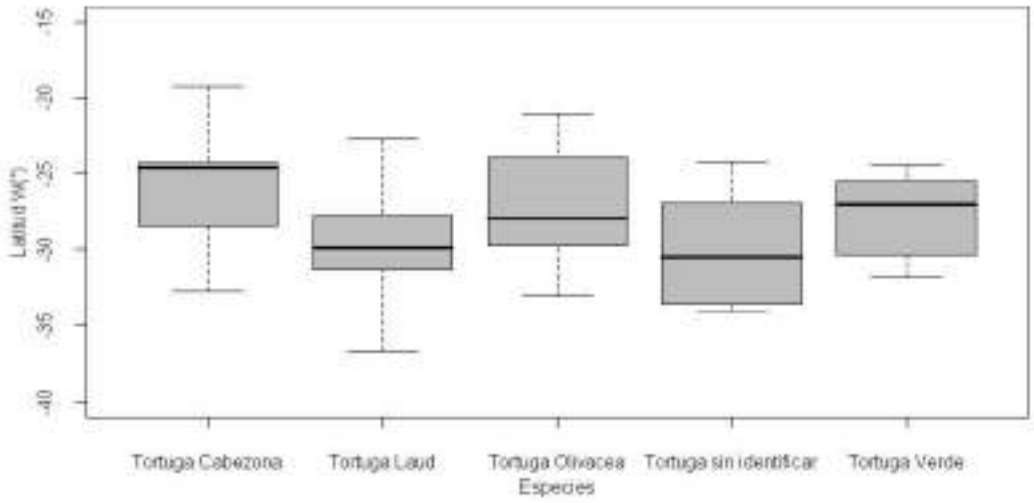


Figura 7. Rango latitudinal de los lances donde se capturaron de forma incidental tortugas marinas en la flota palangrera industrial para el periodo 2001 al 2009

Folio010462

Al realizar la comparación de los registros históricos de los rangos de temperatura superficial del mar, (TSM) por especie capturada incidentalmente, cabe señalar que los registros fueron obtenidos de los instrumentos existentes en las embarcaciones.

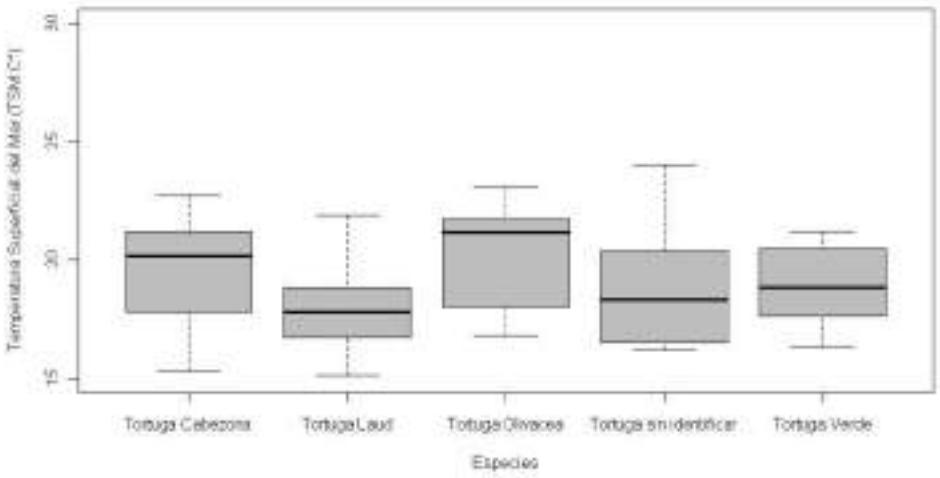


Figura 8. Rango de la temperatura superficial del mar (C°) registrada en las posiciones donde se capturaron de forma incidental tortugas marinas por la flota palangrera industrial, durante el período 2001 al 2009.

Los rangos de temperatura son similares (5°C) a excepción de la tortuga laúd que presenta un rango de temperatura más amplio de 8°C. La temperatura promedio en la cual se registraron las interacciones fueron: para tortuga laúd 18 °C, tortuga cabezona 19,5 °C y tortuga verde 18,7 °C; sin embargo, la tortuga olivácea tuvo temperaturas mayores de 21 °C, el rango térmico de esta tortuga es característico y no se encuentra bajo los 18°C. Los ejemplares de tortugas laúd presentaron un rango térmico más amplio y se encontraron en sectores con presencia de masas de agua más frías por debajo de los 16 °C (Figura 8).

11.2. Factores que influyen en la captura incidental de tortugas marinas.

Para evaluar los factores que influyeron en la captura incidental, se utilizó un enfoque modelo basado, considerando la teoría asociada a los modelos lineales generalizados (GLMs). Esta investigación fue presentada durante el “III Simposio Regional sobre Tortugas Marinas en el Pacífico Suroriental”, efectuado en la Universidad Península de Santa Elena en la ciudad de Santa Elena,

Ecuador, los días 6 y 7 de noviembre de 2009, bajo el titulo: *"Sea turtle bycatch in the longline fishery off Chile (Southeastern Pacific Ocean) from 2001 to 2008."*, de los autores Jorge Azócar, Juan C. Saavedra, Leyla Miranda, Patricio Barría y Gastón Rosson.

Se consideró como variable respuesta, el número de tortugas capturadas por lance, fijando como variable "offset" el número de anzuelos calados, las covariables consideradas en el modelo fueron: la información georreferenciada del lance de pesca (latitud y longitud) y registros de Temperatura Superficial del Mar (TSM). Para evaluar la temporalidad entre años y dentro del año, se utilizó como factores; la estación del año (verano, otoño, invierno y primavera) y los años (desde 2001 a agosto de 2009).

El análisis de devianza del modelo Binomial Negativo, señaló que el factor año y la TSM, explican sobre el 70% de la varianza. En contraposición, la Latitud no presentó un efecto sobre las tasas de captura incidental Tabla 5.

Tabla 5. Resumen del análisis de devianza para las variables testeadas en el modelo.

Covariable	GL	Devianza	% Dev. Exp.	Valor P
Latitud	1	0,14	0	0,711
Longitud	1	7,24	9,9	< 0,01
TSM	1	9,88	21	< 0,01
Estacion	3	34,26	12,3	< 0,01
Año	8	41,88	56,8	< 0,01

* El porcentaje de devianza explicada por el modelo es: 9 %

La Figura 9, ilustra los efectos de las covariables y factores sobre las tasas de captura incidental estandarizadas a un esfuerzo constante (1000 Anz./Cal.), corroborando el efecto nulo de la latitud, y la gran incidencia de factor año y TSM.

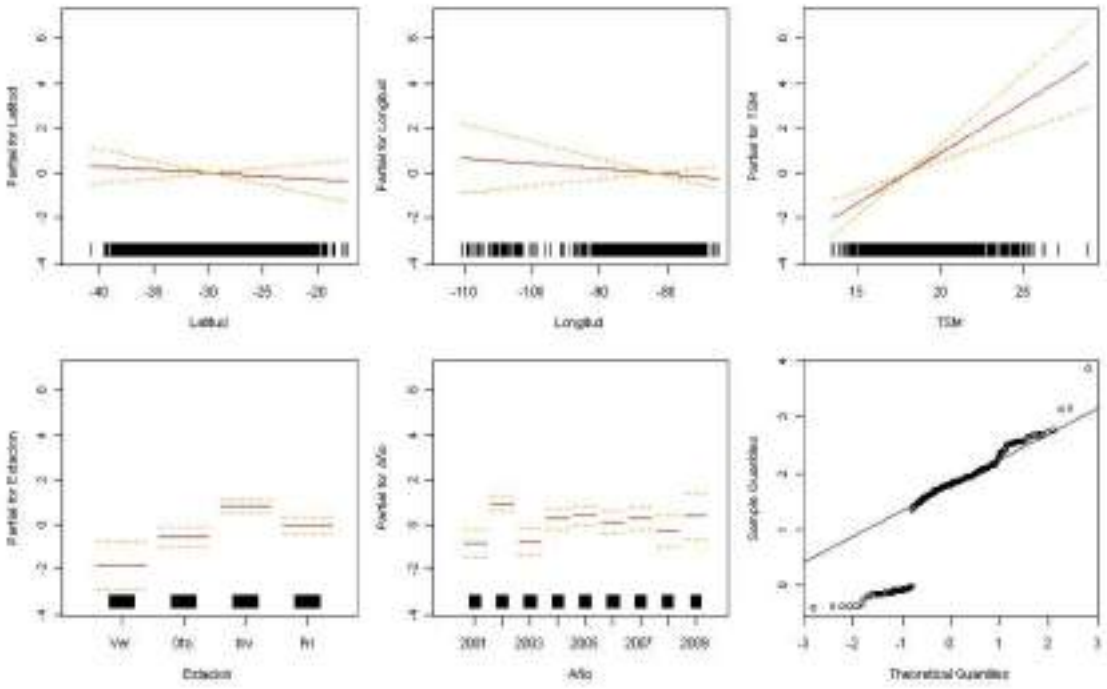


Figura 9. Efectos de las covariables y factores sobre las tasas de captura incidental estandarizadas a un esfuerzo constante (1000 Anz./Cal.) y gráfico de normalidad de los residuos.

El estudio concluyó que: La captura incidental de tortugas marinas, es un evento de baja frecuencia y que la especie que presentó mayor interacción corresponde a tortuga laúd.

De las variables introducidas en el modelo, el factor año, en conjunto con la TSM, son las que entregan un mayor grado de explicación, sobre el 70% de la variación total.
Una explicación pausible a la baja tasa de captura incidental de tortugas marinas que presentó la flota palangrera industrial chilena, se pude ser justificada por la corta sobreposición en invierno y primavera (temporal y espacial) con el área de alimentación o de tránsito y las zonas de pesca habituales de la flota palangrera chilena.

Folio010465

12. PRINCIPALES PROBLEMAS EN PLAYAS DE ANIDAMIENTO Y POSIBLES RIESGOS PARA LAS POBLACIONES DE TORTUGAS MARINAS QUE ANIDAN EN TALES ZONAS

No han sido reportadas playas de anidamiento de tortugas marinas en Chile continental e insular.

13. EFECTOS TURÍSTICOS SOBRE PLAYAS DE ANIDACIÓN, FORRAJEO O SITIOS DE CONCENTRACIÓN DE TORTUGAS

Existió una concentración permanente de tortugas marinas, en la bahía de Mejillones, Región de Antofagasta. Actualmente muy disminuida y con esporádicos avistamientos

Esta población, fue victima de ataques de lobos marinos (*Otaria flavences*) residentes en la zona y por tal razón se implementó el traslado de 50 ejemplares ésta hacia “Caleta Constitución” 23° 26.21' S, 70° 36' W, esta acción fue realizada por el Dr. Carlos Guerra, Director del Centro CREA, dependiente de la Universidad de Antofagasta.

Una detallada presentación del tema, puede ser encontrada en el Anexo 3.

14. IDENTIFICACION DE FACTORES CLAVES Y DETERMINACION DE OBJETIVOS ESTRATEGICOS EN LA CONSERVACION DE TORTUGAS MARINAS EN CHILE

Considerando que para poder describir la situación actual de las tortugas marinas en Chile, se debe involucrar un grupo multiespecífico de participantes, los cuales se desempeñan en diferentes estamentos, se realizó una convocatoria para la conformación de un Grupo de Trabajo a nivel nacional (Anexo 4). Posteriormente, este grupo se reunió en un Taller, donde se implementó un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas), donde se identificaron los factores claves y se determinaron los objetivos estratégicos que inciden en la conservación de las tortugas marinas en Chile, basándose en la experiencia y conocimiento de sus integrantes, y considerando las percepciones que este grupo tenía acerca de los problemas que se suscitan en torno a estos reptiles marinos. El Grupo de Trabajo contó con el apoyo de dos facilitadores (monitores) que guiaron las sesiones del trabajo colectivo.

Folio010466

El Taller se realizó en dos sesiones:

i) 16 de noviembre de 2010, comenzando a las 09:00 A.M. y concluyendo a las 19:00 P.M. y,
ii) 14 de diciembre de 2010, comenzando a las 09:00 A.M. y concluyendo a las 17:30 P.M.

La primera sesión se realizó en el Centro de Instrucción y Capacitación Marítima (CIMAR), ubicado en el sector de Playa Ancha en la ciudad de Valparaíso, que depende de la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR) perteneciente a la Armada de Chile.

La segunda sesión se llevó a cabo en el Auditórium "Marco Espejo Vidal." ubicado en la Sede Central del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) en la ciudad de Valparaíso.

El documento integro, incluyendo metodología, desarrollo y los resultados del Taller se encuentran en extenso en el Anexo 4 y en lo sustantivo se resumen como sigue:

Durante el primer paso del FODA ("lluvia de ideas"), el grupo de trabajo consideró 10 temas generales surgidos en un análisis "*a priori*" sobre tortugas marinas, el acuerdo final estableció que estos fuesen agrupados en 6 puntos (Tabla 8).

Tabla 6. Temas generales surgidos en un análisis "a priori" de la lluvia de ideas, entregada en la primera etapa del Taller nacional FODA.

Temas generales	Agrupados en
1. Investigación	1. Investigación y Monitoreo
2. Normativa	2. Normativa e Institucionalidad
3. Educación y Difusión	3. Educación, Capacitación y Sensibilización
4. Rescate, Rehabilitación y liberación	4. Conservación (Protección, Rescate, Rehabilitación y liberación)
5. Financiamiento	5. Financiamiento
6. Interacciones: Pesca, Acuacultura, Industria, Actividades antrópicas	6. Interacciones y usos antrópicos (Pesca, Acuacultura, Industria, Aspectos cuturales
7. Gestión	
8. Generación de capacidades	
9. Fortalecimiento Institucional	
10. Utilización de las tortugas (uso reciente o aspectos culturales)	

Del análisis realizado a los puntos generales se obtuvieron los factores en cada uno de los elementos requeridos por la herramienta FODA: *fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas*. Lo anterior permitió diseñar la matriz MAFE respectiva, que señala 6 objetivos estratégicos propuestos en el Taller (Cuadro 1), los cuales fueron la plataforma para establecer posteriormente los objetivos estratégicos más relevantes.

Folio010467

Cuadro 1. Matriz MAFE originada por el grupo de trabajo sobre tortugas marinas, donde se indica los objetivos estratégicos propuestos.

	Oportunidades	**Amenazas**
	a) Disposición a mejorar las normativas sobre la conservación de las tortugas b) Presiones comerciales internacionales para pesca responsable c) Establecimiento de alianzas para capacitación e intercambio de conocimientos d)Las tortugas marinas son un tema de conservación prioritario para la comunidad e) Mejorar nuestras capacidades institucionales (normativos, planes de monitoreo, difusión) para responder a requerimientos comerciales internacionales de pesca responsable	a) Actividad extractiva de flotas pesqueras foráneas en aguas internacionales adyacentes b) Actividad extractiva de la flota marrajera en la zona norte de Chile
Fortalezas		
a) Existencia de material de capacitación y difusión b) Existencia de normativas e instituciones relacionadas al tema de tortugas c) Existencia de planes de monitoreo a bordo de naves palangreras d) Existencia de grupos voluntarios en conservación e) Vinculación a redes internacionales de conservación de tortugas marinas	Utilizar las redes internacionales para potenciar las capacidades nacionales en la conservación de las tortugas marinas y difundir los esfuerzos del país en esta materia	Utilizar los vinculos con redes internacionales para aplicar planes en conjunto de monitoreo de tortugas marinas en la flota foranea que opera en aguas adyacentes
Debilidades		
a) Falta de profesionales y científicos expertos en tortugas b) Faltan reglamentos y protocolos complementarios relativos a conservación c) No existe una línea de financiamiento para la investigación y conservación sobre tortugas marinas d) No existe una apropiada coordinación pública-privada en temas de conservación e) Falta de voluntad política en las instituciones en el mejoramiento de las capacidades en conservación de tortugas marinas f) Baja cobertura en el monitoreo de la flota marrajera	Establecer instancias de participación público-privadas para mejorar la reglamentación y protocolos relativos a la investigación, conservación y difusión de tortugas marinas. Establecer líneas de financiamiento para la investigación y conservación de las tortugas marinas que permita responder a los requerimientos comerciales internacionales de pesca responsable	Potenciar el monitoreo a bordo de la flota marrajera que interactua con las tortugas marinas Generar protocolos complementarios relativos a conservación (rescate y liberación) para ser implementados en las actividades comerciales de las flotas nacionales involucradas

Los objetivos estratégicos del tipo FO (Fortalezas-Oportunidades) nos indican que a través de utilizar las fortalezas (existencia de material de capacitación y difusión, de normativas, de planes de monitoreo, de grupos voluntarios en conservación y vinculación a redes internacionales de conservación) se pueden aprovechar las ventajas de las oportunidades.

Los objetivos estratégicos del tipo DO (Debilidades-Oportunidades), nos indican que las debilidades (falta de científicos, profesionales, reglamentos, protocolos, financiamiento y coordinación pública-privada) se pueden superar aprovechando las oportunidades (Mejoramiento de las normativas, presiones comerciales internacionales, establecimiento de alianzas, mejoramiento de capacidades institucionales).

Las estrategias FA (Fortaleza-Amenaza), aprovechan las fortalezas que el sistema posee (existencia de material de capacitación y difusión, de normativas, de los planes de monitoreo, de los grupos voluntarios en conservación y la vinculación a redes internacionales de conservación) para evitar o disminuir las repercusiones de las amenazas (actividad extractiva de flotas pesqueras foráneas y de la flota marrajera nacional)

Folio010468

Los objetivos estratégicos DA (Debilidades-Amenazas), deben tender a disminuir las debilidades (falta de científicos, profesionales, reglamentos, protocolos, financiamiento y coordinación pública-privada) y evitar las amenazas del entorno (actividad extractiva de flotas pesqueras foráneas y de la flota marrajera nacional).

A través de la neutralización de los factores (se deja de discriminar entre fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas) fueron establecidos 11 factores relevantes o claves en el tema de las tortugas marinas, los cuales se entregan en la Tabla 7.

Tabla 7. Factores claves establecidos por el grupo de trabajo mediante Análisis FODA.

Notación	Factor
A	Capacitación y difusión
B	Normativas
C	Monitoreo
D	Vinculos a redes internacionales
E	Capacidades cientificas y tecnicas
F	Financiamiento
G	Coordinación publico privada
H	Pesca responsable
I	Conservación
J	Actividad extractiva
K	Instituciones

Del análisis del FODA Sistémico, se concluye que la mayor parte de los factores considerados tienen una interdependencia entre ellos, toda vez que se localizaron en el cuadrante crítico (Figura 10). Este cuadrante es complejo, ya que si bien los factores aquí clasificados pueden producir altos efectos en el sistema, como por ejemplo generar instancias de capacitación a través de vínculos de redes internacionales o bien monitoreos y pesca responsable por medio de normativas, también son factores influenciables en un alto grado, llegando incluso a generar consecuencias poco deseables, como por ejemplo cambios en la normativa que desfavorezcan la relación público-privada.

El cuadrante pasivo indica factores que se pueden modificar, pero con una perspectiva mayor en el tiempo. En este contexto la actividad extractiva (J) concuerda con el perfil establecido para este cuadrante.

El factor financiamiento (F) se localizó en el cuadrante activo, lo que señala que este factor es muy importante y ejerce mucha influencia sobre el sistema, por lo que es necesario considerar a este factor (determinante), al momento de generar y establecer las estrategias de manejo e investigación sobre las tortugas marinas.

Folio010469

Es este factor, el cual debe ser considerado como prioritario de abordar dentro de la agenda de un futuro grupo de trabajo, ya que es decisivo para generar, desarrollar e impulsar acciones de conservación. Así, el objetivo estratégico "*Establecer líneas de financiamiento para la investigación y conservación de las tortugas marinas que permita responder a los requerimientos comerciales internacionales de pesca responsable*", debe ser considerado como primordial en la Agenda de trabajo de futuras reuniones de expertos en el tema en cuestión.

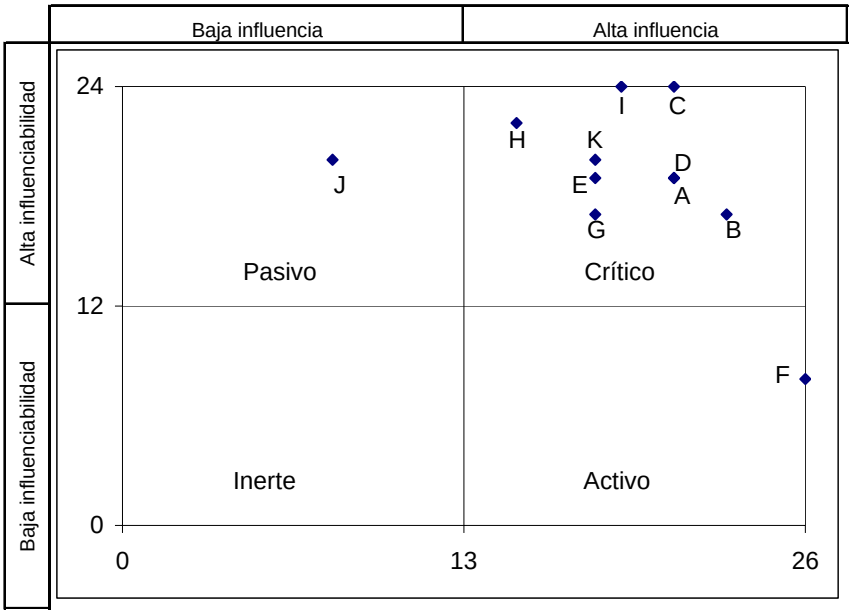


Figura 10. Esquema axial de factores involucrados en las actividades referidas a tortugas marinas. A) Capacitación y difusión; B) Normativas; C) Monitoreo; D) Vínculos a redes internacionales; E) Capacidades científicas y técnicas; F) Financiamiento; G) Coordinación público privada; H) Pesca responsable; I) Conservación; J) Actividad extractiva; K) Instituciones.

Folio010470

15. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LA SITUACIÓN NACIONAL

Las amenazas en la conservación de las tortugas marinas en Chile, están principalmente dadas por las interacciones con la actividad pesquera, tanto artesanal como industrial.

Las especies que presentaron interacción con la actividad pesquera son cuatro, las que han sido diagnosticadas para esta zona, estas son:

- tortuga cabezona (*Caretta caretta*),
- tortuga olivácea (*Lepidochelys olivacea*),
- tortuga verde (*Chelonia mydas*) y
- tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*).

A nivel internacional la pesquería palangrera industrial, ha sido señalada como la actividad que presenta la mayor captura incidental, en Chile esta flota es monitoreada de forma intensiva mediante Observadores Científicos, los cuales han sido capacitados en técnicas de liberación de estos ejemplares. Producto de la información levantada, desde ya una década, es posible establecer que la tasa de captura incidental es baja y que la mortalidad generada por la actividad pesquera es muy reducida.

Los programas de monitoreo de la flotas pesqueras, son relevantes para la conservación de tortugas marinas ya que la figura del Observador Científico a bordo de las embarcaciones genera un cambio en la conducta de las tripulaciones, optando por dar un trato preferencial a la liberación de los ejemplares capturados.

De esta forma es posible señalar que la actividad de la flota palangrera industrial no afecta de manera significativa a las poblaciones de tortugas marinas.

Es importante establecer el nivel de sobre vida de los ejemplares liberados en las faenas de pesca por los Observadores Científicos, toda vez han sido bien instruidos en técnicas especiales de reanimación y cuidados básicos, para que puedan asistirlas de mejor manera.

Además, es necesario contar con apoyo logístico, para articular una red de centros calificados de rehabilitación de estos ejemplares, manteniendo un aporte constante para que desarrollen su actividad independiente de sólo la voluntad de los participantes.

Habitualmente los ejemplares que son atendidos en los centros voluntarios de rescate, presentan complicaciones severas, generadas por el nivel de impacto causado por las lesiones, lo que hace necesaria la formación de médicos veterinarios especializados en estas especies marinas.

Para normar los centros de rescate, actualmente se encuentra en desarrollo un reglamento que investigará de posibles financiamientos y de los estándares requeridos para su funcionamiento.

Para los expertos nacionales que participaron en el Taller FODA, una de las principales preocupaciones es contar con un financiamiento constante para desarrollar los programas de investigación, educación y recate de las tortugas marinas.

Del mismo modo, el financiamiento resulta ser un factor trascendental, ya que es necesario para la articulación y mantención en el tiempo de una Red de Especialistas en el tema.

Sin duda que la articulación de un comité científico, permitirá el desarrollo de los lineamientos estratégicos establecidos dentro del Plan de Acción y que a su vez, son necesarios e ineludibles para el cumplimiento de los acuerdos internacionales vigentes.

Folio010472

16. CONCLUSIONES

La ratificación y participación en los tratados internacionales vinculantes, tales como la “Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas” (CIT) y el “Plan de Acción Para la Protección del Medio Marino y Áreas Costeras del Pacifico Sudeste”, señalan la obligación adquirida por el Estado chileno en la protección de estas especies.

La presencia y registros de tortugas marinas en Chile en la zona costera, es de muy baja frecuencia y pueden ser consideradas especies “raras”, existiendo registro de cuatro especies. Sin embargo, no son percibidas por la población de forma continua.

En las operaciones de pesca de la flota palangrera de superficie, la captura incidental de tortugas marinas, presentó una tasa baja.

La tortuga laúd, es la especie que presentó la mayor recurrencia (importancia) en la captura incidental en la operación de la flota palangrera industrial.

En Chile, existe un marco legal suficiente para la conservación de las poblaciones de tortugas marinas.

En Chile no existen playas de anidamiento, en consecuencia no existe costumbre o tradición, en la población, de consumo de huevos y carne de tortuga. Asimismo, ante la falta de una cultura de consumo, no existe una actividad pesquera dirigida a la captura de tortugas marinas.

Los programas de monitoreo, han sido eficientes en establecer la magnitud de las capturas incidentales, en las principales pesquerías que presentan interacción con tortugas marinas, sin embargo, es necesario expandir la cobertura en las pesquerías en las cuales existen antecedentes de capturas incidentales. Tales como la pesquería espinelera artesanal y redera artesanal, que operan sobre pez espada.

Folio010473

17. RECOMENDACIONES

La principal recomendación emanada del Taller Nacional FODA fue: "*Establecer líneas de financiamiento para la investigación y conservación de las tortugas marinas que permita responder a los requerimientos comerciales internacionales de pesca responsable*".

Lo cual indica, como primer paso, la conformación de un Comité Técnico Nacional, el cual sesione a lo menos anualmente y que tenga un financiamiento estable y permanente para consolidar los lineamientos estratégicos ya desarrollados.

Los convenios vinculantes internacionales, ratifican esta necesidad ya que la elaboración de los informes técnicos, que requieren las Secretarías respetivas, deben ser alimentados con información que es manejada por los diferentes especialistas nacionales.

Folio010474

18. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Achaval F., Y.H. Marin & L.C. Barea. 2000. Captura incidental de tortugas marinas con palangre pelágico oceánico en el Atlántico Sud- occidental. En: G. Arena & M. Rey. (Eds.). Captura de grandes peces pelágicos (pez espada y atunes) en el Atlántico Sud-occidental, y su interacción con otras poblaciones. INAPE – PNUD URU/92/003. Pp. 83-88. Montevideo, Uruguay.

Barría P., J. Azócar, C. Bernal, A. Gonzalez, S.Mora y F. Cerna, 2008. Seguimiento del estado de situación de las principales pesquerías nacionales. Investigación situación recursos altamente migratorios, 2007. Informe Final. IFOP-SUBPESCA: 140 p. (más anexos).

Bolten A. B., J. A Wetherall, , G. H Balazs and S. G. Pooley (Compilers).1996, Status of Marine Turtles in the Pacific Ocean Relevant to Incidental Take in the Hawaii-Based Pelagic Longline Fishery. U.S. Dept. Commer., NOAA Tech. Memo. NMFS-SWFSC-230, 167 pp.

Burnham, K.P. and Anderson, D.R. (2002). Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information-Theoretic Approach. Springer-Verlag.

Domingo A., A. Fallabrino and M. Laporta. 2004. Incidental capture and space-time distribution of sea turtles in the Uruguayan longline fishery in South West Atlantic. En: Abstracts of the 4th World Fisheries Congress, Vancouver, Canada. Pag. 58.

Donoso-Barros R. (1961) Los reptiles del mar chileno. Noticiero Mensual del Museo Nacional de Historia Natural (Chile) 5 (58): 1-3.

Hall, M., D. Alverson & K. Metuzals. 2000. By-Catch: Problems and solutions. Marine Pollution Bulletin 41: 204-219.

Hilton-Taylor, C. 2000. IUCN red list of threatened species. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. xviii + 61 p. (with 1 CD-ROM)

Kotas J.E., S. Santos, V.G. Azevedo, B.M.G. Gallo & P.C.R. Barata. 2004. Incidental capture of loggerhead (Caretta caretta) and leatherback (Dermochelys coriacea) sea turtles by the pelagic longline fishery off southern Brazil. Fishery Bulletin 102:393-399.

Laurent L., J.A. Camiñas, P. Casale, M. Deflorio, G. De Metrio, A. Kapantagakis, D.Margaritoulis, C.Y. Politou, J. Valeiras. 2001. Assessing marine turtle bycatch in European drifting longline and trawl fisheries for identifying fishing regulations. Project-EC-DG Fisheries 98-008. Joint project of BIOINSIGHT, IEO, IMBC, STPS and University of Bari. Villeurbanne, France, 267 p. LEWISON R.L., S.A.

Folio010475

Lewison, R. L., L. B. Crowder and S. Freeman. 2004. Quantifying the effects of fisheries on threatened species: the impact of pelagic longlines on loggerhead and leatherback sea turtles. *Ecology Letters*, 7: 221-231.

Long, J. Scott. 1997. Regression Models for Categorical and Limited Dependent Variables. Number 7 in Advanced Quantitative Techniques in the Social Sciences. Thousand Oaks, California: Sage.

Lutcavage, M.E., P. Plotkin, B. Witherington, P. L Lutz. 1997. Human impacts on sea turtle survival. In: Lutz, P.L., Musick, J.A. (Eds.), The Biology of Sea Turtles. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 387–409.

McCullagh P, Nelder JA (1989). Generalized Linear Models. Chapman & Hall, London, 2nd edition.

Nisemura, W., S. Nakahigashi, 1990. Incidental capture of sea turtles by Japanese research and training vessels: results of a questionnaire. Marine Turtle Newslett. 51, 1–4.

Oravetz C.A., 1999. Reducción de la Captura Incidental en Pesquerías. Pp. 217-222 In: Eckert KL Bjorndal KA Abreu-Grobois FA & M Donnelly (Editors). Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication Nº 4.

Sakamoto, Y., Ishiguro, M., and Kitagawa G. 1986. Akaike Information Criterion Statistics. D. Reidel Publishing Company.

Spotila, J.R., R.R. Reina, A.C. Steyermark, P.T. Plotkin and F.V. Paladino. 2000. Pacific leatherback turtles face extinction. Nature, 405, 529–530.

Shillinger GL, Palacios DM, Bailey H, Bograd SJ, Swithenbank AM, Gaspar P, Wallace BP, Spotila JR, Paladino FV, Peidra R, Eckert SA, Block BA. (2008) Persistent leatherback turtle migrations present opportunities for conservation. PLoS Biol 6(7): e171.

Wallace, B. P., P. R. Sotherland, J. R. Spotila, R. D. Reina, B. F. Franks, and F. V. Paladino. 2004. Biotic and abiotic factors affect the nest environment of embryonic leatherback turtles, Dermochelys coriacea. Physiological Biochemistry and Zoology 77:3423–432.

Wallace, B. P., R. L. Lewison, S. L. McDonald, R.K. McDonald, C.Y. Kot, S. Kelez, R.K. Bjorkland, E.M. Finkbeiner, S. Helmbrecht, & Larry B. Crowder. 2010 Global patterns of marine turtle bycatch. Conservation Letters xx (2010) 1–12. 10.1111/j.1755-263X.2010.00105.x

A N E X O S:

Anexo 1

Fichas de identificación para las tortugas marinas presentes en Chile.

Guía de Identificación Tortugas marinas para Chile



Caparazón: 5 quillas sin escudo, sin escudos keratinosos
Plastron: no cubre gran parte de la supervicia ventral, sin escudos keratinosos
Cabeza: Sin escamas y con una muesca a cada lado



Dermochelys coriacea nombre común en español/inglés ***LAUD / LEATHERBACK*** **código 928**

Caparazón relativamente flexible, aspecto general similar al cuero, el caparazón puede ser completamente negro o moteado de blanco, el extremo posterior afilado con quillas sobresalientes, longitud del caparazón hasta de 180 cm.

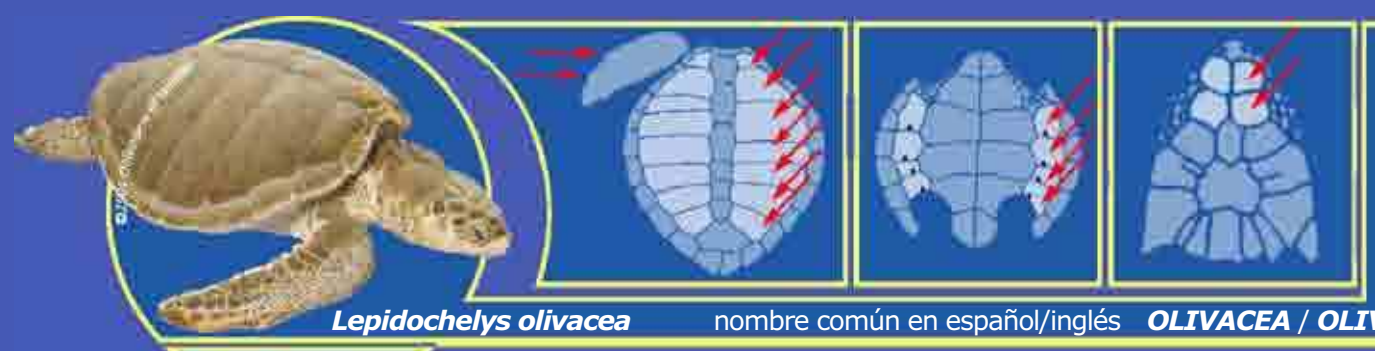


Caparazón: 5 escudos laterales
Aleta: 2 garras
Plastron: 3 escudos inframarginales sin poros
Cabeza: 2 pares de escamas prefrontales



Caretta caretta nombre común en español/inglés ***CABEZONA / LOGGERHEAD*** **código 927**

Cabeza muy grande (ancho hasta 28 cm en adultos); caparazón más ancho anteriormente, alargado y más estrecho posteriormente, con una "joroba" en el quinto escudo vertebral; color uniforme café-rojizo, máxima longitud del caparazón 105 cm.



Caparazón: el número de escudos laterales puede ser asimétrico, de 5 a 9 escudos.
Aleta: 2 garras (adultos pierden la garra secundaria)
Plastron: 4 escudos inframarginales con poros pequeños
Cabeza: 2 pares de escamas prefrontales



Lepidochelys olivacea nombre común en español/inglés ***OLIVACEA / OLIVE RIDLEY*** **código 929**

Caparazón relativamente empinado en su costado, especialmente en el Pacífico oriental; típicamente color olivo oscuro; juveniles gris, circulares en su contorno, máxima longitud del caparazón 72 cm.



Caparazón: 4 escudos laterales
Aleta: 1 garra
Plastron: 4 escudos inframarginales sin poros
Cabeza: 1 par de escamas prefrontales
Marcas: en aletas anteriores, aletas posteriores



Chelonia mydas nombre común en español/inglés ***VERDE / GREEN*** **código 930**

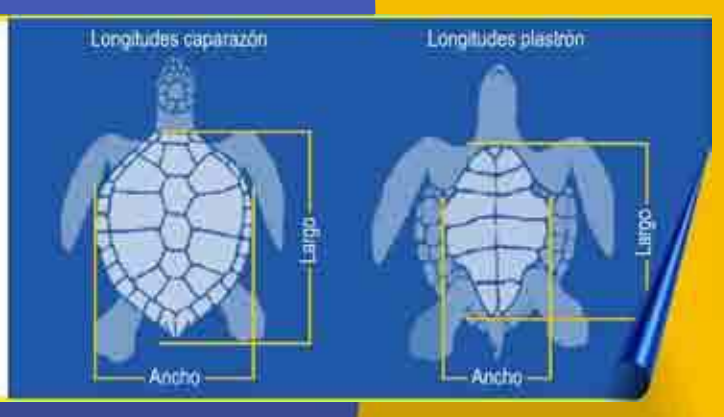
Caparazón liso y ancho (ligera indentación a la altura de las extremidades posteriores), coloración variable pero normalmente con vetas radiantes o manchas en algunos adultos grandes; máxima longitud del caparazón 120 cm.

Nota: el número de escudos inframarginales, laterales y prefrontales puede variar en cada especie; los utilizados en esta ficha son los mas usuales.

Colabora informándonos
Cuando encuentres una tortuga marina anota lo siguiente:

Localidad: Fecha:
Especie:
Estado del ejemplar: ○ viva ○ muerta ○ herida Foto: ○ si ○ no
Marcas de identificación: ○ aletas anteriores ○ aletas posteriores
Longitudes:
Largo del caparazón Ancho del caparazón:
Largo del Plastrón Ancho del Plastrón:
Observaciones

Tu nombre:
Teléfono o correo electrónico:



Contacto
tortugas@ifop.cl
fono 32-2151441

Esquemas de cabezas: Eckert, K.L, K.A. Bjorndal, F.A. Abreu-Grobis y M. Donnelly (Ed.) 2000. Técnicas de investigación y manejo para la conservación de las Tortugas Marinas. Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE Publicación N°4.

Diseño: Mario Recabal M. - Unidad de Ediciones y Producción - Relaciones Corporativas - IFOP

Folio010479

GUÍA DE LIBERACIÓN DE TORTUGAS MARINAS

www.defenders.org

Manejo.

1. Suba a la tortuga abordo con una red o a mano. **Nunca la suba jalando de la línea.**

2. Para facilitar el manejo, colóquela en una llanta, boca arriba o boca abajo.

3. Corte toda la línea. **Nunca deje línea que impida que la tortuga pueda nadar.**







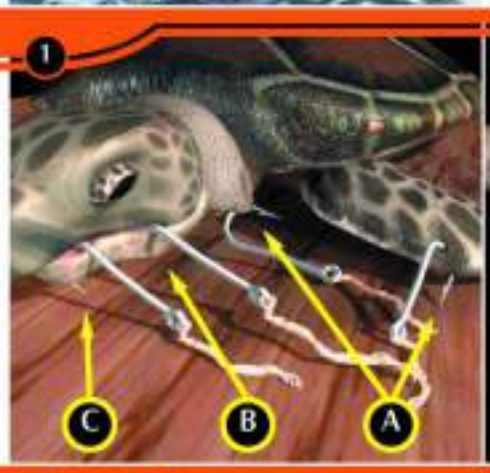
Anzuelos externos.

1. Si sobresale toda la punta del anzuelo córtela y retire el resto del anzuelo (A). Si la punta no sobresale, use pinzas o desenganchador para retirar el anzuelo (B). Si la punta se asoma siga los siguientes pasos (C).

2. Empuje o jale hasta que salga (D). **Nunca empuje contra cráneo, mandíbula o garganta.**

3. Córtela con pinzas o alicates (E).

4. Retire el anzuelo (F).









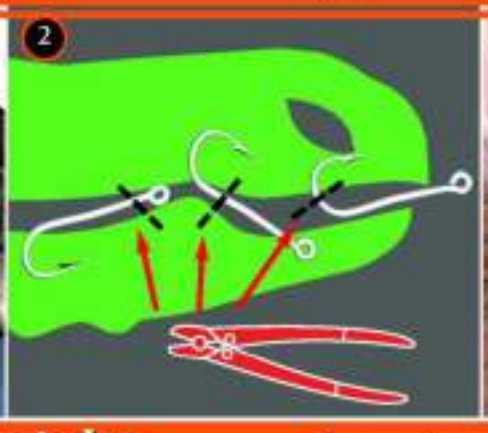
Anzuelos internos.

1. Use un palo de escoba o una cuerda con manguera para mantener la boca abierta.

2. Si el anzuelo está en el paladar, la garganta o profundamente ensartado, corte el anzuelo hasta donde alcance.

3. Use un desenganchador para remover anzuelos internos cuando estén ligeramente ensartados. Si sobresale la punta córtela y retire el anzuelo.







Anzuelos en forma de J en la boca, ligeramente ensartados.



1. Coloque la espiral del desenganchador en la línea.



2. Deslice el desenganchador hasta llegar al anzuelo.



3. Cuando el desenganchador esté colocado de forma recta con el anzuelo, empuje hacia abajo.



4. Retire el anzuelo junto con el desenganchador para que la punta no vuelva a ensartarse.

Anzuelos circulares en la boca, ligeramente ensartados.

1. Siga los pasos 1 y 2 de la sección de anzuelos de "J" para introducir el desenganchador hasta la base del anzuelo

Por su forma, el anzuelo circular no puede ser extraído como el anzuelo de "J".

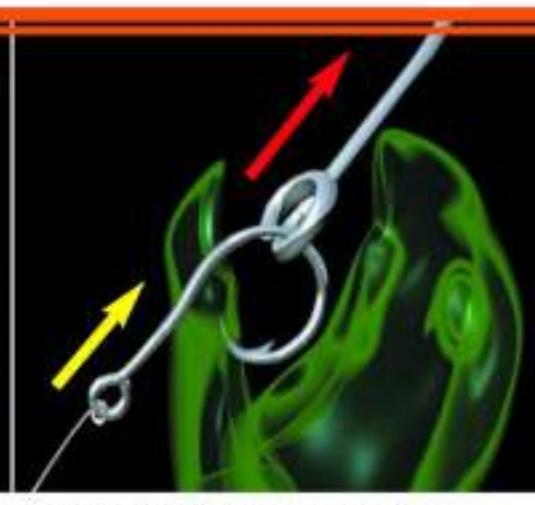
Es necesario girarlo utilizando la línea para jalar y el desenganchador como eje de apoyo.



2. Jale la línea girando el anzuelo y usando el desenganchador como eje de apoyo.



3. Continúe girando el anzuelo con la línea hasta que la punta del mismo se desaloje lo más posible.



4. Coloque el desenganchador en la base del anzuelo, jale y retírelo.

Tortugas muy grandes para subir abordo.

1. Utilice extensores para los desenganchadores y cortadores de líneas.

2. Seguir los pasos anteriores para remover anzuelos y cortar líneas.



Tortugas en mal estado.



1. Verifique si está viva tocando ligeramente la base del ojo.



2. Eleve la parte trasera unos 20 cm para desalojar el agua de los pulmones.



3. Colóquela en un lugar sombreado con trapos húmedos encima de ella.

TODAS LAS TORTUGAS VIVAS O MUERTAS DEBEN SER REGRESADAS AL MAR

© 2004 Preparado por Juan Carlos Cantú. Diseño e ilustración: Raziel Levi Méndez

FICHA DE ANTECEDENTES DE ESPECIE

Nombre Científico	Nombre Vernacular
Chelonia mydas **(Linnaeus, 1758)**	Tortuga verde

Sinonimia

Testudo mydas LINNAEUS, 1758
Testudo japonica THUNBERG, 1787
Testudo rugosa DAUDIN 1802 (non *Testudo rugosa* SHAW)
Caretta thunbergi MERREM, 1820 (nomen subst. pro *T. japonica* THUNBERG)
Chelonia mydas var. *japonica* GRAY, 1831
Chelonia formosa GIRARD, 1858
Chelonia tenuis GIRARD, 1858
Chelonia agassizii BOCOURT, 1868
Chelonia lata PHILIPPI, 1887
Natator tesselatus MCCULLOCH, 1908
Chelonia mydas agassizii STEBBINS, 1985

Antecedentes Generales

Caparazón oval con margen ocacionalmente festoneado pero no aserrado. Sin escotadura a la altura de las aletas traseras. . Posee cuatro pares de placas costales. El primer par no conecta con la placa precentral. Posee la parte interna de la porción del maxilar superior con una forma ganchuda y surcada de crestas verticales. El maxilar inferior es muy dentada (Donoso-Barros, 1966).
Alcanza un tamaño promedio de 1 metro, pudiendo llegar a mayores tamaños. Pesa en promedio unos 136 kg (y un máximo de 180 kg). El caparazón varía en color desde el verde, gris, café o negro, a menudo con manchones o líneas ennegrecidas. El plastrón (parte baja del caparazón) es blanco amarillento. Posee cuatro pares de escudos costales (escamas que recorren de arriba a abajo cada lado del caparazón). Los juveniles tienen un caparazón negro con un plastrón blanco, miden cerca de 50mm de largo y pesan 25g. (http://seamap.env.duke.edu/).

Distribución geográfica (extensión de la presencia)

La especie presenta una distribución circunglobal de aguas tropicales y subtropicales. Se encuentra a lo largo de la costa Pacifica. En Chile se extiende hasta las costas de Concepción (36º50'S 73º03'W) (Ibarra & Ortiz, 1990), aunque según Donoso-Barros (1966) podría llegar hasta Chiloé (42º29'S 73º46'W) incluso la Isla Desolación (53º00'S 74º10'W) (Guzmán & Campodónico, 1973). Según Yánez (1951) es una especie que se observa a menudo desde Coquimbo (29º58'S 71º21'W) al norte. Se ha reportado varamientos y observaciones por Sernapesca provenientes de Iquique (21º20'S; 70º05'W), Coquimbo (29º58'S; 71º21'W), Los Vilos (31º55'S; 71º31'W), Constitución (35º20'S; 72º25'W), Pichilemu (34º23'S; 72º00'W), Punta Lavapié (37º09'S; 73º35'W), Laraquete (37º10'S; 73º11'W), Talcahuano (36'º43'S; 73º07'W), Coronel (37º'1'S; 73º08'W). A partir de los años 80' en Chascos (Bahía Salado) (27º41'S; 71º00'W) es posible observar una pequeña población (Brito et al.,2007). De la misma manera aproximadamente desde 1998 en Mejillones (23º06'S 70º27'W), se encuentra una población relativamente estable (***http://www.uantof.cl/crea/***). En Chile su presencia tiene una distribución que se extiende por 3.925 km.

Tamaño poblacional estimado, abundancia relativa y estructura poblacional

En Chile no hay datos acerca de la biología poblacional de la especie ya que solo existen datos ocasionales sobre avistamientos de individuos eventuales. Solo desde aproximadamente una década se cuenta con datos que ha recopilado el Centro Regional de Estudios y Educación Ambiental de la Universidad de Antofagasta (http://www.uantof.cl/crea/). Desde 1998 en Mejillones (23º06'S 70º27'W), se encuentra una población de esta especie que alcanza a lo menos a 30 individuos que utilizan esta área para alimentarse (http://www.uantof.cl/crea/). De la misma manera aproximadamente a partir de los años 80' en Chascos (Bahía Salado) (27º41'S; 71º00'W) es posible observar una población que

varía entre 3 a 15 individuos (Brito et al.,2007).

Tendencias poblacionales actuales

Los análisis históricos y recientes publicados, indican una fuerte declinación de las subpoblaciones en todos los océanos. Estos estudios se basan sobre las ultimas tres generaciones, las que habrían sufrido este decline debido a la fuerte sobreexplotación de huevos y hembras adultas en las zonas de nidificación, complementado con la sobreexplotación de los juveniles y adultos en las áreas de forrajeo. En forma accidental, se informa de un efecto adicional, por parte de las actividades pesqueras y la degradación del medio marino, así como áreas de nidificación. Los análisis de los cambios subpoblacionales de 32 sitios distribuidos globalmente, han indicado un 48% a 67% de decline en el numero de hembras maduras nidificando anualmente sobre las ultimas tres generaciones (Seminoff, 2004).

Preferencias de hábitat de las especies (área de ocupación)

Puede habitar tres tipos diferentes de hábitat, áreas pelágicas (zonas donde convergen los juveniles), playas con fuerte oleaje (sitios de nidación), y áreas costeras poco profundas (adultos). Las mayores colonias de nidificación de *Ch. mydas* se encuentran en las Islas Ascensión, Isla Aves, Costa Rica, Nueva Caledonia, Queensland Australia, Surinam, Bahía de Maruata, México e Islas Galápagos (http://seamap.env.duke.edu/). En Chile, en especial en las costas de Antofagasta y Mejillones el hábitat preferido corresponde a áreas costeras poco profundas con abundancia de algas y con aguas cálidas producto de la presencia de una termoeléctrica que vierte aguas en dichos sectores. El área de ocupación en la costa de Chile alcanza los 144.628 km^2.

Principales amenazas actuales y potenciales

La especie es conocida mundialmente como “Tortuga comestible” por lo que ha sido objeto de una fuerte captura tanto de adultos (por su carne) como de los huevos. De esta manera, la sobreexplotación a que ha sido objeto, esta provocando un fuerte decline poblacional, dado que se están capturando las hembras que emergen a las playas a nidificar, junto con sus nidadas, con el consiguiente doble efecto, que elimina a los adultos reproductores, así como a la progenie. Para las especies de gran longevidad los efectos de este tipo de actividad son muy drásticos (Groombridge, 1982)

En general las tortugas se ven amenazadas en forma directa por actividades humanas como la pesca de individuos, la matanza de hembras en playas de anidación y el saqueo de huevos (Lutcavage et al., 1997). Además, se ven afectadas negativamente por actividades humanas no dirigidas a ellas, como la contaminación de sus hábitats, la captura en las redes de arrastres como fauna acompañante por los barcos industriales e incluso en las redes agalleras, por palangres e incluso en anzuelos que son utilizados en las actividades de pesca artesanal (Lagueux et al., 2003).

Estado de conservación y/o Protección

Esta especie no fue considerada en las categorías de conservación en el Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres (Glade, 1993) por ser una especie marina.

De acuerdo al Reglamento de la Ley de caza, Nº 19.473 del Servicio Agrícola y Ganadero.(1996), la especie tampoco fue considerada por la misma razón anterior.

En reunión convocada por CONAMA de expertos en herpetozoos se clasificó como Insuficientemente Conocida en toda su área de distribución (Núñez et al, 1997).

C. mydas es una especie cuya caza y captura está prohibida en Chile, Decreto Supremo Nº 225 de 1995 del Ministerio de Economía y se encuentra incluida en el apéndice 1 de CITES (CITES, 2007).

Esta especie se encuentra considerada en Peligro (EN) en la categoría EN A2bd por la IUCN 2006. *2006 IUCN Red List of Threatened Species.* <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 28 March 2007

Propuesta de Clasificación

Categoría propuesta: En Peligro, EN A2cd.

A2.- Reducción de la población mayor a un 50 % que se proyecta en los próximos 10 años.

A2cd.- Reducción en el área de ocupación, extensión de presencia o calidad del hábitat por contaminación del litoral. Niveles de explotación reales o potenciales.

Expertos consultados y contactos

Dr. Juan Carlos Ortiz, Dra. Helen Díaz-Páez, Dr.(c) Mauricio Aguayo, señorita Leyla Miranda y sr. Antonio Palma.

Bibliografía citada revisada

BRITO, J.L., G. DOMINGUEZ, M. MARAMBIO & P. GYSEL (2007) La necesidad de proteger a las tortugas marinas de Chascos, Bahía Salado, Región de Atacama, Chile. VII Simposio sobre medio Ambiente. Estado actual y perspectvas de la investigación y conservación de las tortugas marinas en las costas del Pacífico Sur Oriental. Antofagasta, Chile.

DONOSO-BARROS R (1966) Reptiles de Chile. Ediciones Universidad de Chile, Santiago. cxliv + 458 pp.

GLADE A (Ed.) (1993) Libro rojo de los vertebrados terrestres chilenos. Corporación Nacional Forestal, Ministerio de Agricultura, Santiago. 65 pp.

GROOMBRIDGE, B. (1982). I.U.C.N. Amphibia-Reptilia Red Data Book. Part 1. Testudines, Crocodylia, Rhynchocephalia. I.U.C.N. Publ., Gland, Switzerland.

GUZMÁN L & I CAMPODÓNICO (1973) Presencia de *Chelonia mydas agassizii* Bocourt en Magallanes. Anales del Instituto de la Patagonia, Punta Arenas. 4: 339-341.

IBARRA-VIDAL H & JC ORTIZ (1990) Nuevos registros y ampliación de la distribución geográfica de algunas tortugas marinas en Chile. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción (Chile) 61: 149-151.

LAGUEUX, C., JOSEPH K., & C. CAMPBELL (2003). Valor Socioeconomico de la Tortuga Verde (*Chelonia Mydas*) y Preferencia Alimenticias de las Regiones Autonomas de Atlantica Norte (RAAN) y Sur (RAAS) de Nicaragua. Wildlife Conservation Society, Pearl Lagoon, Raas, Nicaragua Y Universidad De Las Regiones Autónomas De La Costa Caribe Nicaragüense, Bluefield: 38pp.

LUTCAVAGE, M.E., P. PLOTKIN, B. WITHERINGTON, & P.L. LUTZ (1997). Human Impacts on Sea Turtle Survival. Páginas 387-409. En: The Biology of Sea Turtles. P.L. Lutz y J.A. Musick (eds.). CRC Press, Boca Raton, Florida.

NÚÑEZ, H., V. MALDONADO Y R. PÉREZ 1997 Reunión de trabajo con especialistas en herpetología para categorización de especies en estados de conservación Noticiario Mensual de Museo Nacional de Historia Natural 329: 12-19.

SAG (Servicio Agrícola y Ganadero). 1998. Cartilla de Caza. Departamento de Protección de los Recursos Naturales Renovables. SAG. Santiago.

SEMINOFF, J.A. 2004. *Chelonia mydas*. In: IUCN 2007. *2007 IUCN Red List of Threatened Species.* <www.iucnredlist.org>. Downloaded on **03 November 2007**.

YÁÑEZ AP (1951) Vertebrados marinos chilenos. 3 Reptiles. Revista de Biología Marina. 3: 1-18.

Bibliografía citada NO revisada

Sitios Web citados

http://seamap.env.duke.edu/species/tsn/173843/ consultada 20 marzo de 2007)

www.iucnredlist.org consultada 28 marzo 2007

Figura 1 *Chelonia mydas.* (de http://seamap.env.duke.edu/species/tsn/173843/ consultada 20 marzo de 2007)

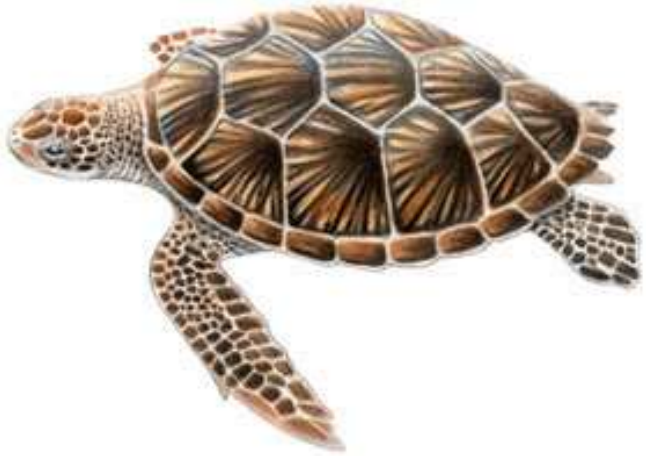
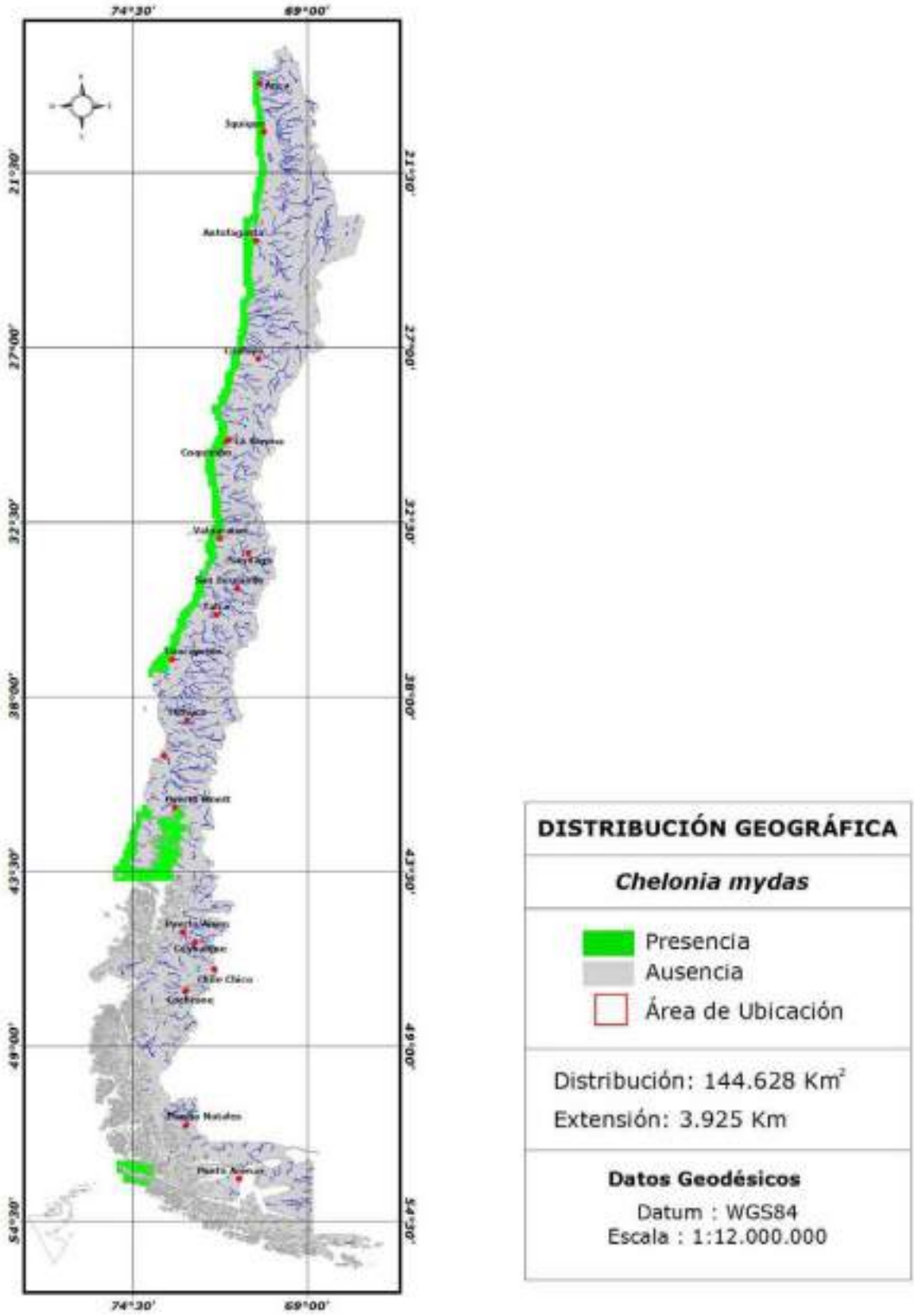


Figura 2 Distribución geográfica de *Chelonia mydas*



DOCUMENTO DE TRABAJO: ESTADOS DE CONSERVACIÓN DE REPTILES DE CHILE
Universidad de Concepción / Comisión Nacional del Medio Ambiente.

FICHA DE ANTECEDENTES DE ESPECIE

Nombre Científico	Nombre Vernacular
Caretta caretta (Linnaeus, 1758)	Tortuga Boba o Tortuga Cabezona

Sinonimia

Testudo careta LINNAEUS, 1758
Cephalochelys oceanica GRAY, 1873
Thalassiochelys tarapacona PHILIPPI, 1887
Chelonia dubia BLEEKER, 1889 (nomen nudum)
Chelonia polyaspis BLEEKER, 1889 (nomen nudum)
Thalassochelys controversa PHILIPPI, 1899
Caretta gigas DERANIYAGALA, 1933
Caretta caretta gigas DERANIYAGALA, 1939

Antecedentes Generales

Es comúnmente conocida como “Tortuga boba” se caracteriza por poseer un espaldar irregularmente circular, ligeramente más ancho que largo. El plastrón es menos escavado en la línea media que *Lepidochelys.* Las extremidades anterior y posterior poseen una garra corta en el borde externo (Donoso- Barros, 1966).
La cabeza es larga, y su caparazón esta cubierto por escudos córneos. Posee cinco pares de escudos costales (largos escudos a cada lado del caparazón), 11 o 12 pares de pequeños escudos en el borde interno del caparazón, y cinco largos escudos vertebrales que recorren por el centro el caparazón. Los adultos sobrepasan los 160kg. (promedio de 113kg), con un largo en su caparazón que va desde los 82 a 105cm. Los juveniles por su parte, pesan cerca de 20gr y miden aproximadamente 45mm de largo. El color es generalmente café rojizo (en el caparazón), con algunos tonos amarillento verdoso en la parte más convexa de las placas costales. Hacia el plastrón se torna café amarillento. La parte superior de la cabeza es de color café rojizo claro. Bordes del hocico amarillento. Plastrón amarillento anaranjado. Extremidades café oscuras. Cola ligeramente sobresaliente El color de los juveniles es totalmente café.(http://seamap.env.duke.edu/).

Distribución geográfica (extensión de la presencia)

Es una tortuga marina de distribución global sub-tropical y de aguas temperadas, primariamente continental y estuarina. Las poblaciones se encuentran muy distanciadas, con una distribución antitropical y vicariante, propia del Atlántico. Está presente en el norte y suroeste del océano Índico, este de Australia, Japón, y sureste de Estados Unidos y Golfo de México, en el Mediterráneo y sur de Brazil (http://seamap.env.duke.edu/). En Chile ha sido descrita en las costas de Arica (18º29'S 70º20'W) (Donoso- Barros, 1966) y eventualmente hasta Coquimbo (29º58’S 71º21’W) (Codoceo, 1956 y Miranda 2002).
Sus áreas de nidación se concentran en la zonas temperadas y subtropical. Se han reportado grandes grupos de agregaciones para nidificacion en Oman, el caribe y Costa de Mexico. Un gran numero de nidos a sido tambien encontrado a lo largo de la costa del atlantico en Florida extendiendose a la costa norte de Carolina en Estados Unidos http://seamap.env.duke.edu/). En Chile su presencia tiene una distribución que se extiende por 66.5 km.

Tamaño poblacional estimado, abundancia relativa y estructura poblacional

No hay datos acerca de la biología poblacional de esta especie en Chile.

Tendencias poblacionales actuales

Para Chile solo se conocen datos anecdóticos de avistamientos.

Preferencias de hábitat de las especies (área de ocupación)

Es una tortuga marina que prefiere las zonas temperadas y subtropicales, donde establece sus áreas de nidificación. El área de ocupación en la costa de Chile alcanza los 150.584,5 km^2.

Principales amenazas actuales y potenciales

Las principales amenazas de la especie se encuentran relacionadas con la extracción tanto de adultos como huevos para el consumo humano. En Chile Donoso-Barros (1966) establece que su carne era muy estimada en Arica, donde se consumía en forma eventual Sin embargo, en la actualidad esta costumbre prácticamente ha desaparecido.

Estado de conservación y/o Protección

Es una especie cuya caza y captura está prohibida en Chile, Decreto Supremo Nº 225 de 1995 del Ministerio de Economía y se encuentra incluida en los apéndices de CITES (CITES, 2007).
En el Libro Rojo de los Vertebrados de Chile no la considera para el establecimiento de una categoría de conservación por cuanto solo trata de vertebrados terrestres (Glade, 1993).
En reunión convocada por CONAMA de expertos en herpetozoos se clasificó como Insuficientemente conocida en toda su área de distribución (Núñez et al, 1997).
Sin embargo, la especie esta incluida en la categoría En Peligro EN A1abd de la IUCN In: IUCN 2006. *2006 IUCN Red List of Threatened Species.* <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 24 March 2007.

Propuesta de Clasificación

Categoría propuesta: En Peligro, EN A1ad.
A1.- Reducción de la población mayor a un 70 % que se proyecta en los próximos 10 años.
A1ad.Observación directa y niveles de explotación reales o potenciales.

Expertos consultados y contactos

Dr. Juan Carlos Ortiz, Dra. Helen DíazPáez, D.(c) Mauricio Aguayo y señorita Leyla Miranda.

Bibliografía citada revisada

CODOCEO M. (1956) Guía de las Secciones: Sección Herpetología. Noticiario Mensual, Museo Nacional de Historia Natural 1(4): 1-2.

DONOSO-BARROS R (1966) Reptiles de Chile. Ediciones Universidad de Chile, Santiago. cxliv + 458 pp.

GLADE A (Ed.) (1993) Libro rojo de los vertebrados terrestres chilenos. Corporación Nacional Forestal, Ministerio de Agricultura, Santiago. 65 pp.

MIRANDA, L. 2002. Quelonios y Dermoquelidos en su extensión austral de distribución en el Pacífico Suroriental. Tesis para optar al título de Biólogo Marino mención Oceanografía y Calidad Ambiental. Departamento de Oceanografía. Universidad de Concepción. 52 pp.

NÚÑEZ, H., V. MALDONADO Y R. PÉREZ (1997) Reunión de trabajo con especialistas en herpetología para categorización de especies en estados de conservación Noticiario Mensual de Museo Nacional de Historia Natural 329: 12-19.

Bibliografía citada NO revisada

Sitios Web citados

http://www.jcu.edu.au/school/tbiol/zoology/herp/NthQldHerps/NthQLDHerps-turtles.shtml/ consultada 20 de marzo 2007)

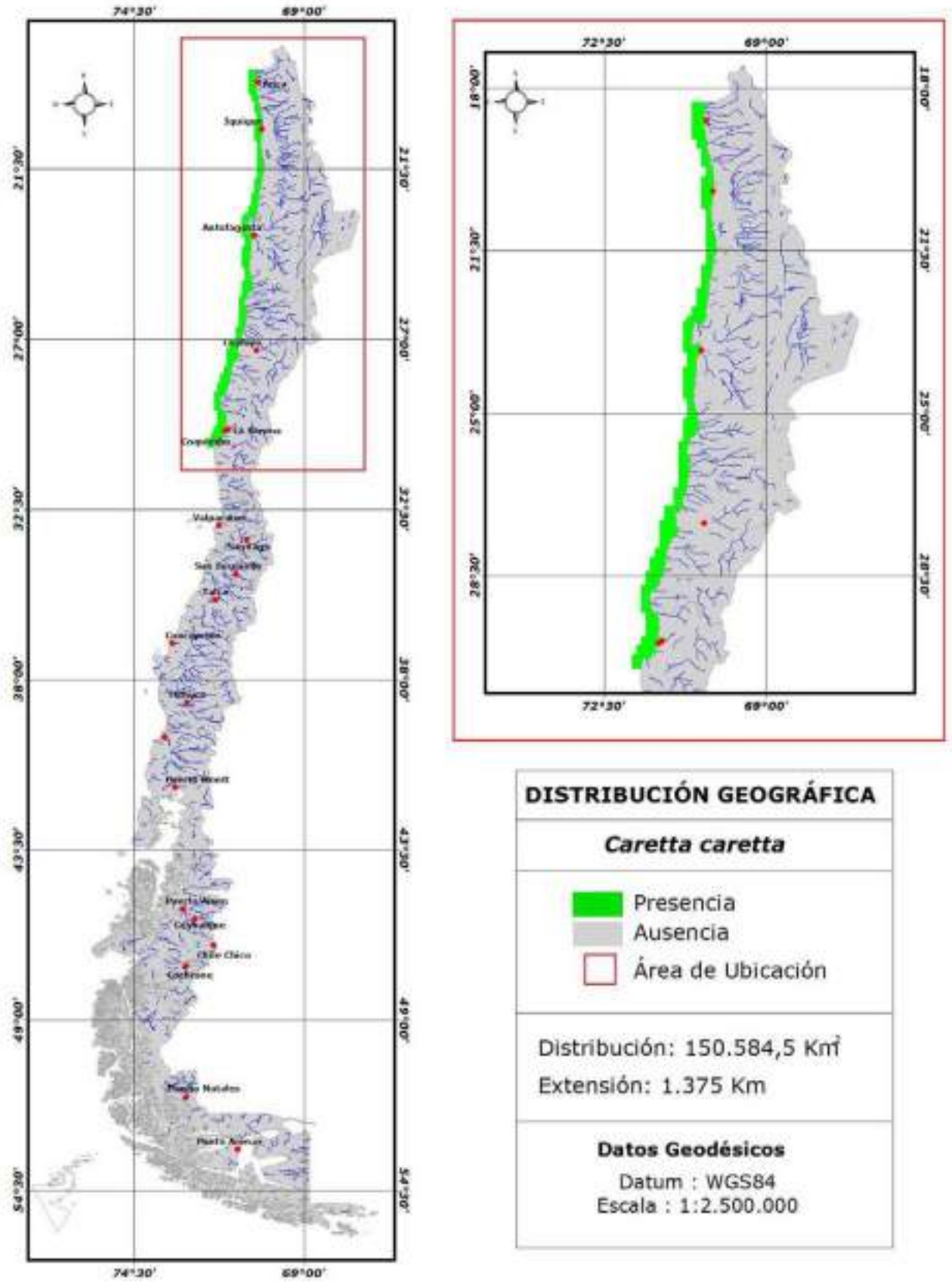
http://seamap.env.duke.edu/species/tsn/173843/ consultada 20 marzo de 2007)

www.iucnredlist.org>. Downloaded on 24 March 2007.

Figura 1 *Caretta caretta http://www.jcu.edu.au/school/tbiol/zoology/herp/NthQldHerps/NthQLDHerps-turtles.shtml/* consultada 20 de marzo 2007)



Figura 2 Distribución geográfica de *C. caretta*



DOCUMENTO DE TRABAJO: ESTADOS DE CONSERVACIÓN DE REPTILES DE CHILE
Universidad de Concepción / Comisión Nacional del Medio Ambiente.

FICHA DE ANTECEDENTES DE ESPECIE

Nombre Científico	Nombre Vernacular
Dermochelys coriacea Vandelli, 1761	Tortuga laúd

Sinonimia

Testudo coriacea LINNAEUS, 1766
Testudo arcuata CATESBY, 1771
Testudo lyra LACÉPÈDE, 1788
Testudo tuberculata PENNANT, 1801 (in SCHOEPFF)
Chelonia lutaria RAFINESQUE, 1814
Sphargis mercurialis MERREM, 1820 (nom. subst. pro. T. coriacea LINNAEUS)
Dermochelis atlantica LESUEUR, 1829 (nomen nudum)
Dermatochelys porcata WAGLER, 1830 (nomen subst. pro. T. coriacea LINNAEUS)
Sphargis coriacea GRAY, 1831
Dermatochelys coriacea GÜNTHER, 1864
Sphargis coriacea var. *schlegelii* GARMAN, 1884
Sphargis angusta PHILIPPI, 1899

Antecedentes Generales

Su forma es característica y difiere de las otras tortugas marinas porque sus extremidades anteriores equivalen a un 59% del caparazón. A diferencia de las otras tortugas marinas, carece de placas en el caparazón, mientras que el dorso se presenta liso con siete crestas longitudinales claramente diferenciadas. La más central es la distribución vertebral. Dispuestas a cada lado de esta se encuentran dos crestas paralelas, completándose la sexta y séptima en la soldadura dorso ventral de cada lado. Las extremidades anteriores alcanzan hasta el punto de emergencia de las posteriores (casi 1m de largo), son anchas, robustas y eficaces para la natación. Las posteriores son muy cortas. Sus extremidades carecen de garras. Cola breve. Cabeza pequeña de forma redondeada. Cuello corto y más ancho que la cabeza. El color del dorso es negro azulado y cubierto por una delgada capa de piel que cubre las placas, a menudo con tres o cuatro líneas longitudinales de manchas blancas. Vientre rosado blanquecino, con frecuencia reticulado de oscuro enmarcando las placas. El cuerpo posee forma de barril, atravesado longitudinalmente de extremo a extremo por siete crestas longitudinales. Los juveniles son muy negros, cubiertos con una delgada línea de escamas con un tamaño promedio de 60 mm y un peso aproximado de 45 g. Los individuos adultos con un tamaño promedio de 150 a 170cm de caparazón y 500 kg. La mayor “tortuga laud” registrada midió cerca de 300cm desde la boca a la cola y peso 916kg (Donoso-Barros, 1966 & http://seamap.env.duke.edu/).

Distribución geográfica (extensión de la presencia)

Es una especie cosmopolita. Posee la distribución más amplia de todas las tortugas marinas, y puede ser encontrada desde los trópicos hasta las zonas polares. *D. coriacea* es casi enteramente pelágica, y solo ingresa a las costas durante los periodos reproductivos. Se sabe que los adultos realizan largas migraciones y cruzan océanos enteros. Se conoce muy poco acerca de la distribución pelágica, así como la distribución de los juveniles. Los sitios de nidificación se localizan exclusivamente en los trópicos, con unos pocos subtropicales (Florida y Sudáfrica). Anidan típicamente en playas rodeadas de arrecifes, Fuertes oleajes y remoto acceso. Se han reconocido colonias de anidación en el Caribe desde Costa Rica a Colombia, desde Guyana francesa a Surinam, a lo largo de la costa central de Brasil, Gabón, Trinidad, Republica Dominicana, St. Croix, Malasia, Tailandia, Indonesia, y a lo largo de la coste oeste de México y sur de Panamá. También se ha destacada su presencia en Perú, Príncipe, Queensland, Senegal, Tasmania, Virginia, Washington.(Donoso-Barros,1966; http://seamap.env.duke.edu/; http://www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2006/). Su presencia en Chile es relativamente frecuente en litoral desde Arica hasta Chiloé (Frazier & Salas, 1990, Ibarra-Vidal & Ortiz, 1990, González et al. 1999). Sernapesca (Antonio Palma com. pers.) ha reportado varamientos en Antofagasta (23º39’S; 70º24’W) y cerca de Tolten (39º21’S; 72º38’W), e incluso en Isla de Pascua

y archipiélago de Juan Fernández. En Chile su presencia tiene una distribución que se extiende por 4.538 km.

Tamaño poblacional estimado, abundancia relativa y estructura poblacional

No hay datos acerca de la biología poblacional de la especie.

Tendencias poblacionales actuales

Se ha documentado un decline en las áreas de anidacion superior al 80% en la mayor poblacion del Pacifico, siendo estos especimenes considerados como los con un mas fuerte efecto. En otras areas de este rango, el decline observado no ha sido severo. Por cuanto algunas poblaciones han mostrado una tendencia a incrementar o mantener estables la actividad de nidificacion. El analisis de las publicaciones estima un tamaño poblacional global que sugiere una reduccion superior al 70% de las hembras adultas en un lapsos menor a una generacion (Pritchard 1982, Spotila *et al.* 1996).
La población del océano Pacifico ha sufrido un drástico declive en la ultima decada, con una mortalidad anual de las hembras en nidificacion estimada de alrededor de un 30% (Sarti *et. al.* 1996, Sarti 2000, Spotila *et al.* 2000).

Preferencias de hábitat de las especies (área de ocupación)

Es una especie principalmente pelágica. En Chile podría considerarse que su área de ocupación podría alcanzar los 255.398 km^2.

Principales amenazas actuales y potenciales

Las principales amenazas son la extracción de huevos y adultos, el efecto de las embarcaciones y actividad pesquera, con la muerte accidental en las redes de pesca. La introducción de depredadores en las colonias, escombros, polución marina de aceite y plástico. Donoso-Barros (1966) plantea su uso para la extracción de aceite, carne y huevos.

Estado de conservación y/o Protección

Esta especie no fue considerada en las categorías de conservación en el Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres (Glade, 1993) por ser una especie marina.
De acuerdo al Reglamento de la Ley de caza, Nº 19.473 del Servicio Agrícola y Ganadero.(1998), la especie tampoco fue considerada por la misma razón anterior.
En reunión convocada por CONAMA de expertos en herpetozoos se clasificó como Insuficientemente Conocida en toda su área de distribución (Núñez et al, 1997).
D. coriacea es una especie cuya caza y captura está prohibida en Chile, Decreto Supremo Nº 225 de 1995 del Ministerio de Economía. Además, está incluida en el apéndice I de CITES (CITES, 2007).
Esta especie se encuentra considerada en Peligro Crítico (CR) en la categoría CR A1abd por la IUCN 2006. 2006 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 28 March 2007

Propuesta de Clasificación

Categoría propuesta: Peligro Critico, CR A1acd
A.1.- Reducción de la población mayor a un 70 % que se proyecta en los próximos 10 años.
A1acd observación directa, una reducción del área de ocupación, extensión de presencia y/o calidad del hábitat, niveles de explotación reales o potenciales.-

Expertos consultados y contactos

Dr. Juan Carlos Ortiz, Dra. Helen Díaz-Páez, Dr.(c) Mauricio Aguayo, señorita Leyla Miranda y señor Antonio Palma.

Bibliografía citada revisada

DONOSO-BARROS R (1966) Reptiles de Chile. Ediciones Universidad de Chile, Santiago. cxliv + 458 pp.

FRAZIER J & S SALAS (1980) Tortugas marinas en Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia

Natural (Chile) 39: 63-73.

GONZÁLEZ A, L. MIRANDA, JC ORTIZ & JM DONOSO 1999 Presencia de Tortugas Marinas en las costas de Chile. Publicación Extra. Museo Nacional de Historia Natural Montevideo, Uruguay 50: 67.
IBARRA-VIDAL H & JC ORTIZ (1990) Nuevos registros y ampliación de la distribución geográfica de algunas tortugas marinas en Chile. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción (Chile) 61: 149-151.

NÚÑEZ, H., V. MALDONADO Y R. PÉREZ 1997 Reunión de trabajo con especialistas en herpetología para categorización de especies en estados de conservación Noticiario Mensual de Museo Nacional de Historia Natural 329: 12-19.

PRITCHARD, P. 1982. Nesting of the leatherback turtle, *Dermochelys coriacea*, in Pacific México, with a new estimate of the world population status. Copeia 1982 (4):741-747.

SARTI M., L. 2000. *Dermochelys cori*acea. In: UICN 2003. 2003 IUCN Red List Threatened Species.

SPOTILA, J., REINA, R., STEYERMARK, C., PLOTKIN, P. & F. PALADINO. 2000. Pacific leatherback turtle face extinction. Nature 405: 529-530.

SAG (Servicio Agrícola y Ganadero). 1998. Cartilla de Caza. Departamento de Protección de los Recursos Naturales Renovables. SAG. Santiago.

Bibliografía citada NO revisada

SARTI, M., A. BARRAGÁN, N. GARCÍA & S. ECKERT. 1996. Variabilidad genética y estimacion del tamaño de la población de tortuga laúd *Dermochelys coriacea* en el Pacifico mexicano. Temporada 1995-1996. Informe final de investigación. Laboratorio de tortugas marinas, Faculatad de Ciencias – UNAM.

SPOTILA, J.R., DUNHAM, A.E., LESLIE, A.J., STEYERMARK, A.C., PLOTKIN, P.T. & PALADINO, F.V. 1996. Wordlwide population decline of *Dermochelys coriacea*: Are leatherback turtles going extinct?. Chelonian Conservation Biology 2(2): 209-222.

Sitios Web citados

IUCN 2006. *2006 IUCN Red List of Threatened Species.* <www.iucnredlist.org>. Downloaded on **28 March 2007**

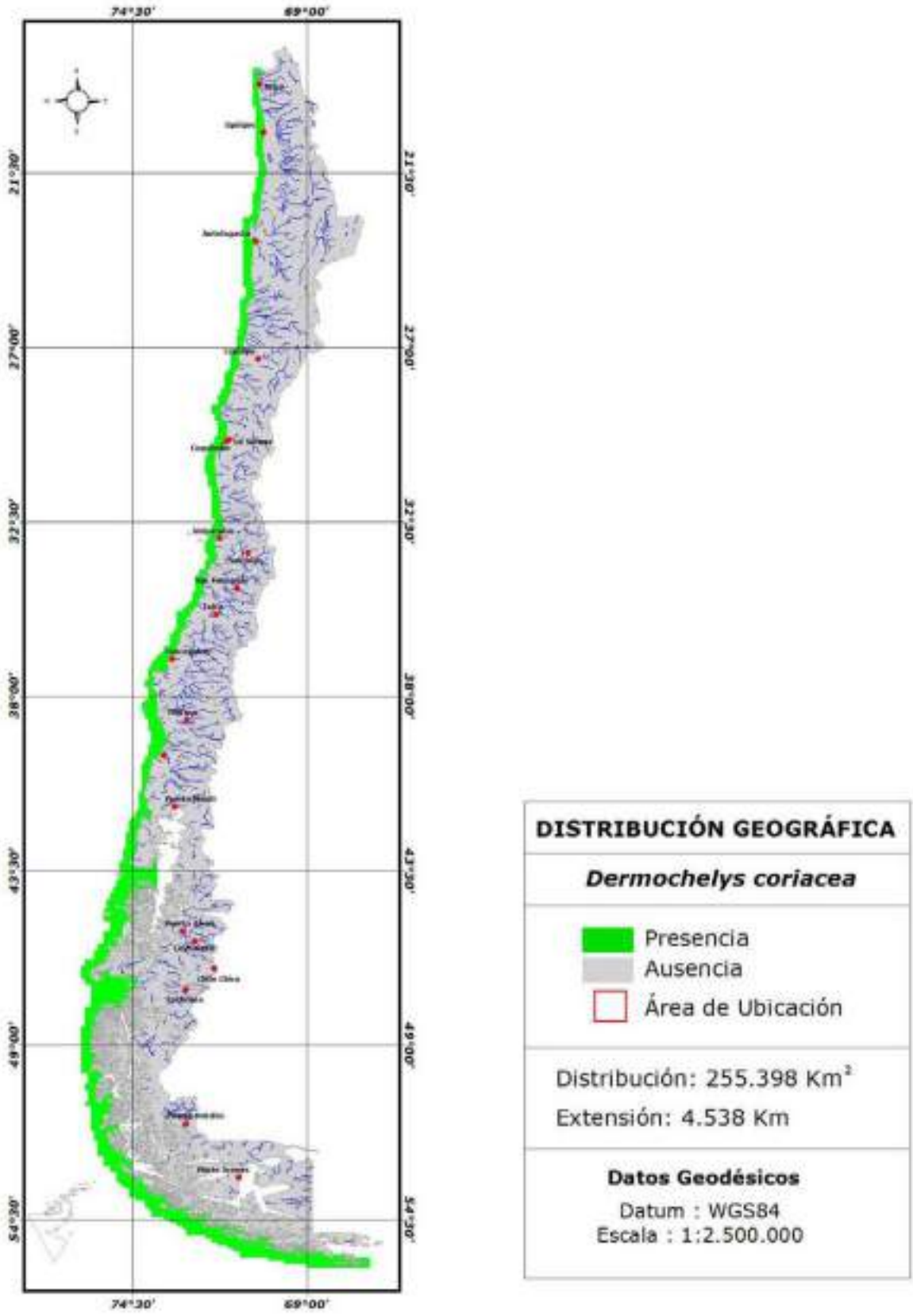
http://seamap.env.duke.edu/species/tsn/173843/ consultada 20 marzo de 2007)

http://www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2006/

Figura 1 *Dermochelys coriacea* http://seamap.env.duke.edu/species/tsn/173843/ consultada 20 marzo de 2007)



Figura 2 Distribución geográfica de *Dermochelys coriacea*



FICHA DE ANTECEDENTES DE ESPECIE

Nombre Científico	Nombre Vernacular
Lepidochelys olivacea Eschscholtz, 1829	Tortuga olivácea

Sinonimia

Chelonia olivacea ESCHSCHOLTZ, 1829
C*aretta olivacea* RÜPPELL, 1835
Lepidochelys olivacea van DENBURGH, 1896
Thalassochelys tarapacana PHILIPPI, 1899
Thslassochelys controversa PHILIPPI, 1899
Lepidochelys olivacea olivacea MERTENS & WERMUTH, 1955

Antecedentes Generales

La tortuga olivácea es la más pequeña de todas las tortugas marinas. Los juveniles son negros. El caparazón es ancho y redondeado. Seis placas costales. Veinte y cuatro placas marginales. Cuatro placas inframarginales que unen el caparazón con el plastrón. Cada una de estas escamas esta perforada por un poro. Posee de cinco a nueve escamas costales asimétricos y a menudo irregularmente divididos (Donoso-Barros, 1966).
Los machos tienen la cola más larga y gruesa que las hembras. Poseen una garra curva en cada una de las aletas delanteras, y un plastrón es cóncavo. El escudo posterior marginal de los juveniles es aserrado. Los juveniles también son caracterizadas por tres quillas dorsales longitudinales que desaparecen con la edad. La edad de la madurez sexual es desconocida, pero la longitud del caparazón de las hembras en nidificación es mayor a 60 centímetros.
Se sabe que la especie es carnívora, pero González et al (2003) describen la presencia de algas Phaeophytas en su estómago. Los adultos explotan una amplia variedad de hábitat de forraje y son carnívoros generalistas y omnívoros en ocasiones. Su dieta incluye salpas, medusas, tunicados, cangrejos, pescados, moluscos, algas, bryozoos, huevos de peces, sipuncúlidos, y ascidias. González *et al* (2003) describe la presencia de huevos (96) en los oviductos de una hembrea muerta en las costas de la VIII región. Miranda & Moreno (2002) han dado a conocer epibiontes que se encuentran sobre esta especie.

Distribución geográfica (extensión de la presencia

La tortuga olivácea es pantropical, se la encuentra en los océanos pacíficos, indico, y atlánticos. Es la tortuga más abundante en el Océano Pacífico oriental, anida desde Sonora meridional en México a Colombia y a las islas de Galápagos (Marquez, 1990).
En Chile, presenta una amplia distribución si se considera que se encuentra presente desde la primera a la duodécima región. Se tienen registros de Valparaíso (33º02'S 71º38'W) y la Isla de Chiloé (42º29'S 73º46'W) (Ortiz & Núñez, 1986). Arica (19º29'S 70º20'W), Iquique (20º12'S 70º10'W) y Quintero(32º46'S 71º31'W) (Márquez 1990). Se han reportado varamientos en Lirquén (37º41'S 71º58'W), Laraquete (37º07'S; 73º11'W); Caleta Lenga (36º47'S; 73º07'W), Pingueral, (36º33'S; 72º56'W), Coronel (37º04'S; 73º10'W) (Ibarra-Vidal & Ortiz, 1990, Miranda & Moreno, 2002). Se ha reportado varamientos y observaciones por Sernapesca Antonio Palma (com. pers.) provenientes de Coquimbo (29º58'S; 71º21'W), San Antonio (20º25'S; 69º54'W), Navidad (33º57'S; 71º50'W), Lloca (34º56'S; 72º11'W), Talcahuano (36º43'S; 73º07'W), Bahía de Concepción (36º50'S; 73º03'W), Penco (36º44'S; 72º59'W), Lebu (37º37'S; 73º39'W), Golfo de Arauco (37º15'S; 73º19'W), Puerto Montt (41º28'S; 72º57'W), Calbuco (41º46'S; 73º08'W). Además existe un registro en la isla de Pascua (38º55'S 79º50'W).Esta especie se extiende 2.850 km a lo largo de la costa.

Tamaño poblacional estimado, abundancia relativa y estructura poblacional

No hay datos acerca de la biología poblacional de la especie ya que esta es ocasional en nuestras costas.

Tendencias poblacionales actuales

Se ha determinado una disminución de su población desde 1960 cercana al 50%. Estos datos prevén

una reducción superior al 50% en un plazo de 3 generaciones, cuyas principales causales son la acción antrópica, entre las que se incluyen explotación, destrucción de hábitat y mortalidad asociada a la actividad pesquera (Pritchard 1997; Pandav et al.,1998).

Preferencias de hábitat de las especies (área de ocupación)

Las tortugas oliváceas anidan típicamente en agregaciones grandes en áreas Los machos y las hembras comienzan a montar cerca de las playas de los sitios de anidación, dos meses antes de la estación reproductiva. Las tortugas oliváceas son costeras, pero pueden emigrar los millares de kilómetros para explotar diversos sitios de alimentación y alcanzar sitios de nidificación. Se puede indicar que el área de ocupación corresponde aproximadamente a 183.711 km^2.

Principales amenazas actuales y potenciales

La razón principal señalada para explicar la disminución del números de hembras nidificantes es la captura incidental por la pesca de arrastres, donde las tortugas son atrapadas por las redes y mueren asfixiadas o por los golpes que reciben en el proceso (Hasbun et al., 1992). Otra de las causales de su disminución a nivel mundial es la amplia extracción de huevos para consumo humano. Los principales puntos en donde se practica este tipo de actividad se encuentran en la costa del Caribe, específicamente el Salvador, Honduras y México (Arauz, 1999).
En Chile sus amenazas se reducen a eventuales capturas para comercialización de su caparazón como elemento de ornato.

Estado de conservación y/o Protección

L. olivácea es una especie cuya caza y captura está prohibida en Chile, Decreto Supremo Nº 225 de 1995 del Ministerio de Economía. Pero no se encuentra incluida en los apéndices de CITES (CITES, 2007).
En el Libro Rojo de los Vertebrados de Chile no la considera para el establecimiento de una categoría de conservación por cuanto solo trata de vertebrados terrestres (Glade, 1993).
En reunión convocada por CONAMA de expertos en herpetozoos se clasificó como Insuficientemente conocida en toda su área de distribución (Núñez *et al,* 1997).
Sin embargo, la especie esta incluida en la categoría En Peligro EN A1abd de la IUCN In: IUCN 2006. *2006 IUCN Red List of Threatened Species.* <www.iucnredlist.org>. Downloaded on **24 March 2007**.

Propuesta de Clasificación

Categoría propuesta: EN Peligro EN A2cd
A2. Reducción de la población mayor a un 50% que se proyecta en los próximos 10 años.
A2cd. Reducción en el área de ocupación, extensión de presencia o calidad del hábitat por contaminación del litoral. Niveles de explotación reales o potenciales.

Expertos consultados y contactos

Dr. Juan Carlos Ortiz, Dra. Helen Díaz-Páez, Dr.(c) Mauricio Aguayo, señorita Leyla Miranda señor AntonioPalma

Bibliografía citada revisada

ARAUZ, R.M. (1999). Conservación e Investigación de tortugas marinas utilizando como base de apoyo las organizaciones comunales costeras. Informe Técnico. PRETOMA. Costa Rica.

DONOSO-BARROS R (1966) Reptiles de Chile. Ediciones Universidad de Chile, Santiago. cxliv + 458 pp.

GLADE A (Ed.) (1993) Libro rojo de los Vertebrados Terrestres Chilenos. Corporación Nacional Forestal, Ministerio de Agricultura, Santiago. 65 pp.

GONZALES A, MIRANDA L & ORTIZ JC (2003). First record of a gravid marine turtle from Chile. Chelonian Conservation and biology. 4: 716-727.

HASBÚN, C.R., M. VÁSQUEZ, E. LEÓN & F. RIVAS. (1992). Plan de Acción para el inventario y diagnóstico de las playas de arribo de la tortuga marina y de la población que explota dicho recurso. Secretaria Ejecutiva del Medio Ambiente, San Salvador, El Salvador. 21 pp.

IBARRA-VIDAL H & JC ORTIZ (1990) Nuevos registros y ampliación de la distribución geográfica de algunas tortugas marinas en Chile. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción (Chile) 61: 149-151.

MARQUEZ R. (1990) FAO species catalogue. Vol. 11 Sea turtles of the world. An annotated and ilustrated catalogue of sea turtle species known to date. FAO Fisheries Synopsis nº 125, Vol. 11. Rome, FAO. 81pp.

MIRANDA L & R MORENO (2002). Epibiontes de *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829). (Reptilia: Testudinata: Cheloniidae) en la región centro sur de Chile. Revista de Biología Marina y Oceanografía 37 (2): 145 – 146.

NUÑEZ H, V MALDONADO & R. PÉREZ (1997) Reunión de trabajo con especialistas en herpetología para categorización de especies en estados de conservación Noticiario Mensual de Museo Nacional de Historia Natural 329: 12-19.

ORTIZ JC & H NUÑEZ (1986). Catalogo crítico de los tipos de reptiles conservados en el Museo nacional de Historia Natural Santiago, Chile. Publicación Ocasional Museo Nacional de Historia Natural 43: 5-23.

PANDAV, B., CHOUDHURY, B.C., SHANKER, K. (1998). The Olive Ridley sea turtle (*Lepidochelys olivacea*) in Orissa: an urgent call for an intensive and integrated conservation programme.Current Science 75, 1323–1328.

PRITCHARD, P.C.H., (1997). Evolution, phylogeny and current status. In: Lutz, P.L., Musick, J.A. (Eds.), The Biology of Sea Turtles. CRC Press, USA.

Bibliografía citada NO revisada

ESCHSCHOLTZ JF (1829) Zoologischer Atlas, enthaltene Abbildungen und Beschreibungen neuer Tierarten während des Flottcapitains von Kotzebue zweiter Reise um die Welt, auf den russische-Kaiserlichen Kriegs schlupp Predpriaetie in den Jahren 1823-1826. Berlín. G Reimer I: 1-28. Pl. 25.

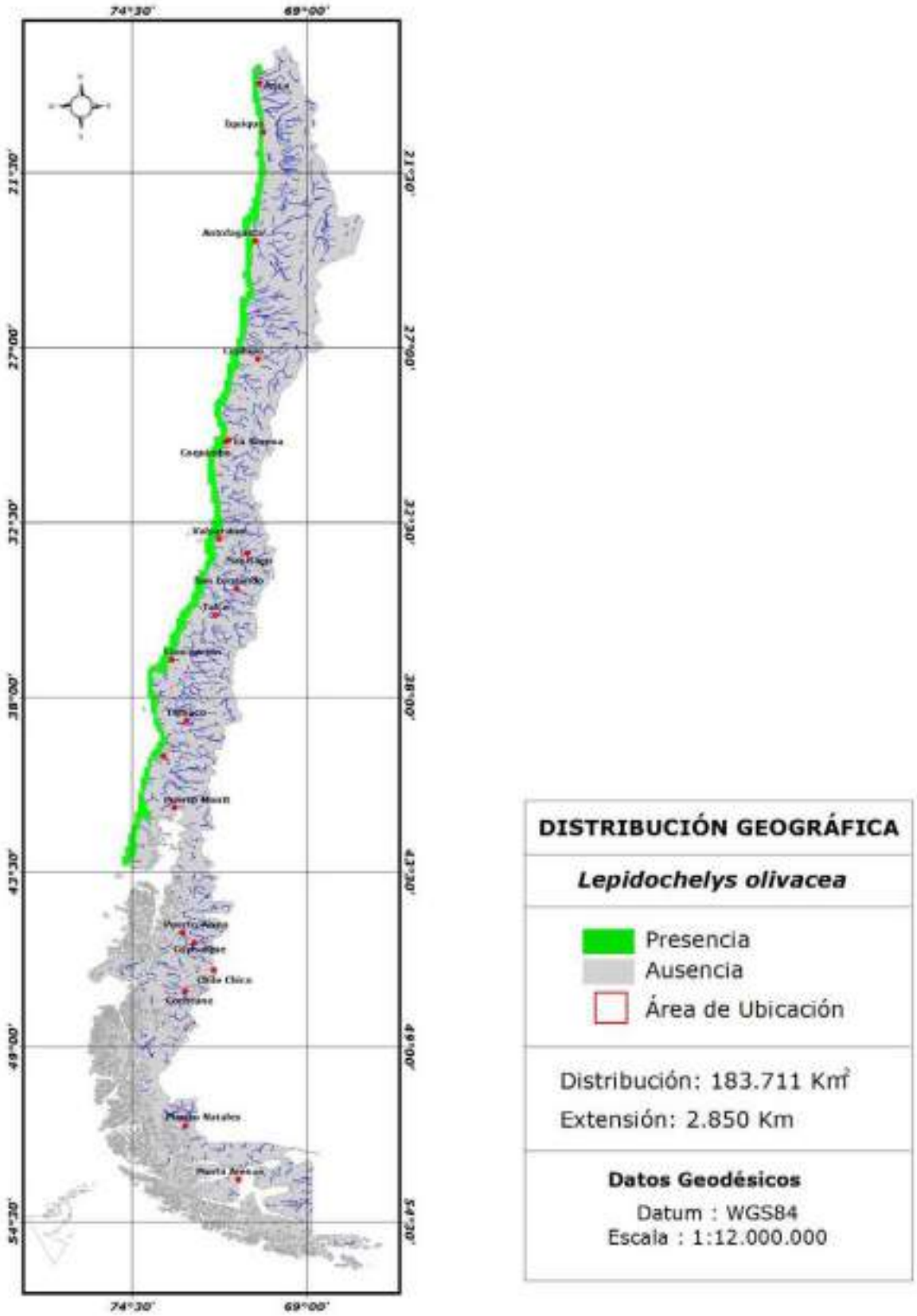
Sitios Web citados

http://www.iucnredlist.org
http://seamap.env.duke.edu/species/tsn/173843/
http://www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2006/

Figura 1 *Lepidochelys olivacea* (http://www.iucn-mtsg.org/species/images/oliveridley.jpg/ consultada 20 marzo de 2007)



Figura 2 Distribución geográfica de *Lepidochelys olivacea*



PROGRAMA DE BIODIVERSIDAD

UNIVERSIDAD ARTURO PRAT – IQUIQUE

REPTILES MARINOS DE CHILE

Preparado por: **Leyla Miranda**
Instituto de Fomento Pesquero
Casilla 8-V, Valparaíso, Chile

Rodrigo A. Moreno
Departamento de Ciencias del Mar
Universidad Arturo Prat
Casilla 121, Iquique, Chile

I. TORTUGAS MARINAS

INTRODUCCIÓN

Los géneros y especies recientes de tortugas marinas se originaron probablemente entre el Eoceno temprano y el Pleistoceno (Márquez 1990). Las especies actuales radiaron del suborden Cryptodira formando un grupo monofilético, no existiendo otra rama de tortugas vivientes (Meylan y Meylan 2000). En los Cryptodira actuales la cabeza se retrae sobre un plano vertical y adquiere una forma de "S" entre las placas por sobre el hombro.

Las tortugas marinas presentan una serie de modificaciones en su estructura morfológica debido a su adaptación para la vida marina; principalmente destacan las extremidades en forma de remo perdiéndose las articulaciones móviles (Meylan y Meylan 2000), la modificación de las glándulas lacrimales para eliminar el exceso de sales de los fluidos corporales acumulados por la ingesta de agua de mar y la modificación de la estructura corporal (caparazón). Esta última modificación se caracteriza por una reducción de material óseo y por un tipo morfológico hidrodinámico (Meylan y Meylan 2000). El caparazón se estructura en una cara dorsal y otra ventral; la cara dorsal está formada por huesos fusionados entre sí originándose de la capa dérmica del tegumento (vértebras y costillas expandidas) que dan origen al caparazón o espaldar y la cara ventral formada por huesos transformados de la cintura escapular (clavícula e interclavícula) dando origen al plastrón (Halliday y Adler 1991).

Las tortugas marinas son especies longevas, de maduración sexual tardía y de extraordinaria capacidad de migración; son excelentes nadadoras, recorriendo cientos a miles de kilómetros al trasladarse entre sus sitios de alimentación y de anidación (Carr 1964, Morreale *et al*. 1996).

Las especies actuales presentan diferencias morfológicas, en el tipo de alimentación y de hábitat, sin embargo, todas presentan un ciclo vital similar, caracterizado por desarrollar la mayor parte de su vida en el mar y el regreso durante la temporada de anidación a las playas para desovar. Los ciclos de anidamiento son multianuales, las

hembras arriban a la playa varias veces durante cada temporada para depositar cientos de huevos, los cuales permanecen en incubación entre 50 a 90 días, dependiendo de la especie (Carr 1952). Al emerger las crías se dirigen hacia el mar abierto, incorporándose a comunidades pelágicas a la deriva, durante períodos variables según la especie.

Las tortugas marinas representan un antiguo y singular componente de la diversidad biológica mundial; hasta los siglos XVIII y XIX eran muy abundantes en sus áreas de distribución circumglobal de los mares tropicales y subtropicales (UICN/CSE 1995), llegando para el caso de algunas poblaciones a estar formadas por millones de individuos (Zwinenberg 1976), sin embargo, actualmente esta condición de superabundancia, ha sufrido una fuerte reducción para la mayoría de la especies, debido principalmente a una combinación de factores antropogénicos como la sobrepesca comercial, la captura accidental, la destrucción de hábitats críticos de alimentación, anidación y reposo y la contaminación de los mares, provocando que la mayoría de las poblaciones en todo el mundo se encuentren en declinación (UICN/CSE 1995).

En Chile, se ha reconocido la presencia de cuatro especies clasificadas en dos familias: Dermochelidae y Cheloniidae, sin embargo, aún no existe un consenso claro acerca del número total de especies presentes en la costas chilena (Veloso *et al*. 1995), por tal motivo, los autores de esta guía reconocen el primer criterio.

Familia Dermochelidae

Son las tortugas de mayor tamaño en el mundo e incluye una sola especie. Se caracterizan por presentar pequeñas placas óseas sobre la piel y la ausencia de escudos en el caparazón y plastrón y de garras en sus extremidades (Carr 1952).

Dermochelys coriacea (Vandelli 1761) "Tortuga laúd"

Características diagnósticas: caparazón alargado con siete quillas longitudinales sobresalientes en el dorso; con un espesor de alrededor de 4 cm. El caparazón termina en forma acintada en la parte posterior y lleva una capa continua de pequeños huesos dermales que se ubican bajo la capa de cuero. El caparazón y el plastrón presentan una unión entre sí, que le da una forma de barril a la coraza del animal. Ausencia de escudos en adultos (piel lisa); las crías están cubiertas con pequeñas escamas en forma de cuentas. Longitud recta del caparazón (LRC) hasta 180 cm (hasta 165 cm en poblaciones del Pacífico Oriental). La cabeza es triangular de hasta 25 cm de ancho; posee dos cúspides maxilares conspicuas en forma de W sin escamas (Márquez 1990). Las aletas delanteras son extremadamente largas y desprovistas de uñas, al igual que las aletas traseras. Su coloración es negra en la parte dorsal, con una gama variable de manchas blancas o más claras, las que pueden ser azulosas o rosadas en el cuello y la base de las aletas. El plastrón es relativamente pequeño y flexible (con muy pocos elementos óseos) y presenta pigmentación clara (Pritchard y Mortimer 2000).

Esta especie presenta algunas características que le permiten desplazarse por aguas muy frías sin mayores dificultades; entre ellas se incluyen la inercia térmica de una gran masa corporal, una capa aislante de grasa subepidérmica, intercambio de calor

por contracorriente en las aletas, tejido adiposo café potencialmente generador de calor y un punto de congelamiento relativamente bajo para los lípidos (Mrosovsky y Pritchard 1971, Frair *et al.* 1972).

Distribución geográfica: tiene un amplio rango de distribución llegando incluso a altas latitudes como Canadá, Islandia y Noruega en el Atlántico, hasta Nueva Zelanda y Chiloé (42°S) en el Pacífico. La condición fisiológica (euritermia) de esta especie sería uno de los factores que explicaría su distribución.

Hábitat: especie pelágica, se aproxima a la costa solamente durante la temporada de anidación; realizan migraciones en busca de alimento, siendo estudiadas mediante monitoreo satelital (Eckert y Sarti 1997) y registros de marcaje y recaptura.

Alimentación: los adultos se alimentan principalmente de medusas (Scyphomedusae), tunicados y otros invertebrados epipelágicos de cuerpo blando, encontrando su alimento en zonas de surgencias y convergencia de corrientes.

Epibiontes: los registros de epibiontes para esta especie, señalan a crustáceos cirripedios (*Conchoderma*, *Lepas*) e isópodos (*Excorallana*) para el mar Caribe (Eckert y Eckert 1988). No existe información para el Pacífico.

Familia Cheloniidae

Se caracterizan por la extraordinaria adaptación y organización para la vida acuática, sus extremidades en forma de remos y provistas de uñas. Poseen placas córneas, dorsales y ventrales visibles.

Caretta caretta (Linnaeus 1758) "Tortuga cabezona" o "Tortuga boba"

Características diagnósticas: caparazón moderadamente ancho, con cinco pares de placas laterales o costales; las placas anteriores tocan la parte cervical (nucal) del animal; los escudos vertebrales son más anchos que largos y poseen crestas mediales, las cuales se alisan con la edad. El caparazón es ligeramente aserrado en el margen posterior de los inmaduros, presentando un área más gruesa en el caparazón por arriba de la base de la cola en adultos y subadultos, con el primer par del extremo anterior más pequeño; la longitud recta del caparazón (LRC) alcanza hasta 105 cm (poblaciones del Atlántico nororiental). La cabeza es grande y triangular de hasta 28 cm de ancho, con dos pares de escamas prefrontales (Pritchard *et al.* 1983) y varía en color desde el rojizo o castaño amarillento al verde café, a menudo con escamas bordeadas de amarillo. Las aletas delanteras son más cortas en comparación al resto de las especies, con dos uñas en cada aleta. Los machos tienen el caparazón comparativamente más estrecho y más largo, el cual gradualmente se va acintando hacia la parte posterior. La cola es angosta y se extiende sobresaliendo del borde posterior del caparazón (Ernst y Barbour 1989). El plastrón posee tres pares de escudos inframarginales sin presencia de poros (Pritchard y Mortimer 2000).

Distribución geográfica: se distribuye ampliamente en costas, aguas tropicales y subtropicales (16-20°C) alrededor de todo el mundo. Esta especie comúnmente se desplaza en aguas templadas y en los límites de corrientes tibias.

Se distribuye tanto en el Atlántico como en el Pacífico, prefiriendo zonas sin presencia de *Lepidochelys olivacea*, debido a que explotan los mismos recursos provocando competencia entre ambas (Pritchard 1979). En el Pacífico oriental se encuentra desde México hasta Colombia, aunque en Chile se han capturado ejemplares aislados cerca de Coquimbo (Codoceo 1956). En Chile, hay cinco registros de esta especie, principalmente en la zona norte y en Islas oceánicas (Miranda 2002)

Hábitat: habita bordes continentales e islas de mares tibios; es común en aguas someras. Además, es capaz de vivir en una variedad de ambientes durante un tiempo relativamente largo, tales como aguas de lagunas costeras salobres y bocas de ríos; durante el invierno descansa en fondos lodosos de aguas relativamente profundas como estrechos, bahías y estuarios. Probablemente su límite de distribución son aguas de alrededor de 10°C.

Alimentación: esta especie es carnívora a lo largo de toda su vida. Se alimenta de una amplia variedad de presas, principalmente de fauna bentónica.

Epibiontes: los registros de epibiontes para esta especie señalan a algas filamentosas (*Cladophora*) (Frazier *et al*. 1985), algas verdes (*Bryopsis*) (Frick *et al*. 2000), cnidarios (*Obelia*, *Tubularia*, *Anemonia*, *Leptogorgia* y *Porites*) (Caine 1986) y (*Astrangia*, *Diadumene* y *Stylactis*) (Frick *et al*. 2000), moluscos gastrópodos (*Anomia*, *Crepidula* y *Mitrella*) (Caine 1986) y (*Costoanachis* y *Mitrella*) (Frick *et al*. 2000), moluscos bivalvos (*Argopecten*, *Atrina*, *Crassostrea*, *Gouldia*, *Ostrea*, *Sphenia*) (Caine 1986), Anélidos (*Filograna*, *Sabellaria* y *Serpula*) (Caine 1986), crustáceos cirripedios (*Balanus*, *Chelonibia*, *Lepas*) (Caine 1986), tanaidáceos (*Zeuxo*) (Caine 1986), anfípodos (*Caprella*, *Paracaprella*, *Amphitoe*, *Elasmopus*, *Erichthonius*, *Hyale*, *Podocerus* y *Stenothoe*), isópodos (*Sphaeroma*) Brachyura (*Neopanope*, *Pachygrapsus*, *Panopeus* y *Planes*) (Caine 1986), briozoos (*Bugula*) y urocordados (*Molgula*) (Caine 1986, Frazier *et al*. 1991). Todas las especies están citadas para las costas del Pacífico nororiental y costas Atlánticas frente a EEUU, no existiendo información para el Pacífico suroriental.

Chelonia mydas (Linnaeus 1758) "Tortuga verde"

Características diagnósticas: caparazón oval, con margen ocasionalmente festoneado pero no aserrado; sin escotadura a la altura de las aletas traseras; cuatro pares de escudos costales; la longitud recta del caparazón (LRC) llega hasta 120 cm. La cabeza tiene forma redondeada anteriormente, de hasta 15 cm de ancho, con un par de escamas prefrontales, cuatro pares de escamas postorbitales. Presenta una uña en cada aleta. La coloración en las crías es negra en el dorso, luego se modifica a café con vetas radiales en los inmaduros y es muy variable en los adultos, generalmente café, amarillo crema, lisos o moteados; la parte ventral es amarillenta en los adultos (Pritchard y Mortimer 2000).

Distribución geográfica: se encuentra en casi todos los océanos del mundo, considerandose la especie más común (Zwinenberg 1976). Se distribuye en aguas tropicales y subtropicales cercanas a la costa y alrededor de islas; su presencia es rara en aguas temperadas. Su rango latitudinal normal permanece entre los límites norte y sur en la isoterma de 20°C, siguiendo los cambios estacionales latitudinales de ese rango. Existen también varios registros de individuos solitarios fuera de esos rangos, aunque no en estados reproductivos (Márquez 1990). En Chile, existen alrededor de 60 registros extendidos desde Mejillones (23°S) (Donoso y Dutton 1999) hasta Isla

Desolación (53°S) (registro más austral) (Guzmán y Campodónico 1973), e Islas oceánicas.

Hábitat: especie típicamente solitaria, de hábitos nectónicos; forma agregaciones para alimentarse en áreas de aguas someras con abundantes pastos marinos y algas.

Alimentación: las tortugas verdes son las únicas tortugas marinas herbívoras, su dieta se compone ya sea de algas o pastos marinos, sin mezclar ambos recursos, aunque ambos estén disponibles (Bjorndal 1985). Se alimentan durante el día de pastos marinos que crecen en aguas someras. Estas áreas de alimentación aparentemente no son usadas por otros vertebrados, con excepción de sirenidos con los cuales existe una distribución que se traslapa mínimamente. También pueden alimentarse de pequeñas cantidades de invertebrados, aunque en muchos casos tal ingestión es accidental y usualmente representa menos de un 2% del total del peso seco del contenido estomacal (Márquez 1990).

Epibiontes: Frazier *et al*. (1985) señalan registros fotográficos para un ejemplar de 80 cm de largo en Islas Galápagos con moluscos gastrópodos (*Pleuroploca*) y para el sector de Río Grande del sur, Brasil para un ejemplar inmaduro con hidrozoos (*Tubularia*), moluscos bivalvos (*Mytilus*) y briozoos.

Lepidochelys olivacea (Eschscholtz 1829) "Tortuga olivácea"

Características diagnósticas: caparazón corto y ancho, con cinco a nueve pares de escudos costales (comúnmente seis a ocho) con una configuración asimétrica; escudos del caparazón ligeramente traslapados en inmaduros y sin traslape en adultos; longitud recta del caparazón (LRC) hasta 72 cm. La cabeza es relativamente grande, ligeramente triangular, de hasta 13 cm de ancho con dos pares de escamas prefrontales. Presenta dos uñas en cada aleta, aunque algunos adultos pueden perder la uña secundaria en las aletas delanteras. Posee coloración dorsal gris en inmaduros, de color verde olivo intermedio a oscuro en adultos; la parte ventral es blanca en inmaduros, en adultos amarillo crema. El plastrón tiene pequeños poros cerca del margen posterior de cada uno de los cuatro escudos inframarginales (Pritchard y Mortimer 2000). La función de tales poros todavía no se ha resuelto, aunque algunos investigadores han especulado que ellos pueden exudar secreciones feromonales para ayudar en el reconocimiento de la especie y en el apareamiento (Cornelius 1986).

Distribución geográfica: especie pantropical que habita principalmente en el hemisferio norte, con la isoterma de 20°C como límite de distribución. A pesar de su amplio rango de distribución, se desconoce si habita alrededor de islas oceánicas, a excepción de un único registro proveniente de Hawaii (Márquez 1990). En Chile existen más de 50 registros, distribuidos en las regiones I, II, V y VIII, además de un registro en la Isla Robinson Crusoe (38°55'S; 79°50'W) (Donoso *com. pers.* 2003).

Hábitat: los adultos son neríticos, se trasladan y descansan en aguas superficiales, aunque existen antecedentes de tortugas buceando y nadando a 200 m de profundidad.

Alimentación: es carnívoro facultativo, capaz de alimentarse de un solo tipo de alimento (Márquez 1990).

Epibiontes: los registros de epibiontes para el Pacífico suroriental señalan la presencia de hidrozoos y crustáceos, principalmente los cirripedios *Lepas anatifera*, *Balanus laevis* y *Verruca laevigata* y del decápodo *Planes cyaneus* (Miranda y Moreno 2002). Para el Océano Indico frente a las costas de India se señala a moluscos bivalvos del género *Crassostrea* (Frazier *et al*. 1985).

CLAVE PARA LAS ESPECIES DE TORTUGAS MARINAS DE CHILE

1.- Caparazón flexible, sin presencia de placas y con cinco quillas;.....
.....Dermochelys coriacea

-.- Caparazón de tipo óseo, con presencia de placas y sin quillas.....2

2.- Con cuatro pares de placas laterales.....***Chelonia mydas***

-.- Con más de cuatro pares de placas laterales..... 3

3.- Caparazón más largo que ancho, con 5 pares de placas laterales.....
.....Caretta caretta

-.- Caparazón con seis o más pares de placas laterales.....***Lepidochelys olivacea***

II. SERPIENTES MARINAS

La única especie de serpiente marina registrada para Chile es *Pelamis platurus*, a 300 millas náuticas de Isla de Pascua, perteneciente a la familia Elapidae (Donoso-Barros 1966)

Pelamis platurus Linnaeus 1766

Características diagnósticas: según Cogger (1975, 1992), se caracteriza por presentar una boca pequeña, con un par de colmillos frontales fijos en el maxilar superior (proteroglifa). Presenta un esquema de coloración muy distintivo, en la región dorsal es de color negro o café oscuro que se extiende desde la cabeza hasta la parte anterior de la cola; la región ventral exhibe una pigmentación más pálida, amarilla, crema o café pálida, incluyendo la cola, la que presenta manchas con pigmentación más oscura. Presenta escamas pequeñas y yuxtapuestas en el cuerpo, de forma triangular o hexagonal; los escudos cefálicos son simétricos y alargados. Presenta un largo promedio de 70 cm, no presenta dimorfismo sexual externo, sin embargo, los machos presentan proporcionalmente colas más largas.

Distribución geográfica: es la especie de serpiente marina con mayor distribución en el mundo; incluye el Océano Pacífico e Indico (este de Africa, Madagascar, Arabia e India), costas de Asia sudeste, Indonesia, Japón, Australia, Nueva Zelanda, las Islas Pacíficas occidentales, costa oeste americana desde Ecuador e Islas Galápagos hasta Baja California y Golfo de California.

Hábitat: especie pelágica estricta.

Alimentación: carnívora, principalmente depreda en el día sobre peces, utilizando veneno de tipo neurotóxico.

Reproducción: se reproduce sexualmente en el agua, usualmente cerca de la superficie con una temperatura sobre los 20ºC; es ovovivípara, presenta un tiempo de gestación estimado entre 5 a 6 meses (Kropach 1975).

III. COMENTARIOS FINALES

En la actualidad la mayoría de las tortugas marinas están catalogadas como en peligro o vulnerables en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (Baillie y Groombridge 1996). Además estan incluidas en el Apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) y en el Convenio sobre la Conservación de Especies Migratorias de Fauna Salvaje, convenios de los cuales nuestro país es signatario (Decreto Supremo N°141 (1975) y Decreto Supremo N° 868 (1981)). En nuestro país existe una veda por treinta años para cinco especies de tortugas marinas (Decreto Supremo N°225 (1995)). Las clasificaciones y medidas de protección mencionadas, se basan en criterios tales como tamaño poblacional, tendencias de las poblaciones, rutas migratorias, la probabilidad de extinción en el medio natural y las amenazas de tipo antropogénicas a las que se enfrentan ya sea durante sus migraciones, en sus áreas de alimentación o cuando anidan (Meylan y Meylan 2000).

Hoy en día existen varios programas internacionales de recuperación de poblaciones de las distintas especies de este grupo, que incluyen resguardo legal, restricciones en artes de pesca (DET: Dispositivos Excluidores de Tortugas) (Villaseñor 1997). Además, existe protección de áreas de alimentación, instalación de campamentos tortugueros en las principales zonas de anidamiento, donde se protegen los huevos y los neonatos hasta que son liberados al mar, evitando así la depredación de la que podrían ser objeto en su nido y hasta su llegada al mar, a lo cual se agrega la cooperación internacional en el marcado y recaptura de ejemplares.

Las tortugas marinas tienen alto valor comercial como fuente de proteínas, primordialmente como "delicatessen"; se consumen sus huevos, su carne y su aceite es muy apreciado (Frazier y Salas 1983). Esto, asociado a la contaminación de los océanos, la captura incidental, destrucción de hábitats de alimentación, de anidación y de descanso ha contribuido a la disminución de las poblaciones en todo el mundo (Márquez 1990). Por otro lado, estos animales han sido ampliamente utilizados por varias culturas en antiguos rituales o se veneran como animales sagrados (Frazier y Salas 1983).

Los registros de tortugas marinas acumulados desde 1884 hasta la fecha, en Chile, permiten señalar que la presencia de tortugas marinas en nuestra costa no son sucesos aislados generados por eventos de tipo oceanográficos-atmosféricos ENOS (El Niño/Oscilación del Sur), o por desorientación de sus rutas regulares como lo han señalado diferentes autores (Philippi 1899, Donoso-Barros 1966, Formas 1976, Ibarra-Vidal y Ortiz 1990). La gran cantidad de registros costeros de tortugas marinas en Chile, alrededor de 170, permite especular sobre una explicación alternativa a la señalada históricamente; es posible que la costa de nuestro país sea parte de las rutas

migratorias regulares de las tortugas marinas, siendo una zona de alimentación (Miranda 2002).

En Chile, no se han realizado estudios sistemáticos y de largo plazo sobre las causas de los varamientos, procedencia de ejemplares, estado de salud, alimentación o de tipo poblacional, a pesar con la gran cantidad de registros con los que se cuenta a la fecha (Frazier y Brito 1990, González *et al*. 1999, González *et al*. en prensa). Es por este motivo que se hace necesario realizar investigaciones enfocadas principalmente a tópicos de protección, conservación, estudios poblacionales, genéticos, alimentación, reproducción y ecología de las especies, que permitan proponer medidas de manejo para la conservación de las especies.

Cabe destacar que la flota industrial pesquera chilena, mantiene desde el año 2001 hasta la fecha, muestreos sobre el recurso de pez espada (*Xiphias gladius*), permitiéndo a su vez registrar avistamientos en altamar de tortugas marinas y tomar de muestras de tejido (para estudios de ADNm) de ejemplares que son atrapados accidentalmente en los espineles (Donoso *com. pers.* 2003).

Aún no existe un consenso claro acerca del número total de especies presentes en la costa chilena, dado que Veloso *et al*. (1995), citan a seis especies, sin embargo, la presencia de *Eretmochelys imbricata* y *Chelonia agassizii* no son regulares, como ocurre con las cuatro especies descritas anteriormente. Para el caso de *Chelonia agassizii*, investigaciones recientes sobre su morfología, genética y composición bioquímica arrojan resultados contradictorios (Meylan y Meylan 2000). Por tal motivo, a menos que se aumenten los avistamientos y registros de esta especie para nuestra costa y se aclare el estatus taxonómico, se mantiene la postura tradicional de considerar a esta población como parte de la especie *Chelonia mydas*.

Finalmente, cabe señalar que para el caso de la serpiente marina *Pelamis platurus*, el único ejemplar que se ha registrado se encuentra depositado en el Museo Nacional de Historia Natural de Santiago, Chile. Esta especie no ha sido objeto de estudio por parte de investigadores chilenos, principalmente por el modo de vida y la distribución geográfica que posee (lejanía del continente), situación que explicaría este hecho; sin embargo, científicos extranjeros han estudiado en detalle la biología de esta especie, permitiendo tener una buen conocimiento científico de ella.

REFERENCIAS:

Baillie, J. y B. Groombridge. 1996. UICN Red List of Threatened Animals. World Conservation Union (IUCN), Gland, Switzerland. 368 pp.

Bjorndal, K. 1985. Nutritional Ecology of Sea Turtles. Copeia 1985 (3): 736-751.

Caine, E.A. 1986. Carapace epibionts of nesting loggerhead sea turtles: Atlantic coast of U.S.A. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 95: 15-26

Carr, A. 1952. Handbook of Turtles. Ithaca, New York, Cornell Univ. Press. 542 pp.

Carr, A. 1964. Los Reptiles. Colección de la Naturaleza de Life en Español. 192 pp.

Codoceo, M. 1956. Guía de las secciones: Sección Herpetología. Noticiero Mensual Museo Nacional Historia Natural, Chile. 1(4): 1-2.

Cogger, H.G. 1975. Sea snake of Australia and New Guinea. In: Dunson, W.A. (ed.). Biology of sea snakes. University Park Press, Baltimore.

Cogger, H.G. 1992. Reptiles and Amphibians of Australia. Reed Books, Chatswood, New South Wales.

Cornelius, S. 1986. The sea turtles of Santa Rosa National Park. Fundación de Parques Nacionales, Costa Rica. 64 pp.

Decreto Supremo N° 141. Min. Relaciones Exteriores. Publicado el 25 de Marzo de 1975.

Decreto Supremo N° 868. Min. Relaciones Exteriores. Publicado el 12 de Diciembre de 1981.

Decreto Supremo N° 225. Min. Relaciones Exteriores. Publicado el 11 de Noviembre de 1995.

Donoso, J.M. y Dutton, P. 2000. Forage Area Identified for Green Turtles in Northern Chile. *In:* Proceedings of the Twenty Annual Sea Turtles Symposium. 29 February-4 March 2000, Orlando, Florida U.S.A. NOAA-NMFS Tech. Memo.

Donoso-Barros, R. 1966. Reptiles de Chile. Ediciones Universidad de Chile, Santiago.

Eckert, K.L. y S.A. Eckert. 1988. Pre-reproductive movements of leatherback sea turtles (*Dermochelys coriacea*) nesting in the Caribbean. Copeia 1988(2): 400-406.

Eckert, S. A. y L. Sarti. 1997. Distant fisheries implicated in the loss of the world's largest leatherback nesting population. Marine Turtle Newsletter 78:2-7.

Ernst, C.H. y Barbour, R.W. 1989. Turtles of the World. Smithsonian Institution Press: Washington, D.C. & London; 1989, 313 pp.

Formas, C.R. 1976. Encuentro de *Chelonia mydas agassizi* (Testudinata; Chelonidae) en la costa de Valdivia. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción 5: 213-214.

Frair, W., Ackman, R.G. y Mrosovsky, N. 1972. Body Temperature of *Dermochelys coriacea* Warm Turtle from Cold Water. Science 177: 791-793.

Frazier, J. y Brito, J.L. 1990. Incidental capture of marine turtles by the swordfish fishery at San Antonio, Chile. Marine Turtle Newsletter 49: 8-13.

Frazier, J. y Salas, S. 1983. Tortugas Marinas del Pacífico Oriental: ¿El Recurso que nunca acabará?. Simposio Conservación y Manejo Fauna Silvestre Neotropical (IX CLAH, Perú): 87-98.

Frazier, J., D. Margaritoulis, K. Muldoon, C.W. Potter, J. Rosewater, C. Ruckdeschel y S. Salas. 1985. Epizoan communities on marine turtles: I. Bivalve and gastropod mollusks. Marine Ecology 6(2): 127-140.

Frazier, J.G., I. Goodbody y C.A. Ruckdeschel. 1991. Epizoan communities on marine turtles: II. Tunicates. Bulletin of Marine Science 48(3): 763-765.

Frick, M.G., K. Williams, D. Veljacic, L. Pierrard, J.A. Jackson y S. Knight. 2000. Nuevas especies de epibiontes documentadas en tortugas camaguas (*Caretta caretta*) en Georgia, EEUU. Noticiero de Tortugas Marinas 88: 3-5.

González, A., Miranda L., Ortiz J.C. y Donoso J.M. 1999. Presencia de Tortugas Marinas en las Costas de Chile. Museo Nacional de Historia Natural Montevideo-Uruguay. Nº 50: 67.

González, A., Miranda L. y Ortiz J.C. *En prensa.* Records and Biological Aspects of Marine Turtles in Chile. Chelonian Biology and Conservation.

Guzmán, M.L. y Campodónico, G.I. 1973. Presencia de *Chelonia mydas agassizi* Bocourt, 1868, en Magallanes. Anales del Instituto de la Patagonia 4 (1-3): 439-441.

Halliday, T. y Adler, K. 1991. Anfibios y Reptiles. Ediciones Folio. Andrómeda Oxford Ltd. 143 pp.

Ibarra-Vidal, H. y Ortiz, J.C. 1990. Nuevos registros y ampliación de la distribución geográfica de algunas tortugas marinas en Chile. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción 61: 149-151.

Kropach, C. 1975. The yellow bellied sea snake, *Pelamis* in the Eastern Pacific. In: Dunson, W.A. (ed.). Biology of sea snakes. University Park Press, Baltimore.

Márquez, M., R. 1990. FAO species catologue. Vol. 11: Sea turtles of the world. An annotated and illustrated catalogue of sea turtle species know to date. FAO Fisheries Synopsis. Nº. 125, Vol. 11. Rome, FAO.

Meylan, A.B. y Meylan, P.A. 2000. Introducción a la Evolución, Historias de Vida y Biología de las Tortugas Marinas. Eckert, K.L., K.A. Bjorndal, F.A. Abreu-Grobois y M. Donnelly (Editores). (Traducción al español). Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. Grupo especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE Publicación Nº 4. 3-5.

Miranda, L. 2002. Quelonios y Dermoquelidos en su extensión austral de distribución en el Pacífico Suroriental. Tesis para optar al Título de Biólogo Marino mención Oceanografía y Calidad Ambiental. Departamento de Oceanografía. Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas. Universidad de Concepción, Chile.

Miranda, L. y R.A. Moreno. 2002. Epibiontes de *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829) (Reptilia: Testudinata: Cheloniidae) en la región centro-sur de Chile. Revista de Biología Marina y Oceanografía 37(2): 145-146

Morreale, S. Standora, E., Spotila, J. y Paladino, F. 1996. Migration corridor for sea turtles. Nature 384: 319-320.

Mrosovsky, N . y Pritchard, P.C.H. 1971. Body Temperatures of *Dermochelys coriacea* and other Sea Turtles. Copeia 1971 (4): 624-631.

Philippi, R.A. 1899. Las Tortugas Chilenas. Anales de la Universidad de Chile. 104: 727-736.

Pritchard, P.C.H. 1979. Encyclopedia of turtles. T.F.H. Publications, Inc., New Yersey, 896 pp.

Pritchard, P.C.H. y Mortimer, J.A. 2000. Taxonomía, Morfología Externa e Identificación de las Especies. Eckert, K.L., K.A. Bjorndal, F.A. Abreu-Grobois y M. Donnelly (Eds.). 2000 (Traducción al español). Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. Grupo especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE Publicación Nº 4. 23-41.

Pritchard, P.C.H., Bacon, P., Berry, F., Carr, A., Fletemeyer, J., Gallagher, R., Hopkins, S. Lankford, R., Márquez, R., Ogren, L., Pringle, W., Reichart, H. y Witham, R. 1983. Manual of Sea Turtle Research and Conservation Techniques. Segunda Edición. K. A. Bjorndal & G.H. Balazs (Editores). Center for Environmental Education, Washington D.C., 126 pp.

UICN/CSE. 1995. Estrategia Mundial para la Conservación de las Tortugas Marinas. 24 pp.

Veloso, A., J. C. Ortiz, J. Navarro. H. Nuñez, P. Espejo y M. A. Labra 1995. Reptiles. pp. 326-335. En: Simonetti, J.A., Arroyo, M.T.K., Spotorno, A.E. y E. Lozada (eds.). Diversidad Biológica de Chile, CONICYT.

Villaseñor, R. 1997. Dispositivos Excluidores de Tortugas Marinas. FAO Documento Técnico de Pesca. N° 372. Roma, FAO. 1997. 116 pp.

Zwinenberg, A.J., 1976. The olive ridley, *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829): probably the most numerous marine turtle today. Bulletin of Maryland Herpetology Society 12 (3): 75-95.

ESTE DOCUMENTO DEBE SER CITADO COMO:

Miranda, L. y R.A. Moreno. 2003. Reptiles marinos de Chile. Guías de Identificación y Biodiversidad Fauna Chilena. Apuntes de Zoología, Universidad Arturo Prat, Iquique, Chile. 11 pp.

Anexo 2

Documentos legales, marco legal de protección de tortugas marinas en Chile.

BCN Legislación chilena

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

Tipo Norma	:Decreto 141
Fecha Publicación	:25-03-1975
Fecha Promulgación	:18-02-1975
Organismo	:MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES
Título	:Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas, de Fauna y Flora Silvestre.
Tipo Version	:Unica De : 25-03-1975
Inicio Vigencia	:25-03-1975
Fecha Tratado	:25-03-1975
URL	:http://www.leychile.cl/N?i=188514&f=1975-03-25&p=

APRUEBA CONVENCION SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPECIES AMENAZADAS DE FAUNA Y FLORA SILVESTRES
NUM. 141.

AUGUSTO PINOCHET UGARTE Presidente de la República de Chile.

POR CUANTO, el Gobierno de Chile suscribió el 16 de Septiembre de 1974, en Berna, Suiza, la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, adoptada en Washington, el 3 de Marzo de 1973, cuyo texto íntegro y exacto se acompaña,

Y POR CUANTO, dicha Convención ha sido ratificada por mí, previa aprobación de la Honorable Junta de Gobierno, según consta en el decreto ley N° 873, de 28 de Enero del año en curso, y el Instrumento de Ratificación ha sido depositado ante el Gobierno de la Confederación Suiza, el 14 de Febrero de 1975

POR TANTO, y en uso de la facultad que me confiere el artículo 5° del decreto ley N° 247 de 17 de Enero de 1974, dispongo y mando que se cumpla y lleve a efecto en todas sus partes como ley de la República, publicándose copia autorizada de su texto en el "Diario Oficial".

Dado en la Sala de mi Despacho y refrendado por el Ministro de Estado en el Departamento de Relaciones Exteriores, en Santiago de Chile, a los dieciocho días del mes de Febrero del año mil novecientos setenta Y cinco.- AUGUSTO PINOCHET UGARTE, General de Ejercito, Presidente de la República.- Patricio Carvajal Prado, Vicealmirante, Ministro de Relaciones Exteriores.

CONVENCION SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPECIES AMENAZADAS DE FAUNA Y FLORA SILVESTRES

Firmado en Washington el 3 de Marzo de 1973
Los Estados Contratantes,

RECONOCIENDO que la fauna y flora silvestres, en sus numerosas, bellas variadas formas constituyen un elemento irremplazable de los sistemas naturales de la tierra, tienen que ser protegidas para esta generación y las venideras;

CONSCIENTES del creciente valor de la fauna y flora silvestres desde los puntos de vista estético, científico, cultural, recreativo y económico;

RECONOCIENDO que los pueblos y Estados son y deben ser los mejores protectores de su fauna y flora silvestres;

RECONOCIENDO además que la cooperación internacional es esencial para la protección de ciertas especies de fauna y flora silvestres contra a explotación excesiva mediante el comercio internacional;

CONVENCIDOS de la urgencia de adoptar medidas

BCN Legislación chilena

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

apropiadas a este fin;

HAN ACORDADO lo siguiente:

ARTICULO I

Definiciones

Para los fines de la presente Convención, y salvo que el contexto indique otra cosa:

a) "Especie" significa toda especie, subespecie o población geográficamente aislada de una u otra;

b) "Espécimen" significa:

i) todo animal o planta, vivo o muerto;

ii) en el caso de un animal de una especie incluida en los Apéndices I y II, cualquier parte o derivado fácilmente identificable; en el caso de un animal de una especie incluida en el Apéndice III, cualquier parte o derivado fácilmente identificable que haya sido especificado en el Apéndice III en relación a dicha especie;

iii) en el caso de una planta, para especies incluidas en el Apéndice I, cualquier parte o derivado fácilmente identificable, y para especies incluidas en los Apéndices II y III, cualquier parte o derivado fácilmente identificable especificado en dichos Apéndices en relación con dicha especie;

c) "Comercio" significa exportación, reexportación, importación e introducción procedente del mar;

d) "Reexportación" significa la exportación de todo espécimen que haya sido previamente importado;

e) "Introducción procedente del mar" significa el traslado a un Estado de especímenes de cualquier especie capturados en el medio marino fuera de la jurisdicción de cualquier Estado;

f) "Autoridad Científica" significa una autoridad científica nacional designada de acuerdo con el artículo IX;

g) "Autoridad Administrativa" significa una autoridad administrativa nacional designada de acuerdo con el artículo IX;

h) "Parte" significa un Estado para el cual la presente Convención ha entrado en vigor.

ARTICULO II

Principios Fundamentales

1. El Apéndice I incluirá todas las especies en peligro de extinción que son o pueden ser afectadas por el comercio. El comercio en especímenes de estas especies deberá estar sujeto a una reglamentación particularmente estricta a fin de no poner en peligro aún mayor su supervivencia y se autorizará solamente bajo circunstancias excepcionales.

2. El Apéndice II incluirá:

a) todas las especies que, si bien en la actualidad no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, podrían llegar a esa situación a menos que el comercio en especímenes de dichas especies esté sujeto a una reglamentación estricta a fin de evitar utilización incompatible con su supervivencia, y

b) aquellas otras especies no afectadas por el comercio, que también deberán sujetarse a reglamentación con el fin de permitir un eficaz control del comercio en

BCN Legislación chilena

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

las especies a que se refiere el subpárrafo (a) del presente párrafo.

3. El Apéndice III incluirá todas las especies que cualquiera de las Partes manifieste que se hallan sometidas a reglamentación dentro de su jurisdicción con el objeto de prevenir o restringir su explotación, y que necesitan la cooperación de otras Partes en el control de su comercio.

4. Las Partes no permitirán el comercio en especímenes de especies incluidas en los Apéndices I, II y III, excepto de acuerdo con las disposiciones de la presente Convención.

ARTICULO III

Reglamentación del Comercio en Especímenes de Especies Incluidas en el Apéndice I

1. Todo comercio en especímenes de especies incluidas en el Apéndice I se realizará de conformidad con las disposiciones del presente artículo.

2. La exportación de cualquier espécimen de una especie incluida en el Apéndice I requerirá la previa concesión y presentación de un permiso de exportación, el cual únicamente se concederá una vez satisfechos los siguientes requisitos:

a) que una Autoridad Científica del Estado de exportación haya manifestado que esa exportación no perjudicará la supervivencia de dicha especie;

b) que una Autoridad Administrativa del Estado de exportación haya verificado que el espécimen no fue obtenido en contravención de la legislación vigente en dicho Estado sobre la protección de su fauna y flora;

c) que una Autoridad Administrativa del Estado de exportación haya verificado que todo espécimen vivo será acondicionado y transportado de manera que se reduzca al mínimo el riesgo de heridas, deterioro en su salud o maltrato, y

d) que una Autoridad Administrativa del Estado de exportación haya verificado que un permiso de importación para el espécimen ha sido concedido.

3. La importación de cualquier espécimen de una especie incluida en el Apéndice I requerirá la previa concesión y presentación de un permiso de importación y de un permiso de exportación o certificado de reexportación. El permiso de importación únicamente se concederá una vez satisfechos los siguientes requisitos:

a) que una Autoridad Científica del Estado de importación haya manifestado que los fines de la importación no serán en perjuicio de la supervivencia de dicha especie;

b) que una Autoridad Científica del Estado de importación haya verificado que quien se propone recibir un espécimen vivo lo podrá albergar y cuidar adecuadamente, y

c) que una Autoridad Administrativa del Estado de importación haya verificado que el espécimen no será utilizado para fines primordialmente comerciales.

4. La reexportación de cualquier espécimen de una especie incluida en el Apéndice I requerirá la previa concesión y presentación de un certificado de reexportación, el cual únicamente se concederá una vez satisfechos los siguientes requisitos:

a) que una Autoridad Administrativa del Estado de reexportación haya verificado que el espécimen fue

BCN Legislación chilena

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

importado en dicho Estado de conformidad con las disposiciones de la presente Convención;

b) que una Autoridad Administrativa del Estado de reexportación haya verificado que todo espécimen vivo será acondicionado y transportado de manera que se reduzca al mínimo el riesgo de heridas, deterioro en su salud o maltrato, y

c) que una Autoridad Administrativa del Estado de reexportación haya verificado que un permiso de importación para cualquier espécimen vivo ha sido concedido.

5. La introducción procedente del mar de cualquier espécimen de una especie incluida en el Apéndice I requerirá la previa concesión de un certificado expedido por una Autoridad Administrativa del Estado de introducción. Unicamente se concederá un certificado una vez satisfechos los siguientes requisitos:

a) que una Autoridad Científica del Estado de introducción haya manifestado que la introducción no perjudicará la supervivencia de dicha especie;

b) que una Autoridad Administrativa del Estado de introducción haya verificado que quien se propone recibir un espécimen vivo lo podrá albergar y cuidar adecuadamente, y

c) que una Autoridad Administrativa del Estado de introducción haya verificado que el espécimen no será utilizado para fines primordialmente comerciales.

ARTICULO IV

Reglamentación del Comercio de Especímenes de Especies incluidas en el Apéndice II

1. Todo comercio en especímenes de especies incluidas en el Apéndice II se realizará de conformidad con las disposiciones del presente artículo.

2. La exportación de cualquier espécimen de una especie incluida en el Apéndice II requerirá la previa concesión y presentación de un permiso de exportación, el cual únicamente se concederá una vez satisfechos los siguientes requisitos:

a) que una Autoridad Científica del Estado de exportación haya manifestado que esa exportación no perjudicará la supervivencia de esa especie;

b) que una Autoridad Administrativa del Estado de exportación haya verificado que el espécimen no fue obtenido en contravención de la legislación vigente en dicho Estado sobre la protección de su fauna y flora, y

c) que una Autoridad Administrativa del Estado de exportación haya verificado que todo espécimen vivo será acondicionado y transportado de manera que se reduzca al mínimo el riesgo de heridas, deterioro en su salud o maltrato.

3. Una Autoridad Científica de cada Parte vigilará los permisos de exportación expedidos por ese Estado para especímenes de especies incluidas en el Apéndice II y las exportaciones efectuadas de dichos especímenes. Cuando una Autoridad Científica determine que la exportación de especímenes de cualquiera de esas especies debe limitarse a fin de conservarla, a través de su hábitat, en un nivel consistente con su papel en los ecosistemas donde se halla y en un nivel suficientemente superior a aquel en el cual esa especie sería susceptible de inclusión en el Apéndice I, la Autoridad Científica comunicará a la Autoridad Administrativa competente las medidas apropiadas a tomarse, a fin de limitar la concesión de permisos de

BCN Legislación chilena

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

exportación para especímenes de dicha especie.

4. La importación de cualquier espécimen de una especie incluida en el Apéndice II requerirá la previa presentación de un permiso de exportación o de un certificado de reexportación.

5. La reexportación de cualquier espécimen de una especie incluida en el Apéndice II requerirá la previa concesión y presentación de un certificado de reexportación, el cual únicamente se concederá una vez satisfechos los siguientes requisitos:

a) que una Autoridad Administrativa del Estado de reexportación haya verificado que el espécimen fue importado en dicho Estado de conformidad con las disposiciones de la presente Convención, y
b) que una Autoridad Administrativa del Estado de reexportación haya verificado que todo espécimen vivo será acondicionado y transportado de manera que se reduzca al mínimo el riesgo de heridas, deterioro en su salud o maltrato.

6. La introducción procedente del mar de cualquier espécimen de una especie incluida en el Apéndice II requerirá la previa concesión de un certificado expedido por una Autoridad Administrativa del Estado de introducción. Unicamente se concederá un certificado una vez satisfechos los siguientes requisitos:
a) que una Autoridad Científica del Estado de introducción haya manifestado que la introducción no perjudicará la supervivencia de dicha especie, y
b) que una Autoridad Administrativa del Estado de introducción haya verificado que cualquier espécimen vivo será tratado de manera que se reduzca al mínimo el riesgo de heridas, deterioro en su salud o maltrato.

7. Los certificados a que se refiere el párrafo 6 del presente artículo podrán concederse por períodos que no exceden de un año para cantidades totales de especímenes a ser capturados en tales períodos, con el previo asesoramiento de una Autoridad Científica que haya consultado con otras autoridades científicas nacionales o, cuando sea apropiado, autoridades científicas internacionales.

ARTICULO V

Reglamentación del Comercio de Especímenes de Especies Incluidas en el Apéndice III

1. Todo comercio de especímenes de especies incluidas en el Apéndice III se realizará de conformidad con las disposiciones del presente artículo.
2. La exportación de cualquier espécimen de una especie incluida en el Apéndice III procedente de un Estado que la hubiere incluido en dicho Apéndice, requerirá la previa concesión y presentación de un permiso de exportación, el cual únicamente se concederá una vez satisfechos los siguientes requisitos:
a) que una Autoridad Administrativa del Estado de exportación haya verificado que el espécimen no fue obtenido en contravención de la legislación vigente en dicho Estado sobre la protección de su fauna y flora, y
b) que una Autoridad Administrativa del Estado de exportación haya verificado que todo espécimen vivo será acondicionado y transportado de manera que se reduzca al mínimo el riesgo de heridas, deterioro en su salud o maltrato.
3. La importación de cualquier espécimen de una

BCN Legislación chilena

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

especie incluida en el Apéndice III requerirá, salvo en los casos previstos en el párrafo 4 del presente artículo, la previa presentación de un certificado de origen, y de un permiso de exportación cuando la importación proviene de un Estado que ha incluido esa especie en el Apéndice III.

4. En el caso de una reexportación, un certificado concedido por una Autoridad Administrativa del Estado de reexportación en el sentido de que el espécimen fue transformado en ese Estado, o está siendo reexportado, será aceptado por el Estado de importación como prueba de que se ha cumplido con las disposiciones de la presente Convención respecto de ese espécimen.

ARTICULO VI

Permisos y Certificados

1. Los permisos y certificados concedidos de conformidad con las disposiciones de los artículos III, IV y V deberán ajustarse a las disposiciones del presente artículo.

2. Cada permiso de exportación contendrá la información especificada en el modelo expuesto en el Apéndice IV y únicamente podrá usarse para exportación dentro de un período de seis meses a partir de la fecha de su expedición.

3. Cada permiso o certificado contendrá el título de la presente Convención, el nombre y cualquier sello de identificación de la Autoridad Administrativa que lo conceda y un número de control asignado por la Autoridad Administrativa.

4. Todas las copias de un permiso o certificado expedido por una Autoridad Administrativa serán claramente marcadas como copias solamente y ninguna copia podrá usarse en lugar del original, a menos que sea así endosado.

5. Se requerirá un permiso o certificado separado para cada embarque de especímenes.

6. Una Autoridad Administrativa del Estado de importación de cualquier espécimen cancelará y conservará el permiso de exportación o certificado de reexportación y cualquier permiso de importación correspondiente presentado para amparar la importación de ese espécimen.

7. Cuando sea apropiado y factible, una Autoridad Administrativa podrá fijar una marca sobre cualquier espécimen para facilitar su identificación. Para estos fines, marca significa cualquier impresión indeleble, sello de plomo u otro medio adecuado de identificar un espécimen, diseñado de manera tal que haga su falsificación por personas no autorizadas lo más difícil posible.

ARTICULO VII

Exenciones y Otras Disposiciones Especiales Relacionadas con el Comercio

1. Las disposiciones de los artículos III, IV y V no se aplicarán al tránsito o transbordo de especímenes a través, o en el territorio de una Parte mientras los especímenes permanecen bajo control aduanal.

2. Cuando una Autoridad Administrativa del Estado de exportación o de reexportación haya verificado que un espécimen fue adquirido con anterioridad a la fecha en que entraron en vigor las disposiciones de la presente Convención respecto de ese espécimen, las disposiciones de los artículos III, IV y V no se aplicarán a ese

BCN Legislación chilena

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

espécimen si la Autoridad Administrativa expide un certificado a tal efecto.

3. Las disposiciones de los artículos III, IV y V no se aplicarán a especímenes que son artículos personales o bienes del hogar. Esta exención no se aplicará si:

a) en el caso de especímenes de una especie incluida en el Apéndice I, éstos fueron adquiridos por el dueño fuera del Estado de su residencia normal y se importen en ese Estado; o

b) en el caso de especímenes de una especie incluida en el Apéndice II:

i) éstos fueron adquiridos por el dueño fuera del Estado de su residencia normal y en el Estado en que se produjo la separación del medio silvestre;

ii) éstos se importan en el Estado de residencia normal del dueño; y

iii) el Estado en que se produjo la separación del medio silvestre requiere la previa concesión de permisos de exportación antes de cualquier exportación de esos especímenes;

a menos que una Autoridad Administrativa haya verificado que los especímenes fueron adquiridos antes que las disposiciones de la presente Convención entraren en vigor respecto de ese espécimen.

4. Los especímenes de una especie animal incluida en el Apéndice I y criados en cautividad para fines comerciales, o de una especie vegetal incluida en el Apéndice I y reproducidos artificialmente para fines comerciales, serán considerados especímenes de las especies incluidas en el Apéndice II.

5. Cuando una Autoridad Administrativa del Estado de exportación haya verificado que cualquier espécimen de una especie animal ha sido criado en cautividad o que cualquier espécimen de una especie vegetal ha sido reproducida artificialmente, o que sea una parte de ese animal o planta o que se ha derivado de uno u otra, un certificado de esa Autoridad Administrativa a ese efecto será aceptado en sustitución de los permisos exigidos en virtud de las disposiciones de los artículos III, IV o V.

6. Las disposiciones de los artículos III, IV y V no se aplicarán al préstamo, donación o intercambio no comercial entre científicos o instituciones científicas registrados con la Autoridad Administrativa de su Estado, de especímenes de herbario, otros especímenes preservados, secos o incrustados de museo, y material de plantas vivas que lleven una etiqueta expedida o aprobada por una Autoridad Administrativa.

7. Una Autoridad Administrativa de cualquier Estado podrá dispensar con los requisitos de los artículos III, IV y V y permitir el movimiento, sin permisos o certificados, de especímenes que formen parte de un parque zoológico, circo, colección zoológica o botánica ambulantes u otras exhibiciones ambulantes, siempre que:

a) el exportador o importador registre todos los detalles sobre esos especímenes con la Autoridad Administrativa;

b) los especímenes están comprendidos en cualquiera de las categorías mencionadas en los párrafos 2 ó 5 del presente artículo, y

c) la Autoridad Administrativa haya verificado que cualquier espécimen vivo será transportado y cuidado de manera que se reduzca al mínimo el riesgo de heridas, deterioro en su salud o maltrato.

ARTICULO VIII

BCN Legislación chilena

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

Medidas que deberán tornar las Partes

1. Las Partes adoptarán las medidas apropiadas para velar por el cumplimiento de sus disposiciones y para prohibir el comercio de especímenes en violación de las mismas. Estas medidas incluirán:

a) sancionar el comercio o la posesión de tales especímenes, o ambos, y

b) prever la confiscación o devolución al Estado de exportación de dichos especímenes.

2. Además de las medidas tomadas conforme al párrafo 1 del presente artículo, cualquier Parte podrá, cuando lo estime necesario, disponer cualquier método de reembolso interno para gastos incurridos como resultado de la confiscación de un espécimen adquirido en violación de las medidas tomadas en la aplicación de las disposiciones de la presente Convención.

3. En la medida posible, las Partes velarán por que se cumplan, con un mínimo de demora, las formalidades requeridas para el comercio en especímenes. Para facilitar lo anterior, cada Parte podrá designar puertos de salida y puertos de entrada ante los cuales deberán presentarse los especímenes para su despacho. Las Partes deberán verificar además que todo espécimen vivo, durante cualquier período de tránsito, permanencia o despacho, sea cuidado adecuadamente, con el fin de reducir al mínimo el riesgo de heridas, deterioro en su salud o maltrato.

4. Cuando se confisque un espécimen vivo de conformidad con las disposiciones del párrafo 1 del presente artículo:

a) el espécimen será confiado a una Autoridad Administrativa del Estado confiscador;

b) La Autoridad Administrativa, después de consultar con el Estado de exportación, devolverá el espécimen a ese Estado a costo del mismo, o a un Centro de Rescate u otro lugar que la Autoridad Administrativa considere apropiado y compatible con los objetos de esta Convención, y

c) La Autoridad Administrativa podrá obtener la asesoría de una Autoridad Científica o, cuando lo considere deseable, podrá consultar con la Secretaría, con el fin de facilitar la decisión que deba tomarse de conformidad con el subpárrafo (b) del presente párrafo, incluyendo la selección del Centro de Rescate u otro lugar.

5. Un Centro de Rescate, tal como lo define el párrafo 4 del presente artículo, significa una institución designada por una Autoridad Administrativa para cuidar el bienestar de los especímenes vivos, especialmente de aquellos que hayan sido confiscados.

6. Cada Parte deberá mantener registros del comercio en especímenes de las especies incluidas en los Apéndices I, II y III que deberán contener:

a) Los nombres y las direcciones de los exportadores e importadores; y

b) el número y la naturaleza de los permisos y certificados emitidos, los Estados con los cuales se realizó dicho comercio, las cantidades y los tipos de especímenes, los nombres de las especies incluidas en los Apéndices I, II y III y, cuando sea apropiado, el tamaño y sexo de los especímenes.

7. Cada Parte preparará y transmitirá a la Secretaría informes periódicos sobre la aplicación de las disposiciones de la presente Convención, incluyendo:

a) un informe anual que contenga un resumen de la información prevista en el subpárrafo (b) del párrafo 6 del presente artículo, y

b) un informe bienal sobre medidas legislativas, reglamentarias y administrativas adoptadas con el fin de cumplir con las disposiciones de la presente Convención.

BCN Legislación chilena

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

8. La información a que se refiere el párrafo 7 del presente artículo, estará disponible al público cuando así lo permita la legislación vigente de la Parte interesada.

ARTICULO IX

Autoridades Administrativas y Científicas

1. Para los fines de la presente Convención, cada Parte designará:

a) una o más Autoridades Administrativas competentes para conceder permisos o certificados en nombre de dicha Parte, y

b) una o más Autoridades Científicas.

2. A1 depositar su instrumento de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión, cada Estado comunicará al Gobierno Depositario el nombre y la dirección de la Autoridad Administrativa autorizada para comunicarse con otras Partes y con la Secretaría.

3. Cualquier cambio en las designaciones o autorizaciones previstas en el presente artículo, será comunicado a la Secretaría por la Parte correspondiente, con el fin de que sea transmitido a todas las demás Partes.

4. A solicitud de la Secretaría o de cualquier Autoridad Administrativa designada de conformidad con el párrafo 2 del presente artículo, la Autoridad Administrativa designada de una Parte transmitirá modelos de sellos u otros medios utilizados para autenticar permisos o certificados.

ARTICULO X

Comercio con Estados que no son Partes de la Convención

En los casos de importaciones de, o exportaciones y reexportaciones a Estados que no son Partes de la presente Convención, los Estados Partes podrán aceptar, en lugar de los permisos y certificados mencionados en la presente Convención, documentos comparables que conformen sustancialmente a los requisitos de la presente Convención para tales permisos y certificados, siempre que hayan sido emitidos por las autoridades gubernamentales competentes del Estado no parte de la presente Convención.

ARTICULO XI

Conferencia de las Partes

1. La Secretaría convocará a una Conferencia de las Partes a más tardar dos años después de la entrada en vigor de la presente Convención.

2. Posteriormente, la Secretaría convocará reuniones ordinarias de la Conferencia por lo menos una vez cada dos años, a menos que la Conferencia decida otra cosa, y reuniones extraordinarias en cualquier momento a solicitud, por escrito, de por lo menos un tercio de las Partes.

3. En las reuniones ordinarias o extraordinarias de la Conferencia, las Partes examinarán la aplicación de la presente Convención y podrán:

a) adoptar cualquier medida necesaria para facilitar el desempeño de las funciones de la Secretaría;

b) considerar y adoptar enmiendas a los Apéndices I

BCN Legislación chilena

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

y II de conformidad con lo dispuesto en el artículo XV;
c) analizar el progreso logrado en la restauración y conservación de las especies incluidas en los Apéndices I, II y III;
d) recibir y considerar los informes presentados por la Secretaria o cualquiera de las Partes; y
e) cuando corresponda, formular recomendaciones destinadas a mejorar la eficacia de la presente Convención.

4. En cada reunión ordinaria de la Conferencia, las Partes podrán determinar la fecha y sede de la siguiente reunión ordinaria que se celebrará de conformidad con las disposiciones del párrafo 2 del presente artículo.

5. En cualquier reunión, las Partes podrán determinar y adoptar reglas de procedimiento para esa reunión.

6. Las Naciones Unidas, sus Organismos Especializados y el Organismo Internacional de Energía Atómica, así como cualquier Estado no Parte en la presente Convención, podrán ser representados en reuniones de la Conferencia por observadores que tendrán derecho a participar sin voto.

7. Cualquier organismo o entidad técnicamente calificado en la protección, preservación o administración de fauna y flora silvestres y que esté comprendido en cualquiera de las categorías mencionadas a continuación, podrá comunicar a la Secretaría su deseo de estar representado por un observador en las reuniones de la Conferencia y será admitido salvo que objeten por lo menos un tercio de las Partes presentes:
a) organismos o entidades internacionales, tanto gubernamentales como no gubernamentales, así como organismos o entidades gubernamentales nacionales, y
b) organismos o entidades nacionales no gubernamentales que han sido autorizados para ese efecto por el Estado en que se encuentran ubicados.

Una vez admitidos, estos observadores tendrán el derecho de participar sin voto en las labores de la reunión.

ARTICULO XII

La Secretaría

1. A1 entrar en vigor la presente Convención, el Director Ejecutivo del Programa de las Naciones Unidas para el Medio proveerá una Secretaría. En la medida y forma en que lo considere apropiado, el Director Ejecutivo podrá ser ayudado por organismos y entidades internacionales o nacionales, gubernamentales o no gubernamentales, con competencia técnica en la protección, conservación y administración de la fauna y flora silvestres.

2. Las funciones de la Secretaría incluirán las siguientes:
a) organizar las Conferencias de las Partes y prestarles servicios;
b) desempeñar las funciones que le son encomendadas de conformidad con los artículos XV y XVI de la presente Convención;
c) realizar estudios científicos y técnicos, de conformidad con los programas autorizados por la Conferencia de las Partes, que contribuyan a la mejor aplicación de la presente Convención, incluyendo estudios relacionados con normas para la adecuada preparación y embarque de especímenes vivos y los medios para su identificación;
d) estudiar los informes de las Partes y solicitar a éstas cualquier información adicional que a ese respecto fuere necesaria para asegurar la mejor

BCN Legislación chilena

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

aplicación de la presente Convención;
e) señalar a la atención de las Partes cualquier cuestión relacionada con los fines de la presente Convención;
f) publicar periódicamente, y distribuir a las Partes, ediciones revisadas de los Apéndices I, II y III, junto con cualquier otra información que pudiere facilitar la identificación de especímenes de las especies incluidas en dichos Apéndices;
g) preparar informes anuales para las Partes sobre las actividades de la Secretaría y de la aplicación de la presente Convención, así como los demás informes que las Partes pudieren solicitar;
h) formular recomendaciones para la realización de los objetivos y disposiciones de la presente Convención, incluyendo el intercambio de información de naturaleza científica o técnica, e
i) desempeñar cualquier otra función que las Partes pudieren encomendarle.

ARTICULO XIII

Medidas Internacionales

1. Cuando la Secretaría, a la luz de información recibida, considere que cualquier especie incluida en los Apéndices I o II se halla adversamente afectada por el comercio en especímenes de esa especie, o de que las disposiciones de la presente Convención no se están aplicando eficazmente, la Secretaría comunicará esa información a la Autoridad Administrativa autorizada de la Parte o de las Partes interesadas.
2. Cuando cualquier Parte reciba una comunicación de acuerdo a lo dispuesto en el párrafo 1 del presente artículo, ésta, a la brevedad posible y siempre que su legislación lo permita, comunicará a la Secretaría todo dato pertinente, y, cuando sea apropiado, propondrá medidas para corregir la situación. Cuando la Parte considere que una investigación sea conveniente, ésta podrá llevarse a cabo por una o más personas expresamente autorizadas por la Parte respectiva.
3. La información proporcionada por la Parte o emanada de una investigación de conformidad con lo previsto en el párrafo 2 del presente articulo, será examinada por la siguiente Conferencia de las Partes, la cual podrá formular cualquier recomendación que considere pertinente.

ARTICULO XIV

Efecto sobre la legislación nacional y convenciones internacionales

1. Las disposiciones de la presente Convención no afectarán en modo alguno el derecho de las Partes de adoptar:
a) medidas internas más estrictas respecto de las condiciones de comercio, captura, posesión o transporte de especímenes de especies incluidas en los Apéndices I, II y III, o prohibirlos enteramente; ó
b) medidas internas que restrinjan o prohiban el comercio, la captura, la posesión o el transporte de especies no incluidas en los Apéndices I, II o III.

2. Las disposiciones de la presente Convención no afectarán en modo alguno las disposiciones de cualquier medida interna u obligaciones de las Partes derivadas de un tratado, convención o acuerdo internacional referentes a otros aspectos del comercio, la captura, la

BCN Legislación chilena

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

posesión o el transporte de especímenes que está en vigor o entre en vigor con posterioridad para cualquiera de las Partes, incluidas las medidas relativas a la aduana, salud pública o a las cuarentenas vegetales o animales.

3. Las disposiciones de la presente Convención no afectarán en modo alguno las disposiciones u obligaciones emanadas de los tratados, convenciones o acuerdos internacionales concluidos entre Estados y que crean una unión o acuerdo comercial regional que establece o mantiene un régimen común aduanero hacia el exterior y que elimine regímenes aduaneros entre las partes respectivas en la medida en que se refieran al comercio entre los Estados miembros de esa unión o acuerdo.

4. Un Estado Parte en la presente Convención que es también parte en otro tratado, convención o acuerdo internacional en vigor cuando entre en vigor la presente Convención y en virtud de cuyas disposiciones se protege a las especies marinas incluidas en el Apéndice II, quedará eximida de las obligaciones que le imponen las disposiciones de la presente Convención respecto de los especímenes de especies incluidas en el Apéndice II capturados tanto por buques matriculados en ese Estado como de conformidad con las disposiciones de esos tratados, convenciones o acuerdos internacionales.

5. Sin perjuicio de las disposiciones de los artículos III, IV y V, para la exportación de un espécimen capturado de conformidad con el párrafo 4 del presente artículo, únicamente se requerirá un certificado de una Autoridad Administrativa del Estado de introducción que señalare que el espécimen ha sido capturado conforme a las disposiciones de los tratados, convenciones o acuerdos internacionales pertinentes.

6. Nada de lo dispuesto en la presente Convención prejuzgará la codificación y el desarrollo progresivo del derecho del mar por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, convocada conforme a la resolución 2750 C (XXV) de la Asamblea General de las Naciones Unidas, ni las reivindicaciones y tesis jurídicas presentes o futuras de cualquier Estado en lo que respecta al derecho del mar y a la naturaleza y al alcance de la jurisdicción de los Estados ribereños y de los Estados de pabellón.

ARTICULO XV

Enmiendas a los Apéndices I y II

1. En reuniones de la Conferencia de las Partes, se aplicarán las siguientes disposiciones en relación con la adopción de las enmiendas a los Apéndices I y II:

a) Cualquier Parte podrá proponer enmiendas a los Apéndices I o II para consideración en la siguiente reunión. El texto de la enmienda propuesta será comunicado a la Secretaría con una antelación no menor de 150 días a la fecha de la reunión. La Secretaría consultará con las demás Partes y las entidades interesadas de conformidad con lo dispuesto en los subpárrafos (b) y (c) del párrafo 2 del presente artículo y comunicará las respuestas a todas las Partes a más tardar 30 días antes de la reunión.

b) Las enmiendas serán adoptadas por una mayoría de dos tercios de las Partes presentes y votantes. A estos fines, "Partes presentes y votantes" significa Partes presentes que emiten un voto afirmativo o negativo. Las

BCN Legislación chilena

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

Partes que se abstienen de votar no serán contadas entre los dos tercios requeridos para adoptar la enmienda.

c) Las enmiendas adoptadas en una reunión entrarán en vigor para todas las Partes 90 días después de la reunión, con la excepción de las Partes que formulen reservas de conformidad con el párrafo 3 del presente artículo.

2. En relación con las enmiendas a los Apéndices I y II presentadas entre reuniones de la Conferencia de las Partes, se aplicarán las siguientes disposiciones:

a) Cualquier Parte podrá proponer enmiendas a los Apéndices I o II para que sean examinadas entre reuniones de la Conferencia, mediante el procedimiento por correspondencia enunciado en el presente párrafo.

b) En lo que se refiere a las especies marinas, la Secretaría, al recibir el texto de la enmienda propuesta, lo comunicará inmediatamente a todas las Partes. Consultará, además, con las entidades intergubernamentales que tuvieren una función en relación con dichas especies, especialmente con el fin de obtener cualquier información científica que éstas puedan suministrar y asegurar la coordinación de las medidas de conservación aplicadas por dichas entidades. La Secretaría transmitirá a todas las Partes, a la brevedad posible, las opiniones expresadas y los datos suministrados por dichas entidades, junto con sus propias comprobaciones y recomendaciones.

c) En lo que se refiere a especies que no fueran marinas, la Secretaría, al recibir el texto de la enmienda propuesta, lo comunicará inmediatamente a todas las Partes y, posteriormente, a la brevedad posible, comunicará a todas las Partes sus propias recomendaciones al respecto.

d) Cualquier Parte, dentro de los 60 días después de la fecha en que la Secretaría haya comunicado sus recomendaciones a las Partes de conformidad con los subpárrafos (b) o (c) del presente párrafo, podrá transmitir a la Secretaría sus comentarios sobre la enmienda propuesta, junto con todos los datos científicos e información pertinentes.

e) La Secretaría transmitirá a todas las Partes, tan pronto como le fuera posible, todas las respuestas recibidas, junto con sus propias recomendaciones.

f) Si la Secretaría no recibiera objeción alguna a la enmienda propuesta dentro de los 30 días a partir de la fecha en que comunicó las respuestas recibidas conforme a lo dispuesto en el subpárrafo (e) del presente párrafo, la enmienda entrará en vigor 90 días después para todas las Partes, con excepción de las que hubieren formulado reservas conforme al párrafo 3 del presente artículo.

g) Si la Secretaría recibiera una objeción de cualquier Parte, la enmienda propuesta será puesta a votación por correspondencia conforme a lo dispuesto en los subpárrafos (h), (i) y (j) del presente párrafo.

h) La Secretaría notificará a todas las Partes que se ha recibido una notificación de objeción.

i) Salvo que la Secretaría reciba los votos a favor, en contra o en abstención de por lo menos la mitad de las Partes dentro de los 60 días a partir de la fecha de notificación conforme al subpárrafo (h) del presente párrafo, la enmienda propuesta será transmitida a la siguiente reunión de la Conferencia de las Partes.

j) Siempre que se reciban los votos de la mitad de las Partes, la enmienda propuesta será adoptada por una mayoría de dos tercios de los Estados que voten a favor o en contra.

k) La Secretaría notificará a todas las Partes el resultado de la votación.

1) Si se adoptara la enmienda propuesta, ésta entrará en vigor para todas las Partes 90 días después

BCN Legislación chilena

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

de la fecha en que la Secretaría notifique su adopción, salvo para las Partes que formulan reservas conforme a lo dispuesto en el párrafo 3 del presente artículo.

3. Dentro del plazo de 90 días previsto en el subpárrafo (c) del párrafo 1 o subpárrafo (1) del párrafo 2 de este artículo, cualquier Parte podrá formular una reserva a esa enmienda mediante notificación por escrito al Gobierno Depositario. Hasta que retire su reserva, la Parte será considerada como Estado no Parte en la presente Convención respecto del comercio en la especie respectiva.

ARTICULO XVI

Apéndice III y sus Enmiendas

1. Cualquier Parte podrá, en cualquier momento, enviar a la Secretaría una lista de especies que manifieste se hallan sometidas a reglamentación dentro de su jurisdicción para el fin mencionado en el párrafo 3 del artículo II.

En el Apéndice III se incluirán los nombres de las Partes que las presentaron para inclusión, los nombres científicos de cada especie así presentada y cualquier parte o derivado de los animales o plantas respectivos que se especifiquen respecto de esa especie a los fines del subpárrafo (b) del artículo I.

2. La Secretaría comunicará a las Partes, tan pronto como le fuere posible después de su recepción, las listas que se presenten conforme a lo dispuesto en el párrafo I del presente artículo. La lista entrará en vigor como parte del Apéndice III 90 días después de la fecha de dicha comunicación. En cualquier oportunidad después de la recepción de la comunicación de esta lista, cualquier Parte podrá, mediante notificación por escrito al Gobierno Depositario, formular una reserva respecto de cualquier especie o parte o derivado de la misma. Hasta que retire esa reserva, el Estado respectivo será considerado como Estado no Parte en la presente Convención respecto del comercio en la especie, parte o derivado de que se trata.

3. Cualquier Parte que envíe una lista de especies para inclusión en el Apéndice III, podrá retirar cualquier especie de dicha lista en cualquier momento, mediante notificación a la Secretaría, la cual comunicará dicho retiro a todas las Partes. El retiro entrará en vigor 30 días después de la fecha de dicha notificación.

4. Cualquier Parte que presente una lista conforme a las disposiciones del párrafo I del presente artículo, remitirá a la Secretaría copias de todas las leyes y reglamentos internos aplicables a la protección de dicha especie, junto con las interpretaciones que la Parte considere apropiadas o que la Secretaría pueda solicitarle. La Parte, durante el período en que la especie en cuestión se encuentre incluida en el Apéndice III, comunicará toda enmienda a dichas leyes y reglamentos, así como cualquier nueva interpretación, conforme sean adoptadas.

ARTICULO XVII

Enmiendas a la Convención

1. La Secretaría, a petición por escrito de por lo menos un tercio de las Partes, convocará una reunión extraordinaria de la Conferencia de las Partes para considerar y adoptar enmiendas a la presente Convención. Las enmiendas serán adoptadas por una mayoría de dos

BCN Legislación chilena

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

tercios de las Partes presentes y votantes. A estos fines, "Partes presentes y votantes" significa Partes presentes que emiten un voto afirmativo 0 negativo. Las Partes que se abstienen de votar no serán contadas entre los dos tercios requeridos para adoptar la enmienda.

2. La Secretaría transmitirá a todas las Partes los textos de propuestas de enmiendas por lo menos 90 días antes de su consideración por la Conferencia.

3. Toda enmienda entrará en vigor para las Partes que la acepten 60 días después de que dos tercios de las Partes depositen con el Gobierno Depositario sus instrumentos de aceptación de la enmienda. A partir de esa fecha, la enmienda entrará en vigor para cualquier otra Parte 60 días después de que dicha Parte deposite su instrumento de aceptación de la misma.

ARTICULO XVIII

Arreglo de Controversias

1. Cualquier controversia que pudiera surgir entre dos o más Partes con respecto a la interpretación o aplicación de las disposiciones de la presente Convención, será sujeta a negociación entre las Partes en la controversia.

2. Si la controversia no pudiere resolverse de acuerdo con el párrafo 1 del presente artículo, las Partes podrán, por consentimiento mutuo, someter la controversia a arbitraje, en especial a la Corte Permanente de Arbitraje de La Haya, y las Partes que así sometan la controversia se obligarán por la decisión arbitral.

ARTICULO XIX

Firma

La presente Convención estará abierta a la firma en Washington, hasta el 30 de abril de 1973, y a partir de esa fecha, en Berna, hasta el 31 de diciembre de 1974.

ARTICULO XX

Ratificación, Aceptación y Aprobación

La presente Convención estará sujeta a ratificación, aceptación o aprobación. Los instrumentos de ratificación, aceptación o aprobación serán depositados en poder del Gobierno de la Confederación Suiza, el cual será el Gobierno Depositario.

ARTICULO XXI

Adhesión

La presente Convención estará abierta indefinidamente a la adhesión. Los instrumentos de adhesión serán depositados en poder del Gobierno Depositario.

ARTICULO XXII

Entrada en Vigor

1. La presente Convención entrará en vigor 90 días después de la fecha en que se haya depositado con el Gobierno Depositario el décimo instrumento de

BCN Legislación chilena

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

ratificación, aceptación, aprobación o adhesión.

2. Para cada Estado que ratifique, acepte o apruebe la presente Convención, o se adhiera a la misma, después del depósito del décimo instrumento de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión, la Convención entrará en vigor 90 días después de que dicho Estado haya depositado su instrumento de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión.

ARTICULO XXIII

Reservas

1. La presente Convención no estará sujeta a reservas generales. Unicamente se podrán formular reservas específicas de conformidad con lo dispuesto en el presente artículo y en los artículos XV y XVI.

2. Cualquier Estado, al depositar su instrumento de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión, podrá formular una reserva específica con relación a:

a) Cualquier especie incluida en los Apéndices I, II y III, o

b) Cualquier parte o derivado especificado en relación con una especie incluida en el Apéndice III.

3. Hasta que una Parte en la presente Convención retire la reserva formulada de conformidad con las disposiciones del presente artículo, ese Estado será considerado como Estado no Parte en la presente Convención, respecto del comercio en la especie, parte o derivado especificado en dicha reserva.

ARTICULO XXIV

Denuncia

Cualquier Parte podrá denunciar la presente Convención mediante notificación por escrito al Gobierno Depositario en cualquier momento. La denuncia surtirá efecto doce meses después de que el Gobierno Depositario haya recibido la notificación.

ARTICULO XXV

Depositario

1. El original de la presente Convención, cuyos textos en chino, español, francés, inglés y ruso son igualmente auténticos, será depositado en poder del Gobierno Depositario, el cual enviará copias certificadas a todos los Estados que la hayan firmado o depositado instrumentos de adhesión a ella.

2. El Gobierno Depositario informará a todos los Estados signatarios y adherentes, así como a la Secretaría, respecto de las firmas, los depósitos de instrumentos de ratificación, aceptación, aprobación, adhesión, la entrada en vigor de la presente Convención, enmiendas formulaciones y retiros de reservas y notificaciones de denuncias.

3. Cuando la presente Convención entre en vigor, el Gobierno Depositario transmitirá una copia certificada a la Secretaría de las Naciones Unidas para su registro y publicación de conformidad con el artículo 102 de la Carta de las Naciones Unidas.

EN TESTIMONIO DE LO CUAL, los Plenipotenciarios infrascritos, debidamente autorizados a ello, han firmado la presente Convención.

Hecho en Washington, el día tres de marzo de mil

BCN Legislación chilena
Folio010528
Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

novecientos setenta y tres.

APENDICE I

Interpretación:

1. En el presente Apéndice se hace referencia a las especies:

a) conforme al nombre de las especies, o
b) como si estuviesen todas las especies incluidas en un taxon superior o en una parte de él que hubiese sido designada.

2. La abreviatura "spp" se utiliza para denotar todas las especies de un taxon superior.
3. Otras referencias a los taxa superiores a las especies tienen el fin único de servir de información o clasificación.
4. Un asterisco (*) colocado junto al nombre de una especie o de un taxon superior indica que una o más de las poblaciones geográficamente separadas, subespecies o especies de dicho taxon se encuentran incluidas en el Apéndice II y que esas poblaciones, subespecies o especies están excluidas del Apéndice I.
5. El símbolo (-) seguido de un número colocado junto al nombre de una especie o de un taxon superior indica la exclusión de la especie o del taxon superior de designadas poblaciones geográficamente separadas, subespecies, o especies, como sigue:

-101 Lemur catta
-102 Población australiana.

6. El símbolo (+) seguido de un número colocado junto al nombre de una especie denota que solamente una designada población geográficamente separada o subespecie de esa especie se incluye en este apéndice, como sigue:

+ 201 Unicamente población italiana.

7. El símbolo (+) colocado junto al nombre de una especie o de un taxon superior indica que las especies correspondientes están protegidas de conformidad con el programa de 1972 de la Comisión Internacional de la Ballena.

FAUNA

MAMMALIA

MARSUPIALIA

Macropodidae

Macropus parma
Onychogalea frenata
O. lunata
Lagorchestes hirsutus
Lagostrophus fasciatus
Caloprymnus campestris
Bettongia penicillata
B. lesueur
B. tropica

Phalangeridae

Wyulda squamicaudata
Burramyidae

BCN Legislación chilena

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

Burramys parvus

Vombatidae

Lasiorhinus gillespiei

Peramelidae

perameles bougainville
Chaeropus ecaudatus
Macrotis Lagotis
M. leucura

Dasyuridae

Planigale tenuirostris
P. subtilissima
Sminthopsis psammophila
S. longicaudata
Antechinomys laniger

Myrmecobius fasciatus rufu

Thylacinidae

Thylacinus eynocephalus

PRIMATES

Lemuridae

Lemur spp. * -101
Lepilemur spp.
Hapalemur spp.
Allocebus spp.
Cheirogaleus spp.
Microcebus spp.
Phaner spp.

Indriidae

Indri spp.
Propithecus spp.
Avahi spp.

Daubentoniidae:

Daubentonia madagascariensis.

Callithricidae:

Leontopithecus (Leontideus) spp.
Callimico goeldii.

Cebidae:

Saimiri oerstedii.
Chiropotes albinasus.
Cacajao spp.
Alouatta palliata (villosa)
Ateles geoffroyi frontatus.
A. g. panamensis.
Brachyteles arachnoides

Cercopithecidae:

Cercocebus galeritus galeritus.
Macaca silenus.
Colobus badius rufomitratus.
C. b. kirkii.
Presbytis geei.

BCN Legislación chilena

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

P. pileatus.
P. entellus.
Nasalis larvatus.
Simias concolor.
Pygathrix nemaeus.

Hylobatidae:

Hylobates spp.
Symphalangus syndactylus.

Pongidae:

Pongo pygmaeus pygamaeus.
P. p. abelii.
Gorilla gorilla.

EDENTATA

Dasypodidae:

Priodontes giganteur (=maximus).

PHOLIDOTA

Manidae:

Manis temmincki.

LAGOMORTHA

Peporidae:

Romerolagus diazi.
Caprolagus hispidus.

RODENTIA

Sciuridae:

Cynomys mexicanus.

Castoridae:

Castor fiber birulala.
Castor canadensis mexicanus.

Muridae:

Zyzomys pedunculatus.
Leporillus conditor.
Psedomys novaehollandiae.
P. praeconis.
P. shortridgel.
P. Fumeus.
P. occidentalis.
P. fieldi.
Notomys aquilo.
Xeromys myoides.

Chinchillidae:

Chinchilla brevicaudata boliviana.

CETACEA

Platanistidae:

Platanista gangetica.

Eschrichtidae:

BCN Legislación chilena
Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

Eschrichtius robustus (glaucus) -/-

Balaenopteridae:

Balaenoptera musculus -/-
Megaptera novacangliae -/-

Balaenidae:

Balaena mysticetus -/-
Eubalaena spp. -/-

CARNIVORA

Canidae:

Canis lupus monstrabilis.
Vulpes velox hebes.

Viveridae:

Prionodon pardicolor.

Ursidae:

Ursus americanus emmonsil.
U. arctos pruinosus.
U. arctos * +201
U. a. nelsoni.

Mustelidae:

Mustela nigripes.
Lutra longicaudis (platensis/annectens).
L. felina.
L. provocax.
Pteronura brasiliensis.
Aonyx microdon.
Enhydra lutris nereis.

Hyaenidae:

Hyaena brunnea.

Felidae:

Felis planiceps.
F. nigripes.
F. concolor coryi.
F. c. costaricensis.
F. c. cougar.
F. temmincki.
Felis bengalensis bengalensis
F. yagouaroundi cacomitli
F. y. fossata
F. y. panamensis
F. y. tolteca
F. pardalis mearnsi
F. p. mitis
F. wiedii nicaraguae
F. w. salvinia
F. tigrina oncilla
F. marmorata
F. jacobita
F. (Lynx) rufa escuinapae
Neofelis nebulosa
Panthera tigris *
P. pardus
P. uncia
P. onca
Acinonyx jubatus

BCN Legislación chilena

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

PINNIPEDIA

Phocidae:

Monachus spp.
Mirounga angustirostris.

Elephantidae:

Elephas maximus.

SIRENIA

Dugongidae:

Dugong dugon * -102

Trichechidae:

Trichechus manatus.
T. inunguis.

PERISSODACTYLA

Equidae:

Equus przewalskii.
E. hemionus hemionus.
E. h. khur.
E. zebra zebra.

Tapiridae:

Tapirus pinchaque.
T. bairdii.
T. indicus.

Rhinocerotidae:

Rhinoceros unicornis.
R. sondaicus.
Didermocerus sumatrensis.
Ceratotherium simum cottoni.

ARTIODACTYLA

Suidae:

Sus salvanius.
Babyrousa babyrussa.

Camelidae:

Vicugna vicugna.
Camelus bactrianus.

Cervidae:

Moschus moschiferus moschiferus.
Axis (Hyelaphus) porcinus anuamiticus
A. (Hyelaphus) calamianensis.
A. (Hyelaphus) kuhiii.
Cervus duvaucell.
C. eldi.
C. elaphus hanglu.
Hippocamelus bisulcus.
H. antisensis.
Blastoceros dichotomus.
Ozoteceros bezoarticus.
Pudu pudu.
Antilocapridae:

BCN Legislación chilena
Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

Antilocapra americana sonoriensis.
A. a. peninsularis.

Bovidae:

Bubalus (Anoa) mindorensis.
B. (Anoa) depressicornis.
B. (Anoa) quarlesi.
Bos gaurus.
B. (grunniens) mutus.
Novibos (Bos) sauveli.
Bison bison athabascae.
Kobus leche.
Hippotragus niger variani.
Oryx leucoryx.
Damaliscus dorcas dorcas.
Saiga tatarica mangolica.
Nemorhaedus goral.
Capricornis sumatraensis.
Rupicapra rupicapra ornata.
Capra falconeri jerdoni.
C. f. megaceros.
C. f. chiltanensis.
Ovis orientalis ophion.
O. ammon hodgsoni.
O. vignei.

AVES

TINAMIFORMES

Tinamidae:

Tinamus solitarius.

PODICIPEDIFORMES

Podicipedidae:

Podilymbus gigas.

PROCELARIIFORMES

Diomedeidae:

Diomedea albatrus.

PELECANIFORMES

Sulidae:

Sula abbotti.

Fregatidae:

Fregata andrewsi.

CICONIIFORMES

Ciconiidae:

Ciconia ciconia boyciana.

Threskiornithidae:

Nipponia nippon.

ANSERIFORMES

Anatidae:
Anas aucklandica nesiotts.

BCN Legislación chilena

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

Anas oustaleti.
Anas laysanensis.
Anas diazi.
Cairina seutulata.
Rhodonessa caryophyllacea.
Branta canadensis leucopareia.
Branta sandvicensis.

FALCONIFORMES

Cathartidae:

Vultur gryphus.
Gymnogyps californianus.

Accipitridae:

Pithecophaga jeffersl.
Harpia harpyja.
Haliaetus I. leucocephalus.
Haliaetus heliaca adalberti.
Haliaetus albicilla groenlandicus.

Falconidae:

Falco peregrinus anatum.
Falco peregrinus tundrius.
Falco peregrinus peregrinus.
Falco peregrinus babylonicus.

GALLIFORMES

Megapodiidae:

Macrocephalon malco.

Cracidae:

Crax blumenbachii.
Pipile p. pipile.
Pipile jacutinga.
Mitu mitu mitu.
Oreophasis derblanus.

Tetraonidae:

Tympanuchus cupido attwateri.

Phasianidae:

Colinus virginianus ridwfayi.
Tragopan blythii.
Tragopan caboti.
Tragopan melanocephalus.
Lophophorus sclateri.
Lophophorus lhuysii.
Lophophorus impejanus.
Crossoptilon mantchuricum.
Crossoptilon crossoptilon.
Lophura swinholi.
Lophura imperialisi.
Lophura edwarsil.
Syrmaticus ellioti.
Syrmaticus humiae.
Syrmaticus mikado
Polyplectron emphanum.
Tetraogalius tibetanus.
Tetraogallus caspius.
Cyrtonyx montexumae merriami.

GRUIFORMES

BCN Legislación chilena

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

Gruidae:

Grus japonensis.
Grus leucogeranus.
Grus americana.
Grus canadensis pulla.
Grus canadensis nesiotes.
Grus nigricollis.
Grus viplo.
Grus monacha.

Rallidae:

Tricholimnas sylvestris.

Rhynochetidae:

Rhynochetos jubatus.

Otididae:

Eupodotis bengalensis.

CHARADRIIFORMES

Scolopacidae:

Numenius borcalis.
Tringa guttifer.

Laridae:

Larus relictus.

COLUMBIFORMES

Columbidae:

Ducula mindorensis.

PSITTACIFORMES

Psittacidae:

Strigops habroptilus.
Rhynchopsitta pachyrhyncha.
Amazona leucocephala.
Amazona vittata.
Amazona guildingil.
Amazona versicolor.
Amazona imperialis.
Amazona rhodocorytha.
Amazona petrei petrei.
Amazona vinacea.
Pyrrhura cruentata.
Anodorhynchus glaucus.
Anodorhynchus leari.
Cyanopsitta spixii.
Pionopsitta pileata.
Aratinga guaruba.
Psittacula krameri echo.
Psephotus pulcherrimus.
Psephotus chrysopterygius.
Neophema chrysogaster.
Neophema splendida.
Cyanoramphus novaezelandiae.
Cyanoramphus auriceps forbesi.
Geopsittacus occidentalis.
Psittacus erithacus princeps.

APODIFORMES

BCN Legislación chilena

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

Trochilidae:

Ramphodon dohrnil.

TROGONIFORMES

Trogonidae:

Pharomachurs mocinno mocinno.
Pharomachrus mocinno costaricensis.

STRIGIFORMES

Strigidae:

Otus gurneyi.

CORACIIFORMES

Bucerotidae:

Rhinoplax vigil.

PICIFORMES

Picidae:

Dryocopus javensis richardsli.
Campephilus imperialis.

PASSERIFORMES

Cotingidae:

Cotinga maculata.
Xipholena atro-purpurea.

Pittidae:

Pitta kochl.

Atrichornithidae:

Atrichornis clamosa.

Muscicapidae:

Picathartes gymnocephalus.
Picathartes oreas.
Psophodes nigrogularis.
Amytornis goyderi.
Dasyornis brachypterus longirostris.
Dasyornis broadbenti littoralis.

Sturnidae:

Leucopsar rothschildl.

Meliphagidae:

Meliphaga cassidix.

Zosteropidae:

Zosterops albogularis.

Fringillidae:

Spinus cucullatus.

AMPHIBIA

BCN Legislación chilena

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

URODELA

Cryptobranchidae:

Andrias (=Megalobatrachus) davidianus japonicus.
Andrias (=Megalobatrachus) davidianus davidianus.

SALIENTIA

Bufonidae:

Bufo superciliaris.
Bufo periglenes.
Neetophrynoides spp.

Atelopodidae:

Atelopus varius zetcki.

REPTILIA

CROCODYLIA

Alligatoridae:

Alligator mississippiensis.
Alligator sinensis.
Melanosuchus niger.
Caiman crocodilus apaporiensis.
Caiman latirostris.

Crocodylidae:

Tomistoma schlegelii.
Osteolaemus tetraspis taraspis.
Osteolaemus tetraspis osborni.
Crocodylus cataphractus
Crododylus siamensis.
Crocodylus palustris palustris.
Crocodylus palustris kimbula.
Crocodylus novaeguineae mindorensis.
Crocodylus intermedius.
Crododylus rhombifer.
Crocodylus moreletii.
Crocodylus niloticus.

Gavialidae:

Gavialis gangeticus.

TESTUDINATA

Emydidae:

Batagur baska.
Geoclemmys (=Damonia) hamiltonii.
Geoemyda (=Nicoria) tricarrinata.
Kachuga tecta tecta.
Morenia oceilata.
Terrapene coahuila.

Testudinidae:

Geochelone (=testudo) elephantopus.
Geochelone (=testudo) geometrica.
Geochelone (=testudo) radiata.
Geochelone (=testudo) yniphora.

Cheloniidae:

BCN Legislación chilena
Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

Fretmochelys imbricata imbricata.
Lepidochelys kempil.

Trionychidae:

Lissemys functata punciata.
Trionyx ater.
Trionyx nigricans.
Trionyx gangeticus.
Trionyx hurum.

Chelidae:

Pseudemydura umbrina.

LACERTILIA

Varanidae:

Varanus komodoensis.
Varanus flavescens.
Varanus bengalensis.
Varanus griseus.

SERPENTES

Boidae:

Epicrates inornatus inornatus.
Epicrates subflavus.
Python molurus molurus

RHYNCHOCEPHALIA

Sphenodontidae:

Sphenodon punctatus.

PISCES

ACIPENSERIFORMES

Acipenseridae:

Acipenser brevirostrum.
Acipenser oxyrhynchus

OSTEOGLOSSIFORMES

Osteoglossidae:

Scleropages formosus.

SALMONIFORMES

Salmonidae:

Coregonus alpenae.

CYPRINIFORMES

Catostomidae:

Chasmistes cujus.

Cyprinidae:

Probarbus jullieni.

SILURIFORMES
Schilbeidae:

BCN Legislación chilena

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

Pangasianodon gigas.

PERCIFORMES

Percidae:

Stizostedion vitreum glaucum.

MOLLUSCA

NAIADOIDA

Unionidae:

Conradilla caelata.
Dromus dromas.
Epioblasma (=Dysnomia) florentina curtisi.
Epioblasma (=Dysnomia) florentina florentina.
Epioblasma (=Dysnomia) sampsoni.
Epioblasma (=Dysnomia) - sulcata perobliqua.
Epioblasma (=Dysnomia) torulosa gubernaculum.
Epioblasma (=Dysnomia) torulosa torulosa.
Epioblasma (=Dysnomia) turgidula.
Epioblasma (=Dysnomia) walkeri.
Fusconaia cuneolus.
Fusconaia edgariana.
Lampsilis higginsi.
Lampsilis orbiculata orbiculata.
Lampsilis satura.
Lampsilis virescens.
Plethobasis cicatricosus.
Plethobasis cooperianus.
Pleurobema plenum.
Potamilus (=Proptera) capax.
Quadrula intermedia.
Quadrula sparsa.
Toxolasma (=carunculina) cylindrella.
Unio (Megalonaias /?/) nickliniana.
Unio (Lampsilis /?/) tampicoensis tecomatensis.
Villosa (=Micromya) trabalis.

FLORA

ARACEAE

Alocasia sanderiana.
Alocasia zebrina.

CARYOCARACEAE

Caryocar costaricense.

CARYOPHYLLACEAE

Gymnocarpos przewalskii.
Melandrium mongolicum.
Silene mongolica.
Stellaria pulvinata.

CUPRESSACEAE

Pilgerodendron uviferum.

CYCADACEAE

Encephalartos spp.
Microcycas calocoma.
Stangeria eriopus.

GENTIANACEAE
Prepusa hookeriana.

BCN Legislación chilena

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

HUMIRIACEAE

Vantanea barbourii.

JUGLANDACEAE

Engelhardtia pterocarpa.

LEGUMINOSAE

Ammopiptanthus mongolicum.
Cynometra hemitomophylla.
Platymiscium pleiostachyum.

LILIACEAE

Aloe albida.
Aloe pillansii.
Aloe polyphylia.
Aloe thorneroftii.
Aloe vossii.

MELASTOMATACEAE

Lavoisiera itambana.

MELIACEAE

Guarea longipeticla.
Tachigalia versicolor.

MORACEAE

Batocarpus costaricense.

ORCHIDACEAE

Cattleya jongheana.
Cattleya skinneri.
Cattleya trianae.
Didiciea cunninghaniii.
Laelia lobata.
Lycaste virginalis var. alba
Peristeria elata.

PINACEAE

Abies guntamalensis.
Abies nebrodensis.

PODOCARPACEAE

Podocarpus costalis.
Podocarpus parlatorei.

PROTEACEAE

Orothamnus zeyheri.
Protea odorata.

RUBIACEAE

Balmea stormae.

SAXIFRAGACEAE (GROSSULARIACEAE)

Ribes sardoum.

TAXACEAE

Fitzroya cupressoides.

BCN Legislación chilena

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

ULMACEAE

Celtis aetnensis.

WELWITSCHIACEAE

Welwitschia bainesii.

ZINGIBERACEAE

Hedychium philippinense.

APENDICE II

Interpretación

1. En el presente Apéndice se hace referencia a las especies:

a) conforme al nombre de las especies; o
b) como si estuviesen todas las especies incluidas en un taxon superior o en una parte de él que hubiese sido designada.

2. La abreviatura "spp" se utiliza para denotar todas las especies de un taxon superior.

3. Otras referencias a los taxa superiores a las especies tienen el fin único de servir de información o clasificación.

4. Un asterisco (*) colocado junto al nombre de una especie o de un taxon superior indica que una o más de las poblaciones geográficamente separadas, subespecies o especies de dicho taxon se encuentran incluidas en el Apéndice I y que esas poblaciones, subespecies o especies están excluidas del Apéndice II.

5. El símbolo (() seguido de un número colocado junto al nombre de una especie o de un taxon superior indica las partes o derivados que se encuentran especificados donde corresponda para los fines de la presente Convención como sigue:

(1 designa la raíz
(2 designa la madera
(3 designa los troncos

6. El símbolo (-) seguido de un número colocado junto al nombre de una especie o de un taxon superior indica la exclusión, de tal especie o taxon superior, de las designadas poblaciones geográficamente separadas, las subespecies, especies o grupos de especies, como sigue:

- 101 Especies que no son suculentas.

7. El símbolo (+) seguido de un número colocado junto al nombre de una especie o de un taxon superior denota que solamente una designada población geográficamente separada o subespecies o especies de esa especie o taxon superior se incluyen en el presente Apéndice, como sigue:

+ 201 Todas las subespecies de América del Norte
+ 202 Especies de Nueva Zelandia
+ 203 Todas las especies de la familia en las Américas
+ 204 Población australiana.

FAUNA

MAMMALIA
MARSUPIALIA

BCN Legislación chilena

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

Macropodidae:

Dendrolagus inustus.
Dendrolagus ursinus.

INSECTIVORA

Erinaceidae:

Erinaccus frontalis

PRIMATES

Lemuridae:

Lemur catta*.

Lorisidae:

Nycticebus coucang.
Loris tardigradus.

Cebidae:

Cebus capucinus.

Cercopithecidae:

Macaca sylvanus.
Colobus badius gordonorum.
Colobus verus.
Rhinopithecus roxellanae.
Presbytis johnii.

Pongidae:

Pan paniscus.
Pan troglodytes.

EDENTATA

Myrmecophagidae:

Myrmecophaga tridactyia.
Tamandua tetradactyla chapadensis.

Braypodidae:

Bradypus boliviensis.

PHOLIDOTA

Manidae:

Manis crassicaudata.
Manis pentadactyla.
Manis javanica.

LAGOMORPHA

Leporidae:

Nesolagus netscheri.

RODENTIA

Heteromyidae:

Dipodomys phillipsii phillipsii.

Feiuridae

BCN Legislación chilena
Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

Ratufa spp.
Lariscus, hosel.

Castoridae:

Castor canadensis frondator.
Castor canadensis repentinus.

Cricetidae:

Ondatra zibethicus bernardi.

CARNIVORA

Canidae:

Canis lupus pallipes.
Canis lupus irremotus.
Canis lupus crassodon.
Chrysocyon brachyurus.
Cuon alpinus.

Ursidae:

Ursus (Thalarctos) maritimus.
Ursus arctos* + 201.
Helarctos malayanus.

Procyonidae:

Ailurus fulgens.

Mustelidae:

Martes americana atrata.

Viveridae:

Prionodon linsang.
Cynogale bennetti.
Helogale derbianus.

Felidae:

Felis yagouaroundi*.
Felis colocolo pajeros.
Felis colocolo crespoi.
Felis colocolo budini.
Felis concolor missoulensis.
Felis concolor mayensis.
Felis concolor azteca.
Felis serval.
Felis lynx isabellina.
Felis wiedii*.
Felis pardalis*.
Felis tigrina*.
Felis (=Caracal) caracal
Panthera leo persica.
Panthera tigris altaica (=amurensis).

PINNIPEDIA

Otariidae:

Arctocephalus australis.
Arctocephalus galapagoensis.
Arctocephalus philippii.
Arctocephalus townsendi.

Phocidae:
Mirounga australis.

BCN Legislación chilena
Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

Mirounga leonina.

TUBULIDENTATA

Orycteropidae:

Orycteropus afer.

SIRENIA

Dugongidae:

Dugong dugon * + 204.

Trichechidae:

Trichechus senegalensis.

PERISSODACTYLA

Equidae:

Equus hemionus*.

Tapiridae:

tapirus terrestris.

Rhinocerotidae:

Diceros bicornis.

ARTIODACTYLA

Hippopotamidae:

Choeropsis liberiensis.

Cervidae:

Cervus elaphus bactrianus.
Pudu mephistophiles.

Antilocapridae:

Antilocapra americana mexicana.

Bovidae:

Cephaluphus manticola.
Oryx (tao) dammah.
Addax nasomaculatus.
Panthlops hodgsoni.
Capra falconeri *.
Ovis ammon *
Ovis canadensis.

AVES

SPHENISCIFORMES

Spheniscidae:

Spheniscus demersus.

RHEIFORMES

Rheidae:

Rhea americana albescens.
Pterocnemia pennata pennata.

BCN Legislación chilena

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

Pterocnemia pennata garleppi.

TINAMIFORMES

Tinamidae:

Rhynchotus refescens rufescens.
Rhynchotus refescens pallescens.
Rhynchotus rufescens maculicollis.

CICONIIFORMES

Ciconiidae:

Ciconia nigra.

Threskiornithidae:

Geronticus calvus.
Platalea leucorodia.

Phoenicopteridae:

Phoenicopterus ruber chilensis.
Phoenicoparrus andinus.
Phoenicoparrus jamesi.

PELECANIFORMES

Pelecanidae:

Pelecanus crispus.

ANSERIFORMES

Anatidae:

Anas aucklandica auclandica.
Anas aucklandica chlorotis.
Anas bernierl.
Dendrocygana arborea.
Sarkidiornis melanotos.
Anser albifrons gambelli.
Cygnus bewickii jankowskii.
Cygnus melancoryphus.
Coscoroba coscoroba.
Branta ruficollis.

FALCONIFORMES

Accipitridae:

Gypaetus barbatus meridionalis.
Aquila chrysactos.

Falconidae:

Spp. *

GALLIFORMES

Megapodiidae:

Megapodius freycinet nicobariensis.
Megapodius freyoinet abbotti.

Tetraonidae:

Tympanuchus cupido pinnatus.

Phasianidae:

BCN Legislación chilena

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

Francolinus ochropectus.
Francolinus swierstrai.
Catreus wallichii.
Polyplectron malacense.
Polyplectron germaini.
Polyplectron bicalcaratum.
Gallus sonneratii.
Argusianus argus.
Ithaginus cruentus.
Cyrtonyx montezumae montezumae.
Cyrtonyx montezumae mearnsi.

GRUIFORMES

Gruidae:

Balcarica regulorum.
Grus canadensis pratensis.

Rallidae:

Gallirallus australis hectori.

Otididae:

Chlamydotis undulata.
Choriotis nigriceps.
Otis tarda.

CHARADRIIFORMES

Scolopacidae:

Numenius tenuirostris.
Numenius minutus.

Laridae:

Larus brunneicephalus.

COLUMBIFORNES

Columbidae:

Gallicolumba luzonica.
Goura cristata.
Goura scheepmakeri.
Goura victoria.
Caloenas nicobarica pelewensis.

PSITTACIFORMES

Psittacidae:

Coracopsis nigra barkiyi.
Prosopcia personata.
Eunymphicus cornutus.
Cyanoramphus unicolor.
Cyanoramphus novaezelandiae.
Cyanoramphus malherbi.
Poicephalus robustus.
Tanygnathus luzoniensis.
Probosciger aterrimus.

CUCULIFORMES

Musophagidae:

Turaco corythaix.
Gallirex porphyreolophus.
STRIGIFORMES

BCN Legislación chilena

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

Strigidae:

Otus nudipes newtoni.

CORACIIFORMES

Bucerotidae:

Buceros rhinoceros rhinoceros.
Buceros bicornis.
Buceros hydrocorax hydrocorax.
Aceros narcondami.

PICIFORMES

Picidae:

Picus squamatus flavirostris.

PASSERIFORMES

Cotingidae:

Rupicola rupicola.
Rupicola peruviana.

Pittidae:

Pitta brachyura nympha.

Hirundinidae:

Pseudocheiidon sirintarae.

Paradisaeidae:

Spp.

Muscicapidae:

Muscicapa ruecki.

Fringillidae:

Spinus yarrellii.

AMPHIBIA

URODELA

Ambystomidae:

Ambystoma mexicanum.
Ambystoma dumerillii.
Ambystoma lermaensis.

SALIENTIA

Bufonidae:

Bufo retiformis.

REPTILIA

CROCODYLIA

Alligatoridae:

Caiman crocodilus crocodilus.
Caiman crocodilus yacare.
Caiman crocodilus fuscus (chiapasius)

BCN Legislación chilena

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

Paleosuchus palpebrosus.
Paleosuchus trigonatus.

Crocodylidae:

Crododylus johnsoni.
Crocodylus novaeguineae novaeguineae.
Crocodylus porosus.
Crocodylus acutus.

TESTUDINATA

Emydidae:

Clemmys muhienbergi.

Testudinidae:

Chersine spp.
Geochclone spp. *
Gopherus spp.
Homopus spp.
Kinixys spp.
Malacochersus spp.
Pyxis spp.
Testudo spp.*

Chelonidae:

Caretta caretta
Chelonia mydas
Chelonia depressa
Eretmochelys imbricata bissa
Lepidochelys olivacea

Dermochelidae:

Dermochelys coriacea

Pelomedusidae:

Podocnemis spp.

LACERTILLA

Teiidae

Cnemidophorus hyperythrus

Iguanidae

Conolophus pallidus
Cololophus subcristatus
Amblyrthynchus cristatus
Phrynosoma coronatum blainville

Helodermatidae:

Heloderma suspectum
Heloderma horridum

Varanidae

Varanus spp. *

SERPENTES

Boidae

Epicrates cenchris cenchris
Eunectes notaeus

BCN Legislación chilena
Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

Constrictor constrictor
Python spp. *

Colubridae

Cyclagras gigas
Pseudoboa cloelia
Elachistodon westermanni
Thamnophis elegans hammondi

PISCES

ACIPENSERIFORMES

Acipenseridae

Acipenser fulvescens
Acipenser sturio

OSTEOGLOSSIFORMES

Osteoglossidae

Arapaima gigas

SALMONIFORMES

Salmonidae

Stenodus leucichthys leucichthys
Salmo chrysogaster

CYPRINIFORMES

Cyprinidae

Plagopterus argentissimus
Ptychocheilus lucius

ATHERINIFORMES

Cyprinodontidae:

Cynolebias constanciae
Cynolebias marmoratus
Cynolebias minimus
Cynolebias opalescens
Cynolebias splendens

Poecilidae:

Xiprophorus couchianus

COELACANTHIFORMES

Coelacanthidae:

Latimeria chalumnae

CERATODIFORMES

Ceratodidae:

Neoceratodus forsteri

MOLLUSCA

NAIADOIDA

Unionidae:
Cyprogenia aberti

BCN Legislación chilena

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

Epioblasma (=Dyspomia) torulosa rangiana
Fusconaia subrotunda
Lampsilis brevicula
Lexingtonia dolabelloides
Pleorobema clava

STYLOMMATOPHORA

Camaenidae:

Papustyla (=Papuina) pulcherrima

Paraphantidae:

Paraphanta spp. + 202

PROSOBRANCHIA

Hydrobiidae:

Coahuilix hubbsi
Cochliopina milleri
Durangonella coahuilae
Mexipyrgus carranzae
Mexipyrgus churinceamus
Mexipyrgus escobedae
Mexipyrgus lugoi
Mexipyrgus mojarralis
Mexipyrgus multilineatus
Mexithauma quadripaludium
Nymphophilus minckleyi
Paludiscala caramba

INSECTA

LEPIDOPTERA

Papilionidae

Parnassius apollo apollo

FLORA

APOCYNACEAE

Pachypodium spp.

ARALIACEAE

Panax quinquefolium (1

ARAUCARIACEAE

Araucaria araucana (2

CACTACEAE

Cactaceae spp. + 203
Rhispsalis spp.

COMPOSITAE

Saussurea lappa (1

CYATHEACEAE

Cyathea (Hemitella) capensis (3
Cyathea dredgei (3
Cyathea mexicana (3
Cyathea (Alsophila) salvinii (3

BCN Legislación chilena
Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

DIOSCOREACEAE

Dioscorea deltoidea (1

EUPHORBIACEAE

Euphorbia spp. -101

FAGACEAE

Quercus copeyensis (2

LEGUMINOSAE

Thermopsis mongolica

LILIACEAE

Aloe spp. *

MELIACEAE

Swietenia humilis (2

ORCHIDACEAE

Spp. *

PALMAE

Arenga ipot
Phoenix hanceana var. philippinensis
Zalaca elemensiana

PORTULACACEAE

Anacampseros spp.

PRIMULACEAE

Cyclamen spp.

SOLANACEAE

Solanum sylvestris

STERCULIACEAE

Basiloxylon excelsum (2

VERBENACEAE

Caryopteris mongolica

ZYGOPHYLLACEAE

Guaiacum sanctum 2 (2

Descripción del (los) espécimen (es) o parte (s) o derivado (s) de espécimen (es), incluyendo cualquier marca (s) que llevaren:

NOTA: Ver Diario Oficial Nº 29.112, del día Martes 25 de Marzo de 1975, página doce.

Sello de la Autoridad que realiza la inspección:

(a) en la exportación.
(b) en la importación*.

BCN Legislación chilena

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

* Este sello deja sin efecto el presente permiso para fines de futuras transacciones comerciales, y el presente permiso deberá entregarse a la Autoridad Administrativa.

APENDICE IV

CONVENCION SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPECIES AMENAZADAS DE FAUNA Y FLORA SILVESTRES

PERMISO DE EXPORTACION Nº

Válido hasta: (Fecha)

País Exportador:

Se le expide este permiso a:
Domiciliado en:
quien declara conocer las disposiciones de la Convención, a fin de exportar

(espécimen (es) o parte (s) o derivados (s) de espécimen (es) 1/
de una especie incluida en el Apéndice I) Apéndice II) -2/ Apéndice III de la Convención) tal y como se señala abajo)

(criado en cautividad o cultivado en) 2/
Este (estos) espécimen (es) está (están) dirigido (s) a cuya dirección es: País:

en a los

(Firma del solicitante del permiso)
en a los

(Sello y firma de la Autoridad Administrativa que emite el Permiso de Exportación)

1/ Indíquese el tipo de producto
2/ Suprímase si no corresponde

Fernando Parga Santelices, Jefe del Departamento de Tratados del Ministerio de Relaciones Exteriores.

Folio010553

ERIO DE ECONOMIA
RECONSTRUCCION
SUBSECRETARIA DE PESCA
DIVISION JURIDICA

"DIARIO OFICIAL"
Nº 35314 de 11 de NOV de 95

MINISTERIO DE HACIENDA
OFICINA DE PARTES
RECIBIDO

CONTRALORIA GENERAL
TOMA DE RAZON
RECEPCION

DEPART. JURIDICO		
T. R. Y REGISTRO		
DEPART CONTABIL.		
SUB DEP. C CENTRAL		
SUB. DEP. E. CUENTAS		
SUB. DEP C. P. Y BIENES NAC.		
DEPART. AUDITORIA		
DEPART. V.O.P., U. y T.		
SUB DEP [illegible]		

REFRENDACION
REF. POR $
IMPUTAC.
ANOT. POR $
IMPUTAC.
DEDUC. DTO.

ESTABLECE VEDA PARA LOS RECURSOS HIDROBIOLOGICOS QUE INDICA.

SANTIAGO, 09 NOV. 1995

DECRETO EXENTO Nº 225

VISTO: Lo informado por la Subsecretaría de Pesca en Memorándum Técnico Nº 129 de 24 de Julio de 1995; el Informe del Consejo Zonal de Pesca de la I y II Regiones, contenido en Ordinario Nº 128 de 28 de Septiembre de 1995; del Consejo Zonal de Pesca de la III y IV Regiones, contenido en Ordinario C.Z. Nº 97/95; del Consejo Zonal de Pesca de la V a la IX Regiones e Islas Oceánicas, contenido en FAX Nº 21 de 20 de Septiembre de 1995; del Consejo Zonal de Pesca de la X y XI Regiones, contenido en Ordinario Nº 55 de 9 de Octubre de 1995; del Consejo Zonal de Pesca de la XII Región y Antártica Chilena, contenido en ordinario Nº 25, de 15 de septiembre de 1995; lo dispuesto en el Art. 32 Nº 8 de la Constitución Política de la República; el DFL 5 de 1983; la ley 18.892 y sus modificaciones, cuyo texto refundido fue fijado por D.S. Nº 430 de 1991 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción; la ley 4.601 sobre Caza; el D.S. Nº 133 de 1992 y Nº 260 de 1993, ambos del Ministerio de Agricultura; D.S. Nº 654 de 1994, del Ministerio del Interior.

C O N S I D E R A N D O:

Que es necesario adoptar medidas de conservación que protejan la fauna silvestre de mamíferos, aves y reptiles marinos.

Que el D.S. Nº 260 de 1993, del Ministerio de Agricultura, estableció que las especies o grupos de especies pertenecientes a la fauna silvestre de reptiles, aves y mamíferos, señalados en él mismo, constituyen recursos hidrobiológicos sujetos, en cuanto a la regulación de su caza y captura, a la ley 18.892 sobre Pesca y Acuicultura.

Que el Art. 3º letra b) en relación con el Art. 48 letra a) de la ley 18.892, faculta a este Ministerio para establecer vedas como medida de conservación de los recursos hidrobiológicos.

OFICINA DE PARTES
SUBSECRETARIA DE PESCA
09 NOV. 1995
TERMINO DE ENTRADA

Que de acuerdo a lo expuesto y teniendo presente la posición sustentada por Chile respecto de la conservación de las especies acuáticas, es necesario aplicar una veda extractiva nacional de reptiles, aves y mamíferos marinos, que constituyen recursos hidrobiológicos y que no cuentan actualmente con una norma de protección específica.

Que los Consejos Zonales de Pesca han emitido su informe técnico en los términos establecidos en el artículo 48 de la Ley Nº 18.892 y sus modificaciones.

D R C R E T O:

Artículo 1º.- Establécese una veda extractiva nacional por un plazo de 30 años, contado desde la fecha de publicación del presente decreto, para los siguientes mamíferos, aves y reptiles:

Ballena azul o Rorcual gigante	Balaenoptera musculus
Ballena de aleta o Rorcual común	Balaenoptera physalus
Ballena boba o Rorcual de Rudolphi	Balaenoptera borealis
Ballena Bryde	Balaenoptera edeni
Ballena minke o Rorcual pequeño	Balaenoptera acutorostrata
Ballena jorobada	Megaptera novaeangliae
Ballena franca del sur	Eubalaena australis
Ballena pigmea	Caperea marginata
Cachalote	Physeter macrocephalus
Cachalote enano	Kogia sima
Cachalote pigmeo	Kogia breviceps
Mesoplodón de Héctor	Mesoplodon hectori
Mesoplodón de Gray	Mesoplodon grayi
Mesoplodón de Layard	Mesoplodon layardii
Ballena picuda de Cuvier	Ziphius cavirostris
Ballena nariz de botella del sur	Hiperodon planifrons
Ballena picuda de Shepherd	Tasmacetus shephedi
Zifio de Arnoux	Berardius arnuxii
Delfín girador	Stenella longirostris
Delfín listado	Stenella caeruleoalba
Delfín manchado	Stenella attenuata
Tonina overa	Cephalorhynchus commersonii
Tonina negra	Cephalorhynchus eutropia
Delfín común	Delphinus delphis
Calderón negro	Globicephala melas (=G. melaena)
Delfín gris	Grampus griseus
Delfín oscuro	Lagenorhynchus obscurus
Delfín austral	Lagenorhynchus australis
Delfín cruzado	Lagenorhynchus cruciger
Delfín liso del sur	Lissodelphis peronii
Orca	Orcinus orca
Falsa orca	Pseudorca crassidens
Delfín nariz de botella ó tursión	Tursiops truncatus
Marsopa anteojillo	Australophocoena dioptrica
Marsopa espinosa	Phocoena spinipinnis
Foca elefante	Mirounga leonina
Foca cangrejera	Lobodon carcinophagus
Foca leopardo	Hydrurga leptonyx

Foca de Weddell	Leptonychotes weddellii
Foca de Ross	Ommatophoca rossii
Lobo fino de Juan Fernández	Arctocephalus philippi
Lobo fino austral	Arctocephalus australis
Lobo fino antártico	Arctocephalus gazella
Lobo fino subantártico	Arctocephalus tropicalis
Chungungo o gato de mar	Lutra felina
Huillin	Lutra provocax
Pingüino rey	Aptenodytes patagonicus
Pinguino emperador	Aptenodytes forsteri
Pingüino papua	Pygoscelis papua
Pingüino de barbijo	Pygoscelis antarctica
Pingüino adelia	Pygoscelis adeliae
Pingüino de penacho amarillo	Eudyptes chrisocome
Pingüino macaroni	Eudyptes chrysolophus
Pingüino de Magallanes	Spheniscus magellanicus
Pingüino de Humboldt	Spheniscus humboldti
Tortuga boba	Caretta caretta
Tortuga carey	Eretmochelys imbricata
Tortuga verde	Chelonia mydas agassizi
Tortuga olivácea	Lepidochelys olivacea
Tortuga laud o coriácea	Dermochelys coriacea
Serpiente marina	Pelamys platurus

Artículo 2º. Por resolución de la Subsecretaría de Pesca podrá autorizarse la captura de ejemplares vivos de una o más de estas especies para su mantención en cautiverio, con fines de exhibición, recreación, cultura o investigación.

Artículo 3º. El incumplimiento de esta norma se sancionará de conformidad con lo dispuesto en el D.S. Nº 430 de 1991 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.

ANÓTESE, COMUNÍQUESE Y PUBLÍQUESE

POR ORDEN DEL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

ALVARO GARCIA HURTADO
MINISTRO DE ECONOMIA
FOMENTO Y RECONSTRUCCION

Lo que transcribo a U. para su conocimiento

PATRICIO BERNAL PONCE
Subsecretario de Pesca

MINISTERIO DE ECONOMIA
FOMENTO Y RECONSTRUCCIÓN
SUBSECRETARIA DE PESCA
VISTO PARTES Mod. D.Ex. N° 225/95, VB°

DIVISION JURIDICA

MODIFICA DECRETO EXENTO N° 225 DE 1995, DEL MINISTERIO DE ECONOMIA, FOMENTO Y RECONSTRUCCION, QUE ESTABLECIO VEDA PARA LOS RECURSOS HIDROBIOLOGICOS QUE INDICA

SANTIAGO, 18 ENE. 2005

D. EXENTO N° 135

Visto: lo dispuesto en el artículo 32 N° 8 de la Constitución Política de la República; la ley N° 18.892, Ley General de Pesca y Acuicultura, y sus modificaciones, cuyo texto refundido, coordinado y sistematizado fue fijado por el D.S. N° 430 de 1991, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción; el D.F.L. N° 5 de 1983; lo informado por la División de Administración Pesquera de la Subsecretaría de Pesca mediante Memorandum Técnico (R.PESQ.) N° 75 de 22 de noviembre de 2004; lo informado por el Consejo Zonal de Pesca de las Regiones I y II mediante ORD./ZI/N° 380014004 de fecha 20 de diciembre de 2004; por el Consejo Zonal de Pesca de las Regiones III y IV mediante ORD./Z2/N°450001304 de fecha 20 de diciembre de 2004; por el Consejo Zonal de Pesca de las Regiones V a IX mediante ORD. N° 68 de fecha 25 de noviembre de 2004; por el Consejo Zonal de Pesca de las Regiones X y XI mediante ORD./Z4/N°309 de fecha 22 de diciembre de 2004; y por el Consejo Zonal de Pesca de la XII Región y Antártica Chilena mediante ORD.CZS/04/N°019 de fecha 22 de diciembre de 2004, el Decreto Exento N° 225 de 1995, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción;

C O N S I D E R A N D O:

Que el Decreto Exento N° 225 de 1995, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, estableció una veda extractiva nacional por 30 años, con la finalidad de conservar los mamíferos, aves y reptiles que en él se indica, la cual comenzó a regir el 11 de noviembre de 1995;

Que, según lo informado por la División de Administración Pesquera de la Subsecretaría de Pesca en Memorandum (R. PESQ.) N° 75 de fecha 22 de noviembre de 2004, existen cambios en los registros de especies para aguas jurisdiccionales chilenas y en la nomenclatura taxonómica de algunas especies que hacen necesario modificar el Decreto Exento N° 225 de 1995, ya citado;

Que además, y según lo expuesto por la Subsecretaría de Pesca en dicho informe técnico, de la posición sustentada por Chile respecto de la conservación de mamíferos, aves y reptiles acuáticos, resulta necesario restringir los casos o situaciones en que se podrá autorizar la captura de ejemplares vivos para su mantención en cautiverio;

Folio010557

Que los Consejos Zonales de Pesca correspondientes a las Regiones I y II, III y IV, V a IX, X y XI, y XII y Antártica Chilena, aprobaron la modificación propuesta, según consta de los informes técnicos citados en Visto;

D E C R E T O:

Artículo 1°.- Modifícase el listado contenido en el artículo 1° del Decreto Exento N° 225 de 1995, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, en el siguiente sentido:

a) Se elimina la especie tortuga carey *Eretmochelys imbricata*, y se incluyen las siguientes especies.

Ballena minke antártica	***Balaenoptera bonaerensis***
Mesoplodon de Blainville	***Mesoplodon densirostris***
Mesoplodon de Baharonde	***Mesoplodon traversii***
Mesoplodon peruano	***Mesoplodon peruvianus***
Calderón de aleta corta	***Globicephala macrorhynchus***
Delfín común de rostro largo	***Delphinus capensis***
Delfín de diente áspero	***Steno bredanensis***
Orca pigmea	***Feresa attenuata***
Orca antártica	***Orcinus glacialis***
Pingüino azul o enano	***Eudyptula minor***

b) Se reemplaza el nombre científico de las siguientes especies por el que a continuación se indica:

Chungungo o gato de mar	***Lontra felina***
Huillín	***Lontra provocax***
Cachalote enano	***Kogia sima***

Artículo 2°.- Se reemplaza el artículo 2° por el siguiente:

"**Artículo 2°.-** Sólo por resolución de la Subsecretaría de Pesca podrá autorizarse la captura de ejemplares vivos de una o más de las especies a que se refiere el artículo anterior para su mantención en cautiverio, exclusivamente dentro del territorio nacional.

Esta autorización se otorgará sólo con las siguientes finalidades:

a) De investigación, sólo cuando implique la retención temporal de los ejemplares.

b) De conservación ex situ sobre especies en peligro de extinción o con poblaciones muy disminuidas, asociadas a programas o planes de reinserción al ambiente natural. Se entiende por conservación ex situ la mantención temporal o permanente de individuos, en condiciones artificiales y bajo la supervisión humana, y con la finalidad de lograr su reproducción en cautiverio.

c) De exhibición pública en zoológicos o acuarios nacionales y siempre sobre cantidades limitadas. Los ejemplares que se autoricen para estos efectos no podrán transferirse a otros centros de exhibición. Sin perjuicio de lo anterior, se prohibe la captura, internación al país y encierro permanente o temporal respecto de toda clase de cetáceos, para exhibición pública u otros fines asociados a su utilización por parte del hombre, cualquiera sean las características de las instalaciones en que se pretendan mantener.

ANOTESE, COMUNIQUESE Y PUBLIQUESE

POR ORDEN DEL SR. PRESIDENTE DE LA REPUBLICA

JORGE RODRIGUEZ GROSSI
Ministro de Economía y Energía

Lo que transcribo a Ud., para su conocimiento

Saluda Atentamente a Ud.

FELIPE SANDOVAL PRECHT
Subsecretario de Pesca

Folio010559

MINISTERIO DE ECONOMIA
FOMENTO Y RECONSTRUCCION
SUBSECRETARIA DE PESCA
2° MOD VEDA MAMIFEROS
120096

MODIFICA DECRETO EXENTO Nº 225 DE 1995, DEL MINISTERIO DE ECONOMIA, FOMENTO Y RECONSTRUCCION

SANTIAGO, 09 FEB. 2007

D. EXENTO Nº 434

Visto: Lo dispuesto en el artículo 32 Nº 6 de la Constitución Política de la República; la ley Nº 18.892, Ley General de Pesca y Acuicultura, y sus modificaciones, cuyo texto refundido, coordinado y sistematizado fue fijado por el D.S. Nº 430 de 1991, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción; el D.F.L. Nº 5 de 1983, lo informado por la División de Administración Pesquera de la Subsecretaría de Pesca mediante Memorandum Técnico (R.PESQ.) Nº 91, de fecha 16 de octubre de 2006; los Oficios (DDP) ORD. N° 1833 y N° 1836, ambos de fecha 17 de octubre de 2006, de la Subsecretaría de Pesca; lo informado por el Consejo Zonal de Pesca de la I y II Regiones mediante ORD./ZI/Nº 380021706, de fecha 15 de noviembre de 2006, por el Consejo Zonal de Pesca de la III y IV Regiones mediante ORD./ZI/Nº450009606, de fecha 25 de octubre de 2006, y por el Consejo Zonal de Pesca de la XII Región y Antártica Chilena mediante ORD. CZ5/06/Nº 40, de fecha 24 de octubre de 2006, los Decretos Exentos Nº 225 de 1995 y N° 135 de 2005, ambos del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción,

C O N S I D E R A N D O:

Que mediante Decreto Exento N° 225 de 1995, modificado por Decreto Exento N° 135 de 2005, ambos del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, se estableció una veda extractiva en todo el Territorio Nacional para los ejemplares de mamíferos, aves y reptiles indicados en los mismos Decretos.

Que, según lo informado por la División de Administración Pesquera de la Subsecretaría de Pesca en Memorandum citado en Visto, resulta necesario regular la realización de determinadas actividades que pueden menoscabar el objetivo de conservación concebido para la medida de administración antes indicada, permitiendo que algunas de estas actividades sólo puedan ser efectuadas por entidades que ejerzan funciones de docencia superior, de investigación, de educación pública o de depósito del patrimonio natural.

Que los Consejos Zonales de Pesca de la I y II Regiones, de la III y IV Regiones, y de la XII Región y Antártica Chilena, aprobaron la modificación propuesta según consta de los Oficios citados en Visto.

Que mediante Oficios de la Subsecretaría de Pesca, citados en Visto, se requirió a los Consejos Zonales de Pesca de las V a IX Regiones e Islas Oceánicas y de la X y XI Regiones el informe técnico para la modificación de la veda extractiva antes indicada

Que no obstante lo anterior, y habiendo transcurrido más de 30 días contados desde la fecha de despacho de los citados Oficios sin que los citados Consejos hayan evacuado los informes requeridos, este Ministerio prescindirá de dichos informe para la modificación de la veda extractiva antes indicada, de acuerdo con la facultad contenida en el artículo 151 inciso 3º de la misma Ley

D E C R E T O:

Artículo 1º.- Modifícase el Decreto Exento N° 225 de 1995, modificado por Decreto Exento N° 135 de 2005, ambos del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, que estableció una veda extractiva en todo el Territorio Nacional para los ejemplares de mamíferos, aves y reptiles que el mismo Decreto indica, en el sentido de incorporar el siguiente artículo 3º, pasando su actual artículo 3º a ser artículo 4º:

"***Artículo 3°.-*** *Durante el período de veda extractiva, prohíbese la captura, tenencia, posesión, transporte, desembarque, elaboración o cualquier proceso de transformación, así como la comercialización o almacenamiento de cualquiera de las especies vedadas, sea de ejemplares enteros o partes de ellos, de conformidad con lo dispuesto en los artículos 110, 119 y 139 de la Ley General de Pesca y Acuicultura.*

Se exceptúa de la prohibición antes indicada la tenencia, posesión y transporte de ejemplares muertos, o partes de estos, siempre que sea efectuado por instituciones de educación superior o museos ubicados en el territorio nacional, con fines de docencia, investigación, decomiso o exhibición, sin perjuicio del cumplimiento de la normativa sanitaria respectiva, según corresponda.

El Servicio Nacional de Pesca podrá, mediante Resolución, establecer medidas y procedimientos para verificar el cumplimiento de las circunstancias antes indicadas, así como para efectuar una adecuada fiscalización de las disposiciones del presente decreto.".

ANOTESE, COMUNIQUESE Y PUBLIQUESE

POR ORDEN DE LA SRA. PRESIDENTA DE LA REPUBLICA

MARIA CORREA LOPEZ
Ministro de Economía, Fomento y Reconstrucción (S)

Lo que transcribo para su conocimiento

Saluda atentamente a Ud.

MARIA ANGELA BARBIERI BELLOLIO
Subsecretaria de Pesca (S)

REPUBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE ECONOMIA
OMENTO Y RECONSTRUCCIÓN
MODIFICA REGLAMENTO
BSERVADORES CIENTIFICOS

CONTRALORIA GENERAL
OFICINA GENERAL DE PARTES
28 AGO. 2007

DIVISION JURIDICA
REGISTRADO
JEFE
28 AGO. 2007

CONTRALORIA GENERAL
OFICINA GENERAL DE PARTES
11 JUL. 2007

DIVISION JURIDICA
REGISTRADO
JEFE

MODIFICA D.S. Nº 308 DE 2004, DEL MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y RECONSTRUCCIÓN, QUE APRUEBA REGLAMENTO DE OBSERVADORES CIENTÍFICOS.

SANTIAGO, 18 ABR. 2007

D. S. Nº 139

VISTO: Lo dispuesto en el artículo 32 Nº 6 de la Constitución Política de la República; el D.F.L. Nº 5 de 1983; la Ley General de Pesca y Acuicultura Nº 18.892 y sus modificaciones, cuyo texto refundido fue fijado por el D.S. Nº 430 de 1991, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción; la Ley de Límite Máximo de Captura Nº 19.713, modificada mediante leyes Nº 19.822 y Nº 19.849; la Ley de Navegación contenida en el D.L. Nº 2222 de 1978, la Ley de Propiedad Industrial Nº 19.039 cuyo texto refundido fue fijado por el D.F.L. Nº 3 de 2006, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción; la Ley Orgánica Constitucional de Bases Generales de la Administración del Estado Nº 18.575 cuyo texto refundido fue fijado por el D.F.L. Nº 1/19.653; el Decreto Supremo Nº 308 de 2004, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, que aprueba el Reglamento de Observadores Científicos designados de conformidad con la Ley Nº 19.713,

CONSIDERANDO:

Que mediante Decreto Supremo Nº 308 de 2004, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, se aprobó el Reglamento de Observadores Científicos designados de conformidad con la Ley Nº 19.713,

Que es necesario modificar el mencionado decreto a fin de complementar y perfeccionar la regulación reglamentaria relativa a los observadores científicos.

DECRETO:

Artículo único.- Modifícase el D.S. Nº 308 de 2004, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, que aprobó el Reglamento de Observadores Científicos designados de conformidad con la Ley Nº 19.713, en los términos que a continuación se indica

1.- En el artículo 1°: intercalar la palabra "on" antes de la frase "las plantas procesadoras "

2.- En el artículo 2°:

a) En la letra a), agregar el siguiente inciso 2°.

"Los datos tendrán el carácter de reservados, cuando corresponda de conformidad con la ley."

b) En la letra b), reemplazar la frase: "Información biológico-pesquera, en adelante información: los datos biológicos y pesqueros" por la siguiente:

"Información biológico-pesquera, en adelante la información: los datos".

c) Agregar la siguiente letra e)

"e) Comités Científicos: organismos asesores de la autoridad pesquera en materias científicas relacionadas con el estado de los recursos hidrobiológicos, la actividad pesquera ejercida sobre las pesquerías nacionales y la evaluación de las medidas de administración adoptadas respecto de ellas.

Los comités se formarán por pesquerías y estarán integrados por científicos de universidades y centros de investigación públicos y privados, destacados en el ámbito de las áreas biológicas, ecológicas, pesqueras, sociales o económicas asociadas a la respectiva pesquería "

3.- En el artículo 3°, agregar los siguientes incisos 2° y 3°:

"El observador científico no tendrá bajo ningún respecto el carácter de inspector, fiscalizador, ministro de fe, certificador o verificador de capturas quedando limitadas sus funciones a las expresadas en el presente reglamento.

La información recopilada por el observador no será utilizada para fines de fiscalización ni dará lugar a las denuncias que deban efectuar los organismos fiscalizadores en virtud del artículo 125 N° 1 de la Ley General de Pesca y Acuicultura ni a las sanciones administrativas establecidas en los artículos 11 y 12 de la Ley de Límite Máximo de Captura "

4.- Reemplazar el artículo 4° por el siguiente:

"**Artículo 4°**.- La información recopilada por los observadores científicos será administrada por la Subsecretaría de Pesca.

La información sólo será utilizada para fines científicos y de administración de las pesquerías, encontrándose prohibido su uso para otras finalidades.

La Subsecretaria deberá poner a disposición de los Comités Científicos que se conformen para las distintas pesquerías, la información recopilada por los observadores científicos.

Asimismo, la información podrá ser requerida a la Subsecretaria de Pesca en los términos establecidos en los artículos 13 y 14 de la Ley Orgánica Constitucional de Bases Generales de la Administración del Estado."

5.- En el artículo 5º:

a) En el inciso 1º, reemplazar la frase final por la siguiente:

"Asimismo, en dicha resolución se determinarán, cuando corresponda, las metodologías que deberán ser utilizadas por el observador científico en el ejercicio de sus funciones."

b) Agregar los siguientes incisos 2º y 3º:

"La recopilación de datos en ningún caso incluirá la individualización de las naves ni de los armadores, los cuales deberán ser codificados para estos efectos.

Los datos provenientes de los formularios y del procedimiento de estimación de capturas utilizados por el observador científico en ningún caso servirán de antecedente para efectos de determinar el cumplimiento o incumplimiento total o parcial de la obligación de los armadores industriales de informar y certificar capturas a que se refiere la Ley General de Pesca y Acuicultura y la Ley de Límite Máximo de Captura."

6.- Eliminar el artículo 6º e incorporar entre los Títulos I y II, el siguiente Título I Bis:

"TÍTULO I BIS
DE LA COORDINACIÓN DE LOS OBSERVADORES CIENTÍFICOS

Artículo 6º.- La coordinación de los observadores a bordo de las naves pesqueras se someterá al siguiente procedimiento:

a) La Subsecretaría, dentro de los 10 días hábiles anteriores al inicio de cada mes calendario, establecerá mediante resolución, la nómina de las naves industriales seleccionadas por una o más pesquerías para efectos de aceptar a bordo un observador científico.

b) La nómina se notificará a los respectivos armadores por medio de carta certificada o de correo electrónico en el caso que el armador respectivo haya comunicado una dirección electrónica para estos efectos. Asimismo se comunicará a la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante para los fines establecidos en el artículo 13 del presente reglamento. La nómina se publicará además en la página de dominio electrónico de la Subsecretaría.

Folio010564

c) La designación antes señalada deberá ser notificada por el armador al respectivo Jefe de Flota, Jefe de Bahía o a la persona delegada para solicitar el zarpe respectivo, quien se deberá comunicar con el Coordinador a que se refiere el artículo siguiente para efectos de dar cumplimiento efectivo a la obligación de aceptar a bordo al observador científico.

d) El incumplimiento de lo dispuesto en la letra anterior en ningún caso eximirá al armador de la responsabilidad de aceptar a bordo al observador científico designado.

e) Los armadores deberán aceptar a bordo de las naves seleccionadas a los observadores designados en la totalidad de los viajes de pesca cuyos zarpes se realicen dentro de un período mínimo de 15 días corridos dentro de un determinado mes calendario.

La designación no podrá comprender más de dos observadores por cada uno de los zarpes de la nave seleccionada; asimismo la designación deberá propender a la rotación de los observadores en las naves de un mismo armador.

f) Para efectos de verificar el cumplimiento de la obligación antes señalada, la Autoridad Marítima Local deberá consultar al capitán de la nave respectiva, al momento en que éste informa el zarpe de la nave, si efectivamente lleva a bordo al observador científico designado.

Artículo 6° bis.- Los coordinadores de embarque serán designados mediante resolución de la Subsecretaría de Pesca, en la cual se le asignarán las siguientes funciones:

a) Coordinar la presencia de un observador científico a bordo de la nave seleccionada, con tres horas de anticipación al zarpe.

b) Autorizar la suspensión temporal de la designación del observador científico en el evento que éste no se presente con la antelación a que se refiere la letra anterior.

c) Comunicar por escrito a los gerentes, administradores o jefes de plantas procesadoras, la solicitud de ingreso de observadores científicos para efectos de tomar la información biológico-pesquera.

La comunicación anterior se realizará a través de un formato tipo que será aprobado por resolución de la Subsecretaría.

La suspensión de la designación del observador científico a que se refiere la letra b) anterior se someterá al siguiente procedimiento.

a) El Coordinador autorizará la suspensión temporal de la designación del observador científico mediante comunicación vía facsímil (FAX) a la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante, a la Autoridad Marítima Local y a la Subsecretaría.



b) La comunicación anterior se establecerá a través de un formato tipo que será aprobado por resolución de la Subsecretaría.

c) La suspensión de la designación será temporal y sólo producirá efectos para el zarpe específico, manteniendo el armador la obligación de aceptar a bordo de la nave al observador científico designado en los demás zarpes del período respectivo."

7.- En el artículo 7°:

a) Eliminar la letra a).

b) Eliminar la letra b).

c) En la letra d):

-En el inciso 1°, reemplazar la frase final por la siguiente:

"Los armadores deberán asegurarse de que los patrones o capitanes de sus naves brinden las facilidades adecuadas de alojamiento y alimentación a los observadores."

- Agregar el siguiente inciso 2°.

"La asistencia médica estará referida a las emergencias que afecten al observador a bordo de la nave, la que deberá comprender, a lo menos, el otorgamiento de los primeros auxilios previstos para la inmovilización y el traslado a tierra en caso de ser necesario."

d) En la letra e):

-Reemplazar el inciso 2° por el siguiente:

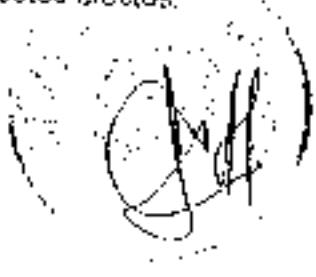
"El cumplimiento de esta obligación incluye garantizar el libre acceso a la observación directa y a la toma de datos de la operación de pesca, de las especies capturadas y su destino como asimismo de los equipos e instrumentos a bordo de la nave. El observador científico sólo se encontrará facultado para registrar datos o información no pudiendo operar, intervenir o manipular los equipos o los instrumentos de la nave."

En el inciso 3°, reemplazar la frase "lo que incluirá la conectividad de éstos con los equipos de la nave y el acceso a las fuentes de energía de los mismos." por la siguiente:

"lo que incluirá el acceso a las fuentes de energía de la nave para alimentar o recargar sus equipos o instrumentos de medición."

e) En la letra f), agregar el siguiente inciso 2°:

"La habilitación de áreas de muestreo sólo será exigible en casos calificados y siempre que la nave disponga de espacios para estos efectos."



f) En la letra g), agregar el siguiente inciso 2°.

"La transmisión se realizará a través del personal habilitado de la nave y el costo será de cargo del respectivo observador. En todo caso, el observador podrá utilizar sus propios equipos para estos efectos."

8.- En el artículo 8°:

a) Eliminar la letra a).

b) En la letra b), agregar el siguiente inciso 2°:

"La solicitud de ingreso a las plantas procesadoras se efectuará a través de los Coordinadores a que se refiere el artículo 6° bis del presente reglamento."

c) En la letra c), agregar el siguiente inciso 2°:

"El observador científico sólo se encontrará facultado para registrar datos o información no pudiendo operar, intervenir o manipular los equipos o los instrumentos de la planta procesadora."

d) En la letra f), agregar el siguiente inciso 2°:

"La habilitación de áreas de muestreo sólo será exigible en casos calificados y siempre que la planta procesadora disponga de espacios para estos efectos."

e) En la letra g), agregar la siguiente frase final:

"Los laboratorios a que se refiere esta letra no comprenderán a aquellos habilitados en las plantas de procesamiento, salvo en aquellos casos en que el gerente o administrador de la planta lo autorice."

9.- En el artículo 9°:

a) En el inciso 1°, reemplazar las letras b) y e), por las siguientes.

"b) Tener conocimientos básicos de la regulación pesquera."

"e) Tener conocimientos básicos respecto de la normativa de seguridad, salvataje y primeros auxilios. Este requisito sólo será exigible a los observadores científicos que se desempeñen a bordo de naves pesqueras."

b) Agregar el siguiente inciso 3°:

"Los observadores científicos que desarrollen sus funciones a bordo de naves pesqueras deberán además cumplir con los siguientes requisitos:

a) Contar con un permiso de embarco de aquellos necesarios para desempeñarse como observador científico otorgado por la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante. El cumplimiento de esta exigencia deberá acreditarse ante la Autoridad Marítima Local.

b) Contar con un seguro de vida.".

10.- En el artículo 11:

a) En el Nº 1:

-Eliminar la letra d)

-En la letra i), agregar la siguiente frase final:

"En ningún caso estas tareas comprenderán funciones de fiscalización, certificación o verificación de las actividades pesqueras extractivas."

b) En el Nº 2:

-Eliminar la letra b).

-En la letra e), agregar la siguiente frase final:

"En ningún caso estas tareas comprenderán funciones de fiscalización, certificación o verificación de las actividades pesqueras extractivas."

11.- En el artículo 12:

-En la letra a), inciso 2º, eliminar la frase ", el patrón o capitán"

-En la letra b), agregar el siguiente inciso 2º:

"El observador embarcado deberá respeto y obediencia al capitán de la nave, en los términos establecidos en el artículo 52 de la Ley de Navegación. Lo anterior, sin perjuicio de las labores que corresponda realizar el observador en el ejercicio de sus funciones científicas de observación y recopilación de datos a bordo de la nave."

- En la letra d), agregar el siguiente inciso 2º:

"Asimismo, el observador científico deberá mantener en reserva los secretos tecnológicos, las técnicas y los procesos de pesca asociados a las actividades extractivas. La infracción a la obligación antes señalada, cuando corresponda, será sancionada en conformidad a las normas que regulan el secreto empresarial previsto en la Ley de Propiedad Industrial."

12.- En el artículo 13:

-reemplazar la frase: "Gobernación Marítima o a la Capitanía de Puerto, según corresponda," por " Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante".

-reemplazar la referencia al "artículo 7º letra g)" por la referencia al "artículo 6º letra b".

13.- En el artículo 14, agregar el siguiente inciso 2º:

"Esta obligación deberá cumplirse de conformidad las disposiciones relativas a la coordinación de los observadores científicos previstas en el Título I Bis del presente reglamento."

14.- En el artículo 15, agregar el siguiente inciso 2º:

"La regla anterior no se aplicará en el evento que el Coordinador haya autorizado la suspensión temporal de la designación del observador científico conforme el procedimiento a que se refiere el artículo 6º bis del presente reglamento. La autorización antes señalada sólo producirá efectos para el zarpe específico, manteniendo el armador la obligación de aceptar a bordo de la nave al observador científico designado en los demás zarpes del período respectivo."

ANÓTESE, TÓMESE RAZÓN Y PUBLÍQUESE

ELISARDO VELASCO BARAONA
Vicepresidente de la República

ALEJANDRO FERREIRO YAZIGI
Ministro de Economía, Fomento y Reconstrucción

Lo que transcribo para su conocimiento

JORGE CHOCAIR SANTIBÁÑEZ
Subsecretario de Pesca

BCN Legislación chilena

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

Tipo Norma	:Decreto 114
Fecha Publicación	:06-08-2010
Fecha Promulgación	:07-04-2010
Organismo	:MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES
Título	:PROMULGA LA CONVENCIÓN INTERAMERICANA PARA LA PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LAS TORTUGAS MARINAS
Tipo Version	:Unica De : 06-08-2010
Inicio Vigencia	:06-08-2010
URL	:http://www.leychile.cl/N?i=1015967&f=2010-08-06&p=

PROMULGA LA CONVENCIÓN INTERAMERICANA PARA LA PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LAS TORTUGAS MARINAS

Núm. 114.- Santiago, 7 de abril de 2010.- Vistos: Los artículos 32, Nº 15, y 54, N° 1), inciso primero, de la Constitución Política de la República.

Considerando:

Que, el 1 de diciembre de 1996, se adoptó en Caracas, Venezuela, la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas.

Que dicha Convención fue aprobada por el Congreso Nacional, según consta en el Oficio N° 8.467, de 15 de diciembre de 2009, de la Honorable Cámara de Diputados.

Que con fecha 10 de febrero de 2010 se depositó, ante la República Bolivariana de Venezuela, el Instrumento de Adhesión de la referida Convención.

Que, de conformidad con el Artículo XXII, numeral dos, de dicha Convención, ésta entró en vigor internacional para la República de Chile el 10 de febrero de 2010.

Decreto:

Artículo único: Promúlgase la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas, adoptada en Caracas, Venezuela, el 1 de diciembre de 1996; cúmplase y publíquese copia autorizada de su texto en el Diario Oficial.

Anótese, tómese razón, regístrese y publíquese.- SEBASTIÁN PIÑERA ECHENIQUE, Presidente de la República de Chile.- Alfredo Moreno Charme, Ministro de Relaciones Exteriores.

Lo que transcribo a US. para su conocimiento.- Roberto Araos Sánchez, Consejero, Director General Administrativo (S).

CONVENCIÓN INTERAMERICANA PARA LA PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LAS TORTUGAS MARINAS

Preámbulo

Las Partes en esta Convención:

Reconociendo los derechos y deberes de los Estados establecidos por el derecho internacional, tal como se reflejan en la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar del 10 de diciembre de 1982, con respecto a la conservación y ordenación de los recursos marinos vivos;

Inspirados en los principios contenidos en la Declaración de Río de 1992 sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo;

Considerando los principios y recomendaciones contenidos en el Código de Conducta para la Pesca Responsable, adoptado por la Conferencia de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), en su 28ª Sesión de 1995;

Recordando que en el Programa 21, adoptado en 1992 por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, se reconoce la necesidad de proteger y recuperar las especies marinas en peligro y conservar sus hábitats;

Entendiendo que, de acuerdo a los datos científicos más fidedignos disponibles, especies de tortugas marinas en el continente americano se encuentran amenazadas o en peligro, y que algunas de esas especies pueden afrontar un riesgo inminente de extinción;

Convencidos de la importancia de que los Estados de este continente adopten un acuerdo para afrontar tal situación mediante un instrumento que, al mismo tiempo, facilite la participación de Estados de otras regiones interesados en la protección y conservación de las tortugas marinas a nivel mundial, teniendo en cuenta el amplio patrón migratorio de esas especies;

Reconociendo que las tortugas marinas están sujetas a captura, daño o mortalidad

BCN Legislación chilena

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

como consecuencia directa o indirecta de actividades humanas;
Considerando que las medidas de ordenación de la zona costera son indispensables para proteger las poblaciones de tortugas marinas y sus hábitats;
Conscientes de las particularidades ambientales, socioeconómicas y culturales de los Estados del continente americano;
Reconociendo que las tortugas marinas migran a través de extensas áreas marinas y que su protección y conservación requieren la cooperación y coordinación entre los Estados dentro del área de distribución de tales especies;
Reconociendo también los programas y acciones que actualmente llevan a cabo algunos Estados para la protección y conservación de las tortugas marinas y de sus hábitats;
Deseando establecer, a través de esta Convención, las medidas apropiadas para la protección y conservación de las especies de tortugas marinas y de sus hábitats a lo largo de su área de distribución en el continente americano;

Han acordado lo siguiente:

ARTÍCULO I

TÉRMINOS EMPLEADOS

Para los propósitos de esta Convención:

1. Por "tortuga marina" se entiende cualquiera de las especies enumeradas en el Anexo I.
2. Por "hábitat de tortugas marinas" se entiende todos los ambientes acuáticos y terrestres utilizados por ellas durante cualquier etapa de su ciclo de vida.
3. Por "Partes" se entiende los Estados que hayan consentido en obligarse por esta Convención y respecto de los cuales la Convención esté en vigor.
4. Por "Estados en el continente americano" se entiende los Estados de América Septentrional, Central y Meridional y del Mar Caribe, así como otros Estados que tienen en esta región territorios continentales o insulares.

ARTÍCULO II

OBJETIVO

El objetivo de esta Convención es promover la protección, conservación y recuperación de las poblaciones de tortugas marinas y de los hábitats de los cuales dependen, basándose en los datos científicos más fidedignos disponibles y considerando las características ambientales, socioeconómicas y culturales de las Partes.

ARTÍCULO III

ÁREA DE APLICACIÓN DE LA CONVENCIÓN

El área de aplicación de esta Convención, en adelante "el área de la Convención", abarca el territorio terrestre de cada una de las Partes en el continente americano, así como las áreas marítimas del Océano Atlántico, el Mar Caribe y el Océano Pacífico, respecto a los cuales cada una de las Partes ejerce soberanía, derechos de soberanía o jurisdicción sobre los recursos marinos vivos, de acuerdo con el derecho internacional, tal como se refleja en la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar.

ARTÍCULO IV

MEDIDAS

1. Cada Parte tomará las medidas apropiadas y necesarias, de conformidad con el derecho internacional y sobre la base de los datos científicos más fidedignos disponibles, para la protección, conservación y recuperación de las poblaciones de tortugas marinas y de sus hábitats:

a. En su territorio terrestre y en las áreas marítimas respecto a las cuales ejerce soberanía, derechos de soberanía o jurisdicción, comprendidos en el área de la Convención;
b. Sin perjuicio de lo dispuesto en el Artículo III, en áreas de alta mar, con respecto a las embarcaciones autorizadas a enarbolar su pabellón.

2. Tales medidas comprenderán:
a. La prohibición de la captura, retención o muerte

BCN Legislación chilena
Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

intencionales de las tortugas marinas, así como del comercio doméstico de las mismas, de sus huevos, partes o productos;

b. El cumplimiento de las obligaciones establecidas en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) en lo relativo a tortugas marinas, sus huevos, partes o productos;

c. En la medida de lo posible, la restricción de las actividades humanas que puedan afectar gravemente a las tortugas marinas, sobre todo durante los períodos de reproducción, incubación y migración;

d. La protección, conservación y, según proceda, la restauración del hábitat y de los lugares de desove de las tortugas marinas, así como el establecimiento de las limitaciones que sean necesarias en cuanto a la utilización de esas zonas mediante, entre otras cosas, la designación de áreas protegidas, tal como está previsto en el Anexo II;

e. El fomento de la investigación científica relacionada con las tortugas marinas, con sus hábitats y con otros aspectos pertinentes, que genere información fidedigna y útil para la adopción de las medidas referidas en este Artículo;

f. La promoción de esfuerzos para mejorar las poblaciones de tortugas marinas, incluida la investigación sobre su reproducción experimental, cría y reintroducción en sus hábitats con el fin de determinar la factibilidad de estas prácticas para aumentar las poblaciones, evitando ponerlas en riesgo;

g. La promoción de la educación ambiental y la difusión de información, con miras a estimular la participación de las instituciones gubernamentales, organizaciones no gubernamentales y del público en general en cada Estado, en particular de las comunidades involucradas en la protección, conservación y recuperación de las poblaciones de tortugas marinas y de sus hábitats;

h. La reducción al mínimo posible de la captura, retención, daño o muerte incidentales de las tortugas marinas durante las actividades pesqueras, mediante la regulación apropiada de esas actividades, así como el desarrollo, mejoramiento y utilización de artes, dispositivos o técnicas apropiados, incluidos los dispositivos excluidores de tortugas (DETs) de conformidad con lo dispuesto en el Anexo III, y la correspondiente capacitación, de acuerdo con el principio del uso sostenible de los recursos pesqueros;

i. Cualquier otra medida, conforme con el derecho internacional, que las Partes juzguen pertinente para lograr el objetivo de esta Convención.

3. Con respecto a tales medidas:

a. Cada una de las Partes podrá permitir excepciones al inciso 2(a) para satisfacer necesidades económicas de subsistencia de comunidades tradicionales, teniendo en cuenta las recomendaciones del Comité Consultivo establecido de conformidad con el Artículo VII, siempre y cuando dichas excepciones no menoscaben los esfuerzos para lograr el objetivo de la presente Convención. Al hacer tales recomendaciones, el Comité Consultivo considerará, entre otras cosas, el estado de las poblaciones de las tortugas marinas en cuestión, el punto de vista de cualquiera de las Partes en relación a dichas

BCN Legislación chilena

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

poblaciones, los impactos sobre tales poblaciones a nivel regional, y los métodos usados para el aprovechamiento de huevos o tortugas marinas para cubrir dichas necesidades;

b. La Parte que permite dicha excepción deberá:

i) establecer un programa de manejo que incluya límites en los niveles de captura intencional;

ii) incluir en su informe anual, a que se refiere el Artículo XI, la información relativa a dicho programa de manejo;

c. Las Partes podrán establecer, por acuerdo entre ellas, planes de manejo de alcance bilateral, subregional o regional;

d. Las Partes podrán, por consenso, aprobar las excepciones a las medidas establecidas en los incisos (c) al (i) del párrafo 2, cuando circunstancias especiales así lo requieran, siempre y cuando dichas excepciones no menoscaben los esfuerzos para lograr el objetivo de la presente Convención.

4. Cuando se identifique una situación de emergencia que menoscabe el logro de el objetivo de esta Convención y que requiera una acción colectiva, las Partes considerarán la adopción de medidas oportunas y adecuadas para hacer frente a esa situación. Esas medidas serán de carácter temporal y deberán basarse en los datos científicos más fidedignos disponibles.

ARTÍCULO V

REUNIONES DE LAS PARTES

1. Durante los 3 primeros años siguientes a la entrada en vigor de esta Convención, las Partes celebrarán una reunión ordinaria al menos una vez al año para considerar asuntos relativos a la aplicación de las disposiciones de la Convención. Posteriormente, las Partes celebrarán una reunión ordinaria al menos cada 2 años.
2. Las Partes podrán celebrar también reuniones extraordinarias cuando lo estimen necesario. Tales reuniones serán convocadas a petición de cualquiera de las Partes, siempre que la petición sea apoyada por la mayoría de ellas.
3. En tales reuniones las Partes deberán, entre otros:

a. Evaluar la aplicación de las disposiciones de la presente Convención;

b. Examinar los informes y considerar las recomendaciones del Comité Consultivo y del Comité Científico, establecidos de conformidad con los Artículos VII y VIII, sobre la aplicación de esta Convención;

c. Adoptar las medidas adicionales de conservación y ordenación que se consideren apropiadas para lograr el objetivo de la Convención. Si las Partes lo estimasen necesario, esas medidas podrán ser incorporadas en un anexo de la presente Convención;

d. Considerar y, en su caso, adoptar enmiendas a esta Convención de conformidad con el Artículo XXIV;

e. Examinar los informes de actividades y sobre asuntos financieros que presente el Secretariado, si éste fuera establecido.

4. En su primera reunión las Partes deberán adoptar las reglas de procedimiento aplicables a las reuniones de las Partes, así como a las del Comité Consultivo y del Comité Científico y considerarán otros asuntos relativos a estos Comités.
5. Las decisiones de las reuniones de las Partes deberán ser adoptadas por consenso.
6. Las Partes podrán invitar a participar en sus reuniones, con carácter de observador y en las actividades a que se refiere esta Convención, a otros Estados interesados y a las organizaciones internacionales pertinentes, así como al sector privado y al sector productivo y a las instituciones científicas y organizaciones no gubernamentales de reconocida experiencia en asuntos relacionados con la Convención.

BCN Legislación chilena
Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

ARTÍCULO VI
SECRETARIADO

En su primera reunión, las Partes considerarán el establecimiento de un Secretariado con las siguientes funciones:

a. Prestar asistencia para la convocatoria y organización de las reuniones a que se refiere el Artículo V;
b. Recibir de las Partes los informes anuales a que se refiere el Artículo XI, y ponerlos a disposición de las demás Partes y de los Comités Consultivo y Científico;
c. Publicar y difundir las recomendaciones y decisiones adoptadas en las reuniones de las Partes, de conformidad con las reglas de procedimiento que las mismas adopten;
d. Difundir y promover el intercambio de informaciones y materiales educativos sobre los esfuerzos desarrollados por las Partes, con el objeto de incrementar la conciencia pública sobre la necesidad de proteger y conservar las tortugas marinas y sus hábitats, simultáneamente con el mantenimiento de la rentabilidad económica de las diversas operaciones de pesca artesanal, comercial y de subsistencia y, por otro lado, el uso sostenible de los recursos pesqueros. Esta información se referirá, entre otras cosas a:

   i) las actividades de educación ambiental y la participación de comunidades locales;
   ii) los resultados de investigaciones relacionadas con la protección y conservación de las tortugas marinas y sus hábitats y con los efectos socioeconómicos y ambientales de las medidas adoptadas en el marco de esta Convención;

e. Impulsar la búsqueda de recursos económicos y técnicos que permitan la realización de investigaciones y la implementación de las medidas adoptadas en el marco de esta Convención;
f. Desempeñar las demás funciones que le fueren asignadas por las Partes.

2. Al tomar su decisión al respecto, las Partes considerarán la posibilidad de designar el Secretariado entre las organizaciones internacionales competentes que estén dispuestas y en aptitud de desempeñar las funciones previstas en este artículo. Las Partes deberán definir los mecanismos de financiamiento necesarios para que el Secretariado pueda desempeñar sus funciones.

ARTÍCULO VII
COMITÉ CONSULTIVO

1. En su primera reunión, las Partes establecerán un Comité Consultivo de Expertos, en adelante "el Comité Consultivo", el cual deberá estar integrado como sigue:

a. Cada Parte podrá designar un representante, quien podrá ser acompañado a las reuniones por asesores;
b. Las Partes también designarán, por consenso, tres representantes de reconocida experiencia en los asuntos que son materia de esta Convención provenientes de cada uno de los siguientes sectores:

   i) Comunidad científica;
   ii) Sector privado y sector productivo;
   iii) Organizaciones no gubernamentales.

2. Las funciones del Comité Consultivo serán las siguientes:
a. Revisar y analizar los informes a que se refiere

BCN Legislación chilena
Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

el Artículo XI así como cualquier otra información relacionada con la protección y conservación de las poblaciones de tortugas marinas y sus hábitats;

b. Solicitar de cualquier Parte informaciones adicionales y pertinentes con respecto a la implementación de las medidas previstas en esta Convención o adoptadas de acuerdo con ella;

c. Examinar informes concernientes al impacto ambiental, socioeconómico y cultural en las comunidades afectadas por la aplicación de las medidas previstas en esta Convención o adoptadas de acuerdo con ella;

d. Evaluar la eficacia de las diferentes medidas propuestas para reducir la captura y mortalidad incidental de tortugas marinas, así como la eficiencia de diferentes modelos de dispositivos excluidores de tortugas (DETs);

e. Presentar a las Partes un informe sobre su trabajo, incluyendo, cuando sea apropiado, recomendaciones relativas a medidas adicionales de conservación y ordenación para promover el objetivo de la Convención;

f. Examinar los informes del Comité Científico;

g. Desempeñar las demás funciones que le fueren asignadas por las Partes.

3. El Comité Consultivo se reunirá por lo menos una vez al año, durante los 3 primeros años transcurridos desde la entrada en vigor de la Convención. De allí en adelante se reunirá según lo que acuerden las Partes.

4. Las Partes podrán establecer grupos de expertos para asesorar al Comité Consultivo.

ARTÍCULO VIII
COMITÉ CIENTÍFICO

1. En su primera reunión las Partes establecerán un Comité Científico, el cual estará integrado por representantes designados por ellas y que se reunirá, de preferencia, previamente a las reuniones del Comité Consultivo.

2. Las funciones del Comité Científico serán las siguientes:

a. Examinar informes de investigaciones sobre las tortugas marinas objeto de esta Convención, incluyendo investigaciones sobre su biología y la dinámica de sus poblaciones, y, según proceda, realizarlas;

b. Evaluar el impacto ambiental sobre las tortugas marinas y sus hábitats, de actividades tales como las operaciones de pesca y de explotación de los recursos marinos, desarrollo costero, dragado, la contaminación, el azolvamiento de estuarios y el deterioro de arrecifes, entre otras, así como el eventual impacto resultante de las actividades que se realizan como excepciones a las medidas contempladas en esta Convención;

c. Analizar los informes de investigaciones relevantes realizadas por las Partes;

d. Formular recomendaciones sobre la protección y conservación de las tortugas marinas y de sus hábitats;

e. Formular recomendaciones en materia científica y técnica, a petición de cualquiera de las Partes, sobre temas específicamente relacionados con la Convención;

f. Desempeñar las demás funciones de carácter científico que le fueren asignadas por las Partes.

ARTÍCULO IX
PROGRAMAS DE SEGUIMIENTO

1. Durante el año siguiente a la entrada en vigor de esta Convención, cada Parte establecerá, dentro de su territorio y de las zonas marítimas sometidas a su soberanía,

BCN Legislación chilena
Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

derechos de soberanía o jurisdicción, un programa para asegurar el seguimiento de la aplicación de las medidas de protección y conservación de las tortugas marinas y de sus hábitats, previstas en esta Convención o adoptadas de acuerdo con ella.
2. El programa referido en el párrafo precedente incluirá, según proceda, mecanismos y arreglos para la participación de observadores, designados por cada una de las Partes o por acuerdo entre ellas, en las actividades de seguimiento.
En la ejecución del programa, cada Parte podrá actuar con el apoyo o la cooperación de otros Estados interesados y de las organizaciones internacionales pertinentes, así como de organizaciones no gubernamentales.

ARTÍCULO X
CUMPLIMIENTO

Cada Parte asegurará, dentro de su territorio y en las zonas marítimas sometidas a su soberanía, derechos de soberanía o jurisdicción, el cumplimiento efectivo de las medidas para la protección y conservación de la tortuga marina y de sus hábitats previstas en esta Convención o adoptadas de acuerdo con ella.

ARTÍCULO XI
INFORMES ANUALES

1. Cada Parte preparará, de conformidad con las disposiciones del Anexo IV, un informe anual sobre los programas que ha adoptado para proteger y conservar las tortugas marinas y sus hábitats, así como sobre cualquier programa que pudiera haber adoptado para el aprovechamiento de estas especies de conformidad con las disposiciones del Artículo IV, párrafo 3.
2. Cada Parte, sea directamente o a través del Secretariado si éste fuese establecido, facilitará su informe anual a las demás Partes, al Comité Consultivo y al Comité Científico al menos 30 días antes de la siguiente reunión ordinaria y también lo pondrá a disposición de otros Estados o entidades interesadas que lo soliciten.

ARTÍCULO XII
COOPERACIÓN INTERNACIONAL

1. Las Partes promoverán acciones bilaterales y multilaterales de cooperación para alcanzar el objetivo de esta Convención y, cuando lo juzguen apropiado, procurarán obtener el apoyo de las organizaciones internacionales pertinentes.
2. Tales acciones podrán incluir la capacitación de asesores y educadores; el intercambio y capacitación de técnicos, administradores e investigadores en asuntos relacionados con la tortuga marina; el intercambio de información científica y de materiales educativos; el desarrollo de programas conjuntos de investigación, estudios, seminarios y talleres; y, otras actividades que las Partes acuerden.
3. Las Partes cooperarán en el desarrollo y en la facilitación del acceso en todo lo referente a la información y a la capacitación acerca del uso y transferencia de tecnologías ecológicamente sostenibles y coherentes con el objetivo de esta Convención. Deberán también desarrollar capacidades científicas y tecnológicas endógenas.
4. Las Partes promoverán la cooperación internacional en el desarrollo y mejoramiento de técnicas y artes de pesca, tomando en cuenta las condiciones específicas de cada región, a fin de mantener la productividad de las actividades pesqueras comerciales y asegurar la protección, conservación y recuperación de las poblaciones de tortugas marinas.
5. Las acciones de cooperación comprenderán el suministro de asistencia, incluyendo asistencia técnica, a las Partes que son Estados en desarrollo, a fin de ayudarles a cumplir sus obligaciones de conformidad con esta Convención.

ARTÍCULO XIII
RECURSOS FINANCIEROS

En su primera reunión, las Partes examinarán la necesidad y posibilidades de contar con recursos financieros, incluyendo la constitución de un fondo especial, para fines como los siguientes:

a. Sufragar los gastos que pudiese demandar el eventual establecimiento del Secretariado, de conformidad con lo previsto en el Artículo VI;
b. Asistir a las Partes que son Estados en desarrollo para el cumplimiento de sus obligaciones de conformidad con esta Convención, incluyendo el acceso a la tecnología que resulte más apropiada.

ARTÍCULO XIV
COORDINACIÓN
Las Partes procurarán coordinar sus actividades bajo esta Convención con las

BCN Legislación chilena

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

organizaciones internacionales pertinentes, sean globales, regionales o subregionales.

ARTÍCULO XV
MEDIDAS COMERCIALES

1. En el cumplimiento de la presente Convención, las Partes actuarán conforme a las disposiciones del Acuerdo que estableció la Organización Mundial de Comercio, tal como fue adoptado en Marrakesh en 1994, incluyendo sus Anexos.
2. En particular, las Partes deberán observar, con relación a la materia objeto de esta Convención, las disposiciones del Acuerdo sobre Barreras Técnicas al Comercio, contenidas en el Anexo 1 del Acuerdo que estableció la Organización Mundial de Comercio, así como el Artículo XI del Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio de 1994 (GATT 1994).
3. Las Partes se esforzarán por facilitar el comercio de pescado y de los productos pesqueros a que se refiere esta Convención, de acuerdo con sus obligaciones internacionales.

ARTÍCULO XVI
SOLUCIÓN DE CONTROVERSIAS

1. Cualquiera de las Partes podrá entablar consultas con otra u otras Partes sobre cualquier controversia con respecto a la interpretación o aplicación de las disposiciones de esta Convención, a fin de llegar lo antes posible a una solución satisfactoria para todas las Partes en la controversia.
2. En el caso de que la controversia no se resuelva a través de estas consultas en un período razonable, las Partes de que se trate se consultarán entre ellas lo antes posible, a los efectos de solucionar la controversia mediante el recurso a cualquier procedimiento pacífico que ellas elijan, de conformidad con el derecho internacional, incluidos, según proceda, los previstos en la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar.

ARTÍCULO XVII
DERECHOS DE LAS PARTES

1. Ninguna disposición de esta Convención podrá ser interpretada de manera tal que perjudique o menoscabe la soberanía, derechos de soberanía o jurisdicción ejercidos por las Partes de conformidad con el derecho internacional.
2. Ninguna disposición de esta Convención, ni medidas o actividades llevadas a cabo en su aplicación, podrán ser interpretadas de manera tal que faculten a una Parte para reivindicar o ejercer soberanía, derechos de soberanía o jurisdicción en contravención del derecho internacional.

ARTÍCULO XVIII
IMPLEMENTACIÓN A NIVEL NACIONAL

Cada Parte adoptará medidas en su legislación nacional a fin de aplicar las disposiciones de esta Convención y asegurar su cumplimiento efectivo a través de políticas, planes y programas para la protección y conservación de las tortugas marinas y de sus hábitats.

ARTÍCULO XIX
ESTADOS NO PARTES

1. Las Partes alentarán:

a. a cualquier Estado elegible a que sea Parte de esta Convención,
b. a cualquier otro Estado a que sea parte de un Protocolo Complementario, tal como está previsto en el Artículo XX.

2. Las Partes deberán también alentar a los Estados no Partes de esta Convención a adoptar leyes y reglamentos coherentes con las disposiciones de la misma.

ARTÍCULO XX
PROTOCOLOS COMPLEMENTARIOS

Con el fin de promover la protección y conservación de las especies de tortugas marinas fuera del área de la Convención, donde esas especies también existen, las Partes deberían negociar con Estados que no pueden ser Partes de esta Convención, un Protocolo o Protocolos Complementarios, coherentes con el objetivo de esta Convención,

BCN Legislación chilena
Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

que estarán abiertos a la participación de todos los Estados interesados.

ARTÍCULO XXI
FIRMA Y RATIFICACIÓN

1. Esta Convención estará abierta, en Caracas, Venezuela, a la firma por los Estados en el continente americano a partir del 1 de diciembre de 1996 hasta el 31 de diciembre de 1998.
2. La Convención está sujeta a la ratificación por los Estados signatarios, de acuerdo con sus leyes y procedimientos nacionales. Los instrumentos de ratificación se depositarán en poder del Gobierno de Venezuela, que será el depositario de la Convención.

ARTÍCULO XXII
ENTRADA EN VIGOR Y ADHESIÓN

1. Esta Convención entrará en vigor 90 días después de la fecha en que el octavo instrumento de ratificación haya sido depositado.
2. Después de que la Convención haya entrado en vigor, quedará abierta a la adhesión de los Estados en el continente americano. La Convención entrará en vigor para tales Estados en la fecha en que se entregue al depositario el instrumento de adhesión.

ARTÍCULO XXIII
RESERVAS

La firma y ratificación de esta Convención o la adhesión a la misma, no podrá sujetarse a ninguna reserva.

ARTÍCULO XXIV
ENMIENDAS

1. Cualquier Parte podrá proponer una enmienda a esta Convención mediante la entrega al depositario del texto de la enmienda propuesta, al menos 60 días antes de la siguiente reunión de las Partes. El depositario deberá enviar a la brevedad posible a todas la Partes, cualquier enmienda propuesta.
2. Las enmiendas a la Convención, adoptadas por las Partes, de conformidad con las disposiciones del Artículo V, párrafo 5, entrarán en vigor cuando el depositario haya recibido los instrumentos de ratificación de todas las Partes.

ARTÍCULO XXV
DENUNCIA

Cualquier Parte podrá denunciar esta Convención mediante notificación escrita enviada al depositario, en cualquier momento después de 12 meses transcurridos a partir de la fecha de entrada en vigor de la Convención para esa Parte. El depositario informará de la denuncia a las demás Partes dentro de 30 días de su recepción. La denuncia surtirá efecto 6 meses después de recibida por el depositario.

ARTÍCULO XXVI
CONDICIÓN DE LOS ANEXOS

1. Los Anexos a esta Convención son parte integrante de la misma. Cuando se hace referencia a la Convención se hace referencia también a sus Anexos.
2. A menos que las Partes decidan otra cosa, los Anexos a esta Convención pueden ser enmendados por consenso en cualquier reunión de las Partes. Salvo acuerdo en contrario, las enmiendas a los Anexos entrarán en vigor para todas las Partes 1 año después de su adopción.

ARTÍCULO XXVII
TEXTOS AUTÉNTICOS Y COPIAS CERTIFICADAS

1. Los textos en español, francés, inglés y portugués de esta Convención son igualmente auténticos.
2. Los originales de la presente Convención serán entregados en poder del Gobierno de Venezuela, el cual enviará copias certificadas de ellos a los Estados signatarios y a las Partes, así como al Secretario General de las Naciones Unidas para su registro y publicación, de conformidad con el Artículo 102 de la Carta de las Naciones Unidas.

En testimonio de lo cual, los plenipotenciarios infrascritos, debidamente autorizados por sus respectivos Gobiernos, han firmado la presente Convención.
Hecho en Caracas, Venezuela, el primer día de diciembre de 1996.

BCN Legislación chilena
Folio010578
Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

ANEXO I
TORTUGAS MARINAS*

1. Caretta caretta (Linnaeus, 1758).
Tortuga caguama, cabezuda, cahuama
Loggerhead turtle
Tortue caouanne
Cabeçuda, mestiça

2. Chelonia mydas (Linnaeus, 1758), incluyendo las poblaciones de esta especie en el Pacífico Oriental o Americano clasificadas alternativamente por especialistas como Chelonia mydas agassizii (Carr, 1952), o como Chelonia agassizii (Bocourt, 1868).
Tortuga blanca, aruana, verde
Green sea turtle
Tortue verte
Tartaruga verde
Soepschildpad, krapé

Nombres comunes alternativos en el Pacifico Oriental:
Tortuga prieta
East Pacific green turtle, black turtle
Tortue verte du Pacifique est.

3. Dermochelys coriacea (Vandelli, 1761)
Tortuga laúd, gigante, de cuero
Leatherback turtle
Tortue luth
Tartaruga gigante, de couro
Lederschildpad, aitkanti.

4. Eretmochelys imbricata (Linnaeus, 1766).
Tortuga de carey
Hawksbill sea turtle
Tortue caret
Tartaruga de pente
Karét.

5. Lepidochelys kempii (Garman, 1880).
Tortuga lora
Kemp's ridley turtle
Tortue de Kemp.

6. Lepidochelys olivacea (Eschscholtz, 1829).
Tortuga golfina
Olive ridley turtle
Tortue olivâtre
Tartaraga oliva
Warana.

* Debido a que existe una gran variedad de nombres comunes, incluso en el mismo país, la presente lista de los mismos no es exhaustiva.

ANEXO II
PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LOS HÁBITATS DE LAS TORTUGAS MARINAS

Cada Parte considerará y, de ser necesario, podrá adoptar, de acuerdo con sus leyes, reglamentos, políticas, planes y programas, medidas para proteger y conservar, dentro de sus territorios y en las áreas marítimas respecto a las cuales ejerce soberanía, derechos de soberanía o jurisdicción, los hábitats de las tortugas marinas, tales como:

1. Requerir estudios de impacto ambiental de las actividades relativas a desarrollos costeros y marinos que pueden afectar los hábitats de las tortugas marinas, incluyendo: dragado de canales y estuarios; construcción de muros de contención, muelles y marinas; extracción de materiales; instalaciones acuícolas; establecimiento de instalaciones industriales; utilización de arrecifes, depósitos de materiales de dragados y de desechos, así como otras actividades relacionadas.
2. Ordenar y, de ser necesario, regular el uso de las playas y de las dunas costeras respecto a la localización y características de edificaciones, al uso de iluminación artificial y al tránsito de vehículos en áreas de anidación.
3. Establecer áreas protegidas y otras medidas para regular el uso de áreas de

BCN Legislación chilena
Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

anidación o distribución frecuente de tortugas marinas, incluidas las vedas permanentes o temporales, adecuación de las artes de pesca y, en la medida de lo posible, restricciones al tránsito de embarcaciones.

ANEXO III
USO DE DISPOSITIVOS EXCLUIDORES DE TORTUGAS

1. Por "Embarcación camaronera de arrastre" se entiende cualquier embarcación utilizada para la captura de especies de camarón por medio de redes de arrastre.
2. Por "Dispositivo excluidor de tortugas" o "DET" se entiende aquel aditamento cuyo principal objetivo es incrementar la selectividad de las redes de arrastre camaroneras para disminuir la captura incidental de tortugas marinas en las operaciones de pesca de arrastre de camarón.
3. Cada Parte deberá exigir el uso de los dispositivos excluidores de tortugas (DETs) recomendados, instalados adecuadamente y en funcionamiento, en todas las embarcaciones camaroneras de arrastre sujetas a su jurisdicción que operen dentro del Área de la Convención.
4. Cada Parte, en base a los datos científicos más fidedignos disponibles, podrá permitir excepciones al uso del DET, tal como se estipula en el Párrafo 3, sólo en los casos que a continuación se describen:

a. Embarcaciones camaroneras de arrastre cuyas redes sean recobradas exclusivamente por medios manuales en vez de mecánicos y para las embarcaciones camaroneras para cuyas redes de arrastre no se hayan desarrollado dispositivos excluidores de tortugas (DETs). En tales casos, la Parte deberá adoptar otras medidas para disminuir la mortalidad incidental de tortugas marinas tales como limitación de tiempo de arrastre, veda de temporada y zonas de pesca en áreas de distribución de tortugas marinas, igualmente eficaces y que no menoscaben los esfuerzos para lograr el objetivo de esta Convención;
b. Embarcaciones camaroneras de arrastre:

   i. que usen exclusivamente redes de arrastre respecto de las cuales se haya demostrado que no representan riesgo de muerte incidental para las tortugas marinas;
   ii. que operen bajo condiciones en las cuales no haya probabilidad de interacción con las tortugas marinas, teniendo en cuenta que la Parte que aplique esta excepción deberá proporcionar a las otras Partes, ya sea directamente o a través del Secretariado, si éste fuera establecido, evidencia científica documentada que demuestre que tal riesgo o probabilidad no existe;

c. Embarcaciones camaroneras de arrastre que realicen investigaciones científicas bajo un programa aprobado por la Parte, y
d. Lugares donde la presencia de algas, sargazos, deshechos, u otras condiciones especiales, ya sean temporales o permanentes, hagan impracticable el uso de DETs en un área específica, siempre y cuando:

   i. cualquiera de las Partes que permita esta excepción adopte otras medidas para proteger las tortugas marinas que se encuentren en el área en cuestión, tales como límites en el tiempo de arrastre;
   ii. sólo en situaciones extraordinarias de emergencia, de naturaleza temporal, cualquiera de las Partes podrá aplicar excepciones a más de un pequeño número de embarcaciones sujetas a su jurisdicción, las cuales, en otras circunstancias, tendrían que usar los DETs de acuerdo con el presente

BCN Legislación chilena
Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

Anexo, y

iii. La Parte que permita esta excepción deberá proporcionar a las otras Partes, ya sea directamente o a través del Secretariado, si éste fuera establecido, la información referente a las condiciones especiales y al número de embarcaciones camaroneras de arrastre que se encuentren operando en el área en cuestión.

5. Cualquiera de las Partes podrá hacer comentarios sobre la información proporcionada por cualquier otra Parte de conformidad con el párrafo 4. Cuando sea apropiado, las Partes buscarán el asesoramiento del Comité Consultivo y del Comité Científico para solucionar diferencias en puntos de vista. Si el Comité Consultivo lo recomienda y las Partes así lo acuerdan, la Parte que ha permitido una excepción de conformidad con el párrafo 4, reconsiderará la permanencia o ampliación de dicha excepción.

6. Las Partes podrán, por consenso, aprobar otras excepciones al requerimiento de uso de DETs estipulado en el párrafo 3, de conformidad con la mejor información científica disponible y basándose en las recomendaciones de los Comités Consultivo y Científico, para tomar en cuenta circunstancias que requieran consideración especial, siempre que dichas excepciones no menoscaben los esfuerzos para lograr el objetivo de esta Convención.

7. Para los efectos de esta Convención:

a. Los DETs recomendados serán aquellos que determinen las Partes, con el asesoramiento de los Comités Consultivo y Científico, para reducir la captura incidental de tortugas marinas en las operaciones de arrastre de camarón en la mayor medida posible;

b. En su primera reunión, las Partes elaborarán una lista inicial de DETs recomendados, que podrá ser modificada en las siguientes reuniones;

c. Hasta que se realice la primera reunión de las Partes, cada Parte determinará, de acuerdo con sus leyes y reglamentos, los DETs cuyo uso exigirá en las embarcaciones camaroneras de arrastre sujetas a su jurisdicción a fin de reducir la captura incidental de tortugas marinas en las operaciones de pesca camaronera de arrastre en la mayor medida posible, basándose en consultas con las demás Partes;

8. A solicitud de cualquier otra Parte o de los Comités Consultivo o Científico, cada Parte deberá facilitar, directamente o a través del Secretariado, si este fuese establecido, la información científica pertinente para el logro del objetivo de esta Convención.

ANEXO IV
INFORMES ANUALES

Los informes anuales a que hace referencia el Artículo XI, párrafo 1, incluirán:

a. Una descripción general del programa para la protección y conservación de las tortugas marinas y de sus hábitats, incluyendo cualquier ley o reglamento adoptados para lograr el objetivo de la Convención;

b. cualquier nueva ley o reglamento pertinentes adoptados durante el año precedente;

c. Una síntesis de las acciones realizadas, y de los resultados de las mismas, en la implementación de las medidas de protección y conservación de tortugas marinas y sus hábitats, tales como campamentos tortugueros; mejoramiento y desarrollo de nuevas artes de pesca para disminuir la captura y mortalidad incidentales de tortugas marinas; investigación científica, incluyendo estudios de marcado, migraciones, repoblamiento; educación ambiental, programas de manejo y establecimiento de zonas de reserva, actividades de cooperación con otras Partes y todas aquellas acciones orientadas a lograr el objetivo de la Convención;

d. Una síntesis de las acciones realizadas para asegurar el cumplimiento de sus leyes y reglamentos, incluyendo las sanciones impuestas en el caso de infracciones;

e. Una descripción detallada de las excepciones establecidas, de conformidad con la Convención, durante el año precedente, incluyendo las medidas de seguimiento y mitigación relacionadas con tales excepciones y, en particular, información pertinente sobre el número de tortugas, nidos y huevos afectados y sobre las áreas de los hábitats

BCN Legislación chilena

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

afectados por la implementación de tales excepciones;
f. Cualquier otra información que la Parte considere pertinente.

Anexo 3

Mortalidad de tortugas marinas (*Chelonia mydas*) por ataques de lobo común (*Otaria flavescens*) en bahía Mejillones del Sur. Diagnóstico y propuesta de acción.

(Carlos Guerra C.)

CENTRO REGIONAL DE ESTUDIOS Y EDUCACIÓN AMBIENTAL
UNIVERSIDAD DE ANTOFAGASTA



MORTALIDAD DE TORTUGAS MARINAS (*Chelonia mydas*) POR ATAQUES DE LOBO COMUN (*Otaria flavescens*) EN BAHIA MEJILLONES DEL SUR. Diagnóstico y propuestas de acción.

Antofagasta, Agosto 2007

Dr. Carlos Guerra Correa. Biólogo Ph.D.[1, 2]
Christian Guerra Castro. Ecólogo Marino[2]
Arami Silva Marin. Ecólogo Marino[2]

[1]Instituto de Invetigaciones Oceanológicas
Facultad de Recursos del Mar
Universidad de Antofagasta

[2]Centro Regional de Estudios y Educación Ambiental
Universidad de Antofagasta
CREA - UA

UA Universidad de Antofagasta CREA
CENTRO REGIONAL DE ESTUDIOS Y EDUCACIÓN AMBIENTAL
UNIVERSIDAD DE ANTOFAGASTA

MORTALIDAD DE TORTUGAS MARINAS (*Chelonia mydas*) POR ATAQUES DE LOBO COMUN (*Otaria flavescens*) EN BAHIA MEJILLONES DEL SUR.

Antecedentes

Durante el mes de Julio 2007 se verificó el varamiento de cadáveres de tortugas ***Chelonia mydas*** en las playas de bahía Mejillones del Sur. La mayoría de ellas fueron recogidas en la zona industrial, mientras que una fue encontrada varada en el sector del camping. Todos los restos estaban en avanzado estado de descomposición, por lo que no se logró verificar posibles causales de tal situación. Días después, se encontró un cadáver aún fresco flotando en la zona de El Rincón, el que fue llevado al Centro de Rescate y Rehabilitación de Fauna Silvestre (CRRFS) de la Universidad de Antofagasta por miembros del Cuerpo de Voluntarios del Bote Salvavidas de Mejillones, en donde se le practicó una revisión de las heridas que presentaba. Las observaciones muestran laceraciones en la zona inferior o ventral del cuello, en la forma de desgarros profundos que comprometen los tejidos musculares, ductos respiratorio (tráquea) y digestivo (esófago), además de rompimiento de venas y arterias que surcan en cuello. lo que le provocó sin lugar a dudas la muerte. El cadáver no presenta otras heridas sino las descritas. La condición corporal del ejemplar es normal, con abundante tejido graso, lo que indica un buen estado de alimentación o condición corporal.

Posterior a los primeros hallazgos de cadáveres, se conformó una comisión de trabajo, coordinada por CONAMA Regional, convocando a Directemar, Sernapesca, Municipalidad de Mejillones y la Universidad de Antofagasta. Se elaboró un plan de trabajo, principalmente orientado a registrar nuevos cadáveres de tortugas y cualquier otra información que permita incrementar el conocimiento del fenómeno. Posterior a esta primera reunión, la Universidad no ha sido nuevamente convocada, por lo que sus antecedentes y análisis se expresan en el presente informe

El mismo día en que se realizaban las observaciones del cadáver trasladado al CRRFS, y se hipotetizaba sobre una causal de ataque a la tortuga por parte de lobo de mar, se informaba desde Bahía Mejillones del Sur, que una persona que navegaba por el sector de la congregación de tortugas en la pluma térmica de la empresa Edelnor el día 16 de Julio 2007, avistó el ataque a una tortuga por parte de tres ejemplares de lobo común ***Otaria flavescens***, lo que confirmó la hipótesis de que las laceraciones en el cuello fueron hechas por ejemplares de esta especie.

A partir de esa fecha se han sucedido informaciones de ataques de lobos marinos a las tortugas. En ocasiones fueron dos ejemplares de lobo, atacando cada uno a una tortuga o dos a tres lobos atacando a un solo ejemplar de tortuga. Los lobos atacan a estos ejemplares por debajo, desgarrando su cuello. Posteriormente arrastran a la presa a

Av. U. de Antofagasta 02800 **Fono.** 637030 637032 **Fax:** 637034 **Correo Electrónico:** crea@uantof.cl
http://www.uantof.cl/crea
Antofagasta - Chile

aguas más someras, se sumergen y salen, balleando violentamente los restos de tortuga hasta desgarrar parte del cuello y en ocasiones algunas de las aletas. Finalmente los cuerpos se van al fondo, razón por la cual, la mayoría aparece flotando una vez que han transcurrido algunos días y se ha acumulado gases en su interior por los naturales procesos de descomposición. No todos los cuerpos descompuestos flotan y llegan a la costa, pues se reporta que buzos que efectúen labores de mantención a algunas empresas (Gas Atacama, Edelnor) han encontrado hasta 7 caparazones en los fondos cercanos a las áreas en donde trabajan.

Adicionalmente, por información recibida desde Mejillones, se alertó al Señor Mauricio Bringas de Sernapesca de la existencia de un ejemplar aún vivo en la zona del Puerto CPM. Este fue trasladado a Antofagasta donde llegó sin vida y solo se evidenciaba una pequeña incisión en la zona hioidea (media posterior a mandibular inferior). Realizada la necropsia del ejemplar por personal especialista del CRRFS, se constató que la herida penetró desde abajo, atravesando el cuello sin salida superior ni perforación de traquea ni esófago, sino con rotura de vasos sanguíneos y procesos cartilaginosos del complejo hioidal. La evidencia permite descartar que la herida haya sido causada por lobos marinos, sino que debió ser hecha por objeto cortopunzante o penetrante como cuchillo delgado o arpón, respectivamente.

En la actualidad, la Ilustre Municipalidad de Mejillones ha solicitado una mayor vigilancia a sus colaboradores, especialmente a un operador turístico de esa localidad (Sr. Juan Menares), lo que ha permitido tener una visión actualizada de los hechos. Lamentablemente al día de hoy, ya el número de lobos que ataca y depreda sobre tortugas sobrepasa los 10 ejemplares y mientras los cadáveres no floten y/o lleguen a la orilla, no se conoce la cifra total de las tortugas muertas por esta situación. Prácticamente todos los días se verifican ataques, lo que permite caracterizar la situación como muy grave, por tratarse de una especie protegida y un evidente incremento de ejemplares de lobo que están incorporando esta presa como parte de su dieta.

Observaciones realizadas en Mejillones, por parte de un equipo de especialistas del Centro Regional de Estudios y Educación Ambiental (CREA-UA), con el apoyo de la I. Municipalidad a través del operador turístico, dan cuenta de la efectividad de las observaciones de ataques de lobos sobre tortugas. Se registró la acción de lobos juveniles acarreando un caparazón de tortuga de tamaño mediano (40 – 60 cm), el que ya había sido depredado, conducta que es posible interpretar como reconocimiento y aprendizaje para la depredación por lobos jóvenes, situación que no había sido notificada anteriormente. Se aprecia una directa relación entre ataques a tortugas y carencia de alimento para los lobos, sea éste ofrecido por el hombre o por presencia de cardúmenes de peces en las cercanías (al interior de la bahía). Los lobos que desarrollan estas conductas depredadoras sobre tortugas marinas son ejemplares que se mantienen en el área de operaciones humanas de Mejillones (caleta, fondeos de embarcaciones pesqueras, deportivas, terminales marítimos, otras estructuras pertenecientes a

emplazamientos industriales). Con el fin de tener un mejor diagnóstico de esta situación, entre el sábado 11 y domingo 12 de agosto 2007 se efectuó un reconocimiento de ubicación y censo de agrupaciones de lobos marinos en el área de operaciones humanas en la costa de Mejillones. Cada punto de congregación fue georreferenciado mediante GPS, al mismo tiempo que se registró aspectos conductuales y cuantificación de los ejemplares de lobos en el área. En total se contabilizó 311 individuos de lobos marinos de la especie ***Otaria flavescens***, agrupados sobre boyas, balsas o plataformas fondeadas y embarcaciones en desuso. La población de tortugas marinas conocida en el sector de la descarga, por haber realizado varios estudios por parte de los mismos especialistas, muestra una notable reducción de su abundancia, registrándose ahora un número no superior a 20 ejemplares medianos. No se observó ningún ejemplar de mayor tamaño, como aquellos normalmente registrados en estudios anteriores (Guerra et al. 2004[1]), presumiéndose la pérdida de éstos.

Diagnóstico global

La interacción de tortugas con mamíferos marinos no es un hecho muy frecuente, solo se registra una publicación en Sea Turtle Newsletter que da cuenta de una síntesis y análisis de este tipo de interacción. En cuanto a Pinipedos (entre ellos lobos marinos) solo tres casos han sido reportados: uno en Hawai, en donde la foca Monk Seal (***Monachus schauinslandi***) se le registró acercándose a una tortuga verde (***Chelonia mydas***), no obstante no hay suficientes evidencias que haya habido depredación (Dagmar & Fulling, 2007[2]). Otra muerte se registra en la misma especie de tortuga en Australia, al ser arrollada por un ejemplar de elefante marino del Sur (***Mirounga leonina***). Solamente se reporta una depredación efectiva sobre tortuga Cabezona (***Caretta caretta***), por la foca Monk Seal del Mediterráneo (***Monachus monachus***), durante un año de extrema escasez de alimento (Margaritoulis. et al. 1996, FIDE Dagmar & Fulling Op.Cit.). Un solo caso involucra al León Marino de Australia (***Neophoca cinera***), en que "se sospecha" como responsable de muertes de tortugas verdes juveniles. Fuera de estos casos, nada más se encuentra en la literatura, ni en la rueda de comunicación con especialistas, por lo que la situación de Mejillones es verdaderamente un hecho singular y nuevo para lo que se conoce de conducta depredadora de lobos marinos.

Ante los hechos relatados, el pronóstico es bastante negativo por cuanto se aprecia un sostenido incremento de animales involucrados, aprendizaje de ejemplares jóvenes y una

[1] Guerra-Correa, C., A. Malnarich, R. Helena, Ch. Guerra, A. Silva y P. Bolados. 2004. Congregación de Chelonia mydas en Descarga Térmica en Bahía Mejillones del Sur, Chile, Región de Antofagasta. II reunión sobre la Investigación y Conservación de Tortugas Marinas del Atlántico Sur Occidental – ASO – 30 Sep 1 y 2 Oct. 2004. Sn. Clemente del Tuyú, Bs.As. Argentina.

[2] Dagmar Fertl & G.L. Fulling. 2007. Interactions Between Marine Mammals and Turtles. Marine Turtle Newsletter N° 116, 2007. 4 – 8.

notable reducción de tortugas verdes, enfatizando que esta especie presenta problemas de conservación a nivel mundial (IUCN, CITES, CIT, CPPS).

Posibles acciones de protección para las tortugas

Habiéndose recogido información preliminar, se realizó una amplia rueda de comunicaciones con investigadores nacionales e internacionales, con el fin de recoger la experiencia para el tratamiento de interacciones negativas con lobos marinos. Entre los aportes más importantes se cuentan los de: Daniel Palacios, Ph.D. Research Oceanographer (JIMAR) Environmental Research Division, SFSC, NOSSS Fisheries; Graz Early. Program Manager, Stranding Program, Mote Marine Laboratory. Florida; Mauricio Fabry Otte, M.V., Parque Metropolitano, Chile; Luis Huckstadt Ph.D. University of California at Santa Cruz, USA.; Joel Ortega-Ortiz, Ph.D. Research Asociate, Oregon State University, Marina Mammal Institute, Hatfield Marine Science Center, USA.; Dr. Roger Kirkwood, Biologist, Phillip Island Nature Parks, Victoria, Australia; Dra. Betsy Pincheira. M.V. Santiago-Chile; Luis M. Domenzain M.V., Asesor Veterinario de FUNZEL, Fundación Zoológica de El Salvador, IUCN Vetennary Specialist Gr. ; John Griffith, Coos Bay Oregon; Diego Albareda M.V, Jardín Zoológico de Buenos Aires y Acuario de Buenos Aires, Argentina.

De las conversaciones con los profesionales contactados y la propia experiencia del autor y equipo investigador, se pueden analizar las distintas acciones posibles, con sus ventajas y sus complicaciones.

a) Captura y traslado de ejemplares de lobos marinos: La inmovilización de ejemplares de lobos marinos es técnicamente posible. Existe alguna experiencia y equipamiento en Chile, quienes podrían incluso colaborar en la aplicación de dardos anestésicos. No obstante, dadas las condiciones del lugar de los hechos, es altamente probable que los ejemplares adormecidos se echen al mar y mueran ahogados. La técnica requiere aplicarse en tierra y mantener a los ejemplares allí, situación que no se da en Mejillones, por cuanto algunos ejemplares solo salen a la playa de la parte baja del muelle y se escapan al mar frente a la presencia humana. De Australia sugieren un método de captura de lobos en el mar, mediante una red y "camada" para que el lobo se sitúe dentro del marco que sujeta la red. Una vez que el animal se sitúa dentro del marco, el sistema es izado por una pluma y el lobo es retenido dentro de la red. Es algo así como un chinguillo cuadrado de unos 4 x 3 m. Para esto se requiere una embarcación con pluma y huinche y realizar la operación complementariamente desde un muelle. No obstante existir posibilidades de captura, aunque con dificultad, el mayor problema de esta opción es que los animales deberían ser liberados al menos a unos 800 – 1000 km de distancia, pues la experiencia de Oregon y Australia indica que lobos trasladados son capaces de regresar al lugar, desde distancias mayores

a 300 km, de tal forma que a pesar del gasto que implicaría esta solución, el resultado positivo es solo transitorio.

b) Eliminación / sacrificio de los ejemplares. Esta opción ha sido implementada en algunos casos en los EEUU y otros países, contando con las autorizaciones de las instituciones del Estado encargadas de este recurso. Para aplicar esta opción, al igual que la anterior, se requiere determinar con exactitud, la individualización de los ejemplares con conducta anómala, con el fin de remover selectivamente a aquellos que efectivamente presentan tal conducta y realizan un daño equivalente o mayor a la medida de sacrificio que se debe adoptar. La implementación de una medida de este tipo requiere de una cuidadosa planificación, tanto para ejecutar la remoción, como para impactar lo menos posible la conciencia pública respecto de la vida animal. Siempre existirá la posibilidad de la incomprensión de la medida y quedar expuesto a la crítica pública. De allí que el cuidado del lugar y hora de la realización de la medida deben ser planificadas teniendo en cuenta los aspectos de connotación pública que intervienen. La mayor complicación de esta medida para aplicar en Bahía Mejillones, es el número de ejemplares censados recientemente (311 ejemplares) y la necesidad de individualizar con exactitud a aquellos con hábitos de depredación sobre tortugas. Caben las preguntas de ¿Cuántos de los 311 individuos presentan esta conducta? ¿Cuántos remover? ¿quedan algunos de ellos sin remover? Es una medida compleja y debe ser monitoreada y si es necesario, repetir ante el surgimiento de nuevos ejemplares con el mismo hábito.

c) Alejamiento forzado de ejemplares de lobo: Es una medida que puede ser abordada con diversas metodologías. Tanto por medios químicos y mayoritariamente físicos, como ultrasonidos y/o choques eléctricos. La aplicación de este tipo de medidas requiere una investigación previa, en que experimentalmente se evalúe el efecto del método sobre otros elementos de fauna del lugar. La experiencia indica que si bien algunos métodos funcionan en los primeros días de su aplicación, posteriormente los animales generan ajustes conductuales y fisiológicos de forma tal, que los estímulos dejan de producir el efecto original.

d) Alejamiento de lobos por inexistencia de ofertas alimenticias y de apostaderos en el área: Presupone la eliminación de plataformas susceptibles de ser utilizadas como apostaderos o la implementación en ellas de estructuras restrictivas (mallas, rejas, etc..). lo que debe ser exigido como resultado de aparición de impactos ambientales no previstos de las empresas responsables de la infraestructura flotante. Por otro lado, esta opción requiere de la eliminación total de ofrecimiento y alimentación de lobos por parte de actividades humanas (restos de pescados en terminales pesqueros, yomas o descargas industriales, alimentación por turistas). Para esto se requieren medidas administrativas definidas y procedimientos y

acciones de fiscalización. Requiere por sobre todo, proceso de educación pública mediante folletos y carteles en toda el área.

El análisis de la situación, indica que el origen del problema se radica en dos fenómenos anómalos, atribuibles a acciones humanas:

1. La congregación de tortugas marinas que se produce en un sector de la costa de Mejillones no es natural. Es una conducta de agregación inducida por la descarga de aguas cálidas que forman una pluma de dispersión lenta y en un área costera, dentro de la Zona de Protección Litoral (ZPL), sin elementos tecnológicos que colaboren en una mayor velocidad de dispersión térmica, o en una forma estructural distinta de la pluma que se genera. De acuerdo a estudios realizados por el autor (Guerra et al. 2007[3]), las tortugas marinas utilizan las aguas cálidas de la pluma térmica para regular la temperatura de sus cuerpos (termorregulación conductual) y desde allí excursionar en forma cíclica a áreas de forrajeo en profundidades entre 3 y 20 m, principalmente hacia el sector Norte de la Bahía. Las tortugas suelen pasar horas y días en el sector de la descarga, en donde además se alimentan de algunas algas que encuentran en el lugar (***Rhodymenia sp. Ulva sp. Gracillaria sp.***), normalmente trozos sueltos, lo que explica que por ser de baja abundancia, realizan viajes de forrajeo hacia otros puntos de la bahía. Mediante técnicas de marcaje y seguimiento satelital, los autores (Guerra et al. 2004[4]; M. Donoso, IFOP. Com.Pers.) han registrado prevalencias de tortugas en el área hasta por siete meses. Posterior a su estada en el área, las tortugas continúan su migración hacia el Norte. Los hechos analizados indican claramente que las tortugas se congregan en el área como resultado de una conducta inducida, lo que debe considerarse como una situación "anormal". Esta abundancia en un área muy pequeña con gran cantidad de ejemplares de tortugas es un factor facilitante para generar depredación sobre ellas, pues de otra forma, su dispersión sería tal, que los lobos marinos no tendrían el lugar como un área de alimentación, utilizando como especie blanco a las tortugas allí congregadas, incrementando notablemente la probabilidad de ser depredadas.

[3] Guerra-Correa, C., Ch. Guerra, P. Bolados, A. Silva y P. Garfias. 2007. Sea Turtle Congregation in Discrete Temperate Shoreline Areas in Cold Northern Chilean Coastal Waters. 27th International Simposium on Sea Turtle Biology and Conservation. Feb 24 – 27 2007. Myrtle Beach. SC. USA.

[4] Guerra-Correa, C., A. Malmanch, B. Helena, Ch. Guerra, A. Silva y P. Bolaños. 2004. Congregación de Chelonia mydas en Descarga Térmica en Bahía Mejillones del Sur, Chile, Región de Antofagasta. II reunión sobre la Investigación y Conservación de Tortugas Marinas del Atlántico Sur Occidental. ASO - 30 Sep 1 y 2 Oct. 2004. Sn. Clemente del Tuyú, Bs.As. Argentina

CENTRO REGIONAL DE ESTUDIOS Y EDUCACIÓN AMBIENTAL
UNIVERSIDAD DE ANTOFAGASTA

2 La conducta de los lobos de buscar alimento en el área costera de la ciudad de Mejillones es el resultado de la facilitación de su alimentación por parte de las actividades humanas mal manejadas y mal reguladas. Se ha documentado ampliamente que los lobos marinos aprenden rápidamente a alimentarse de restos de peces arrojados al mar en los terminales pesqueros artesanales y áreas de descargas de faenas pesqueras industriales. En ocasiones también se verifica la alimentación de lobos por parte de operadores turísticos o turistas que ven en la actividad un acercamiento a la vida silvestre, con fines educativos o de entretención. Esta inducción a dejar de lado la conducta de depredación natural, motiva en estos animales el ataque a redes de pescadores, embarcaciones, personas acarreando peces en los muelles e incluso a buzos comerciales y deportivos cuando retienen peces u otros productos hidrobiológicos bajo el agua. Son los llamados "lobos cebados". Los animales prefieren esperar e incluso solicitar conductualmente alimento en los muelles, en vez de salir y desarrollar sus dotes instintivas de depredación. De acuerdo a lo discutido con los expertos, esta situación promueve el ataque a presas no tradicionales como salmones, aves y en este caso, se agregan, tortugas marinas. Se indica además que al eliminar estas fuentes antrópicas de alimentación, los animales recuperan sus capacidades depredadoras. Facilita el proceso de cebamiento, la cantidad de plataformas flotantes para la congregación, descanso y dormidero de lobos marinos (Figura 2). Se constató una buena cantidad de "apostaderos artificiales" para lobos en la forma de artefactos flotantes y embarcaciones abandonadas. Solo en un terminal marítimo de Mejillones se observó la aplicación de barreras para evitar el hecho. Algunas de las boyas del TTMM Interacid poseen rejas que inhiben o imposibilitan el uso de éstas como apostadero (Fig. 3). El estudio preliminar realizado por el CREA y Municipalidad de Mejillones el 11 y 12 de agosto arrojó la existencia de 20 sitios o puntos de apostaderos de lobos en el área antrópica de Mejillones, con un mínimo de 1 y máximo de 82 lobos sobre ellos, con un promedio de 15.5 (DS=20.7) individuos por plataforma. Los datos de estos resultados se muestran en la Tabla 1 y la cartografía de ubicación, en la Figura 1 (ver ANEXOS).

Hay concordancia en que son estos dos hechos los responsables de la pérdida de ejemplares de tortugas marinas, por lo que las medidas a mediano y largo plazo, deben propender a la erradicación de ambos. El primero, como un impacto ambiental no previsto que se ha agravado, poniendo en riesgo una gran cantidad de ejemplares de tortugas marinas, y el segundo, como una conducta humana que debe ser modificada mediante promoción, educación y regulación a través de normativas que prohíban la alimentación de lobos marinos por parte del ser humano y considere que las boyas,

Av. U. de Antofagasta 02800 Fono. 637030 - 637032 Fax: 637034 Correo Electrónico: crea@uantof.cl
http://www.uantof.cl/crea
Antofagasta - Chile

plataformas y cualquier elemento flotante que facilite la congregación de lobos marinos en áreas portuarias, también constituyen impactos ambientales no previstos y se exija deban ser modificados. mediante elementos que impidan a los lobos las usen como apostaderos.

Decisiones de urgencia jerarquizadas

Con el fin de evitar la continuación de pérdidas de ejemplares de tortugas, se sugiere la aplicación de las siguientes medidas:

1. Traslado de tortugas marinas de Mejillones a un lugar seguro. mientras se mantenga la presencia de lobos marinos de conducta anómala en el lugar. Cualquier medida de alejamiento, traslado o eliminación de lobos marinos en Mejillones o cualquier otra medida administrativa, tomará un tiempo mayor a la tasa de pérdida de tortugas que se viene verificando desde Julio a la fecha (12 de agosto). Una acción como la sugerida ya se ha realizado en Antofagasta frente a una emergencia distinta en su origen, pero similar en los riesgos para las tortugas, por lo que existe la experiencia de trabajo para estas circunstancias. Se sugiere coordinar una acción de captura, evaluación y traslado de ejemplares con el Centro de Rescate y Rehabilitación de Fauna Silvestre y profesionales con experiencia en investigación en tortugas marinas del Centro Regional de Estudios y Educación Ambiental. ambos de la Universidad de Antofagasta, junto a la Armada de Chile, Ilustre Municipalidad de Mejillones, todos bajo la coordinación de SERNAPESCA y CONAMA. El lugar de recepción del traslado debería ser Caleta Constitución, por cuando allí se ha verificado una congregación saludable de ejemplares y una actitud de compromiso para la protección de las tortugas por parte de la comunidad de pescadores artesanales del lugar. Esto permitirá salvar el mayor número posible de ejemplares. antes de que sean objeto de mortalidad por depredación.

2 Estudio de cuantificación, distribución y rango de acción de la agregación de lobos marinos en el área portuaria y de operaciones industriales de bahía Mejillones del Sur. Es necesario dimensionar objetivamente la cantidad de lobos marinos en el área, así como la estructura etárea y sexual de la subpoblación. Los animales deben ser individualizados mediante marcaje (técnica de paintball), con el fin de establecer sus respectivos rangos de acción, según existan sub-agrupaciones. Esto permitirá definir la individualización de aquellos ejemplares que presenten las más severas conductas depredadoras sobre tortugas marinas o tengan como área de forrajeo el sector de congregación de tortugas en la descarga de la termoeléctrica. Teniendo la individualización, cualquier medida que se decida para

remover a los ejemplares, tendrá un mejor sustento para su justificación y aplicación.

3. Una agresiva campaña de educación y promoción de la idea de no alimentar ni permitir la presencia de lobos marinos en estructuras y áreas consideradas de acción humana directa (muelles y playas) Incorporar la participación ciudadana como acción de convencimiento e información sobre hechos que promuevan las conductas anómalas de los lobos.

4. Evaluar la pertinencia de exigir modificación de operaciones y estructuras que promuevan conductas anómalas de animales silvestres (descargas térmicas, plataformas flotantes, etc..).

Avances realizados por el Centro Regional de Estudios y Educación Ambiental de la Universidad de Antofagasta

Además de las indagaciones de hechos, bibliográficas y mesas de expertos realizados por el CREA-UA, se trabaja en colaboración con la Ilustre Municipalidad de Mejillones para incrementar la información sobre el fenómeno y sustentar de mejor forma las medidas a proponer a la autoridad competente. Paralelamente se gestiona el financiamiento de un proyecto a Marine Conservation Action Fund, de los EEUU, quienes han ofrecido evaluar una propuesta y eventualmente disponer de algunos fondos menores para desarrollar los estudios de urgente necesidad y colaborar con las autoridades para aplicar las medidas más adecuadas posibles, para la protección de las tortugas marinas. La propuesta se elabora con la participación de la Ilustre Municipalidad de Mejillones y la agrupación ADEMAM de la misma ciudad, sin embargo para el éxito de la misma, se requiere la vinculación de otras organizaciones del Estado y la obtención de fondos locales de contraparte.

CENTRO REGIONAL DE ESTUDIOS Y EDUCACION AMBIENTAL
UNIVERSIDAD DE ANTOFAGASTA

ANEXOS

Tabla 1. Cantidad y ubicación de los ejemplares de *Otaria flavescens* en Mejillones

nombre punto	machos jovenes	machos adultos	hembras	juveniles	total lobos
Muelle fiscal		4			4
Lancha doña Anita 601		8	9	3	20
Boya amarre pesquero			4		4
Boya amarre pesquero		1	1		2
Boya amarre pesquero		1		1	2
Boya amarre pesquero	1	1			2
Boya amarre pesquero			1		1
Yate Damarisotta	5	2	15	1	23
Boya amarre Buque Enaex		1	7	3	11
Boya amarre Buque Enaex			1	2	3
Plataforma Enaex				1	1
Boya amarre Buque Enaex	3		10		13
Boya amarre Buque Enaex			10	1	11
Boya amarre Buque Enaex	5		9	4	18
Balsa Interacid	8	12	36	26	82
Ducto flotante Interacid		4	39	19	62
Boya baliza Megapuerto			8	3	11
Boya baliza Megapuerto			8	1	9
Boya baliza Megapuerto		1	10	3	14
Boya baliza Megapuerto		3	12	3	18
				Total	311

Av. U. de Antofagasta 02800 Fono: 637030 637032 Fax. 637034 Correo Electrónico: creaf@uantof.cl
http://www.uantof.cl/creaf
Antofagasta - Chile

Figura 1. Ubicación de apostaderos artificiales y número de ejemplares de Lobo Común ***Otaria flavescens*** en área costera frente a ciudad de Mejillones.

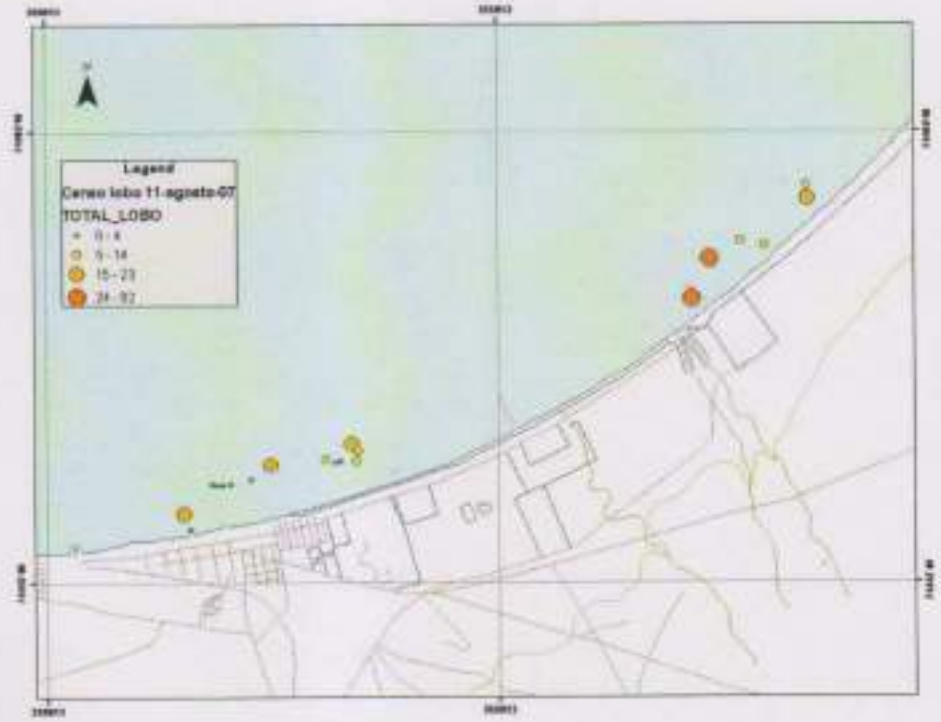


Figura 2. Apostaderos artificiales de lobos marinos en artefactos flotantes frente a la ciudad de Mejillones



UA Universidad de Antofagasta CREA
CENTRO REGIONAL DE ESTUDIOS Y EDUCACIÓN AMBIENTAL
UNIVERSIDAD DE ANTOFAGASTA

Figura 3. Artefacto flotante que muestra una forma de impedir que lobos marinos lo utilicen como apostadero artificial. En este caso sin embargo, utilizan el ducto que flota a ambos lados.



Av. U. de Antofagasta 02800 **Fono**: 637038 – 637032 **Fax**: 637034 **Correo Electrónico**: crea@uantof.cl
http://www.uantof.cl/crea
Antofagasta - Chile

Anexo 4

Taller Nacional de Diagnóstico F.O.D.A. sobre *Tortugas Marinas*

Taller Nacional de Diagnóstico F.O.D.A. sobre *Tortugas Marinas*



Organizan:
Instituto de Fomento Pesquero (IFOP)
y
Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR)

Fecha:
Martes 16 noviembre de 2010

Lugar:
Centro de Instrucción y Capacitación Marítima
(CIMAR-DIRECTEMAR)
Subida Cementerio N° 300,
Playa Ancha,
Valparaíso
CHILE

TALLER
"CONSERVACIÓN DE TORTUGAS MARINAS EN CHILE: UN ANÁLISIS FODA"

1. ANTECEDENTES

La amenaza que sufren las cinco especies de tortugas marinas que habitan en aguas del Pacífico Sudeste, motivó a los estados miembros del Plan de Acción para la Protección del Medio Marino y las Areas Costeras del Pacífico Sudeste (1981), a través de la IX Reunión Intergubernamental del Plan de Acción del Pacífico Sudeste realizada en el año 2000, incorporar en la agenda de actividades para la conservación de estos reptiles marinos teniendo en cuenta, entre otros, el Protocolo para la Conservación y Administración de las Areas Marinas Protegidas (1989) y en aplicación regional del Mandato de Yakarta (1995) sobre conservación y utilización de la diversidad biológica marina y costera.

En este contexto y para dar cumplimiento a la actividad 6/10 del programa de actividades aprobado en enero del 2010 por la XIV Reunión de la Autoridad General del Plan de Acción del Pacífico Sudeste, se propuso como objetivo general elaborar informes nacionales de diagnostico sobre tortugas marinas en los países del Pacífico Sudeste, con el fin de establecer una línea base de del estado actual de conocimiento de estas especies. Dentro de este marco, se incluye organizar un taller a nivel nacional con actores relevantes con el fin de hacer un análisis FODA referido al tema.

2. OBJETIVO GENERAL

Determinar factores claves y objetivos estratégicos que permitan la conservación de las tortugas marinas en Chile.

Folio010599

3. METODOLOGÍA

Para el cumplimiento del objetivo, se empleó el uso de la herramienta de análisis estratégico “FODA”, que permite analizar elementos internos o externos de programas y proyectos.

3.1 Matriz FODA

El FODA se representa a través de una matriz de doble entrada, llamada MATRIZ FODA (**Cuadro 1**), en la que en el nivel horizontal se analizan los factores positivos y los negativos.

En la lectura vertical se analizan los factores internos y por tanto controlables del programa o proyecto y los factores externos, considerados no controlables.

Este esquema consiste en 4 áreas que representan:

a) Las Fortalezas, son todos aquellos elementos internos y positivos que diferencian al programa o proyecto de otros de igual clase.

b) Las Oportunidades, son aquellas situaciones externas, positivas, que se generan en el entorno y que una vez identificadas pueden ser aprovechadas.

c) Las Debilidades son problemas internos, que una vez identificados y desarrollando una adecuada estrategia, pueden y deben eliminarse.

d) Las Amenazas son situaciones negativas, externas al programa o proyecto, que pueden atentar contra éste, por lo que llegado al caso, puede ser necesario diseñar una estrategia adecuada para poder sortearla.

Esta matriz fue completada en cada una de las áreas por los participantes, a través de la modalidad denominada “lluvia de ideas”, que consiste en tomar nota de todas las situaciones internas-positivas (fortalezas), externas-positivas (oportunidades), externas negativas (amenazas) y problemas internos (debilidades) identificadas en torno al objetivo general.

Una revisión de cada área, es útil para determinar si dos o más ideas establecidas por los participantes tienen similitudes y por ende pueden fusionarse en una sola.

Cuadro 1. Matriz FODA

FACTORES INTERNOS Controlables	FACTORES EXTERNOS No Controlables
FORTALEZAS **(+)**	**OPORTUNIDADES** **(+)**
DEBILIDADES **(-)**	**AMENAZAS** **(-)**

3.2 Reducción

Este paso consiste en reducir el número de los factores generados en la "lluvia de ideas", como máximo hasta 10 factores seleccionando aquellos más importantes.

3.3 Matriz MAFE

Una vez efectuado el FODA con su listado de fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas y posterior reducción de factores, se procedió a realizar una matriz (**Cuadro 2**) que se deriva de la anterior, denominada como MAFE, desarrollando cuatro tipos de objetivos estratégicos, de acuerdo con lo propuesto por David (1997):

1) Estrategias FO: Aplican a las fuerzas internas para aprovechar la ventaja de las oportunidades externas.

2) Estrategias DO: Pretenden superar las debilidades internas aprovechando las oportunidades externas.

3) Estrategias FA: Aprovechan las fuerzas de la organización para evitar o disminuir las repercusiones de las amenazas externas.

4) Estrategia DA: Son tácticas defensivas que pretenden disminuir las debilidades internas y evitar las amenazas del entorno.

Cuadro 2. Matriz MAFE. Lineamiento de objetivos.

	OPORTUNIDADES a) b) c) d)	AMENAZAS a) b) c) d)
FORTALEZAS a) b) c) d)	OBJETIVO ESTRATEGICO TIPO FO	OBJETIVO ESTRATEGICO TIPO FA
DEBILIDADES a) b) c) d)	OBJETIVO ESTRATEGICO TIPO DO	OBJETIVO ESTRATEGICO TIPO DA

3.4 Neutralizar

Como precondición para un diagnóstico sistémico de la materia objetivo, se “neutralizaron" primero los factores seleccionados eliminando todas valorizaciones positivas o negativas, es decir, todos son considerados sólo como factores, sin discriminar entre fortalezas, debilidades, oportunidades o amenazas.

3.5 Matriz de Influencias

Con esta Matriz se valora la capacidad de influencia de cada factor sobre los demás. En este paso el panorama estático del sistema obtenido de la FODA (ver punto 3.1), ahora se hace dinámico con la Matriz de influencias.

Los factores de influencia ya "neutralizados" se registraron en la Matriz, asignándose a cada uno de ellos una letra (**Cuadro 3**).

Se trabajó bajo la premisa de la pregunta ¿Existe una influencia directa del factor A en el factor B?

Si la respuesta es "No", se registró un "0" (cero) en el campo correspondiente.

Si es "Sí", se sometió a juicio de los participantes a la pregunta siguiente:
¿Es esta influencia más bien intensa, media o débil?
Se valoró cada nivel según la ponderación:
Intensa =3
Media =2
Débil =1

Folio010602

En este caso la influencia de un factor en sí mismo no se investigó.

Para el análisis de la influencia se consideró siempre el estado actual, no una situación futura, deseada o imaginaria.

Una vez completos los campos correspondientes de la Matriz de Influencia, se obtuvo para cada factor la Suma activa (indica la intensidad de la influencia del factor en el sistema global en relación a los otros) y la Suma pasiva (indica la intensidad (relativa) que tienen los demás factores del sistema sobre el factor). Con estos antecedentes se estructuró el paso siguiente.

Cuadro 3. Matriz de Influencia

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	∑ ACTIVA
A																
B																
C																
D																
E																
F																
G																
H																
I																
J																
K																
L																
M																
N																
O																
∑ PASIVA																

3.6 Esquema axial

El Esquema Axial proporciona la intensidad relativa de la influencia de cada factor, en comparación con los otros factores y con el grado relativo de "sensibilidad" (Influenciabilidad) de ese factor incidido por parte del sistema.

La Suma Activa y la Suma Pasiva de cada factor de la Matriz de Influencia permiten crear un sistema de coordenadas en el que se asigna un lugar a cada factor. Se utiliza el eje **X** para la Suma Activa y el eje **Y** para la Suma Pasiva (**Fig. 1**). Ambos ejes tienen la misma medida determinando así sus cuadrantes respectivos. Según las Sumas Activa y Pasiva, posteriormente, se asignaron los números correspondientes a ambos ejes. En este esquema se determina la intensidad relativa de cada factor, disponiéndose la escala del modo siguiente:

La Suma Activa máxima de la Matriz de Influencia se registra en el lugar más externo del eje **X**. A partir de aquí, todas las demás graduaciones de la escala reciben asignados los valores numéricos correspondientes. De forma análoga se procede con el eje **Y** con la Suma Pasiva.

Seguidamente, se registra la letra correspondiente a cada factor en el sistema de coordenadas.

La cruz formada por los ejes crea una división en 4 cuadrantes (**Fig. 1**) que ayuda a dividir el conjunto de factores de forma aproximada, y en la cual éstos tienen influencia hacia otros factores y están influenciados por los demás.
Los cuadrantes son:

Activo: Alta influencia, baja Influenciabilidad
Pasivo: Baja influencia, alta Influenciabilidad
Crítico: Influencia intensa, alta Influenciabilidad
Inerte: Baja influencia, baja Influenciabilidad

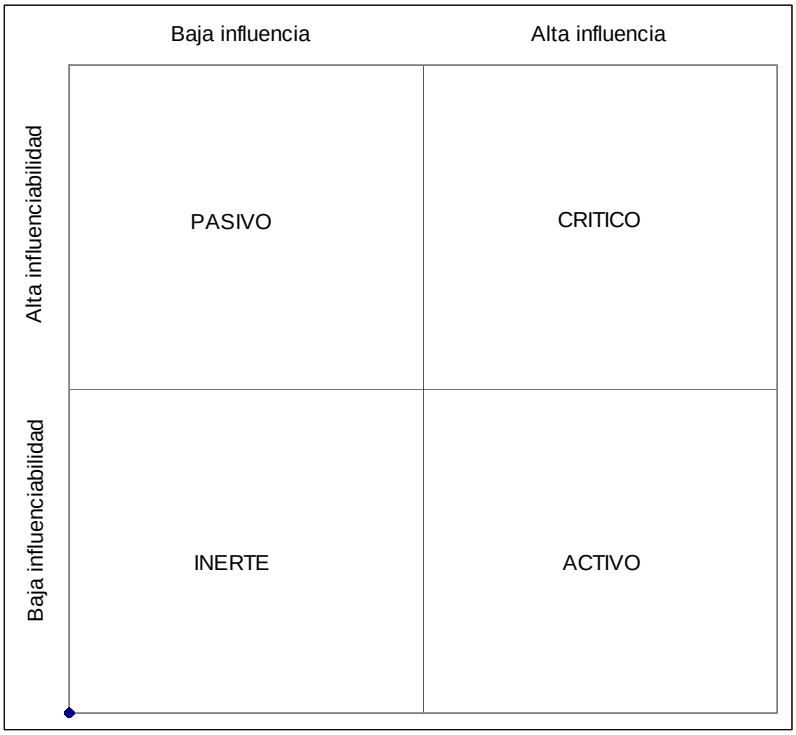


Figura 1. Esquema axial

3.7 Modalidad de trabajo en el uso del análisis estratégico “FODA”

La modalidad del taller, se realizó en base a trabajo en conjunto de todos los actores relevantes. El grupo dispuso de dos monitores, cuyo rol fue el de facilitador de la actividad, no ejerciendo ninguna influencia sobre la opinión de los profesionales participantes.

La pregunta de la influencia 'directa", relativa a la Matriz de Influencia (explicada en el punto 3.4), es una cuestión que queda a criterio de cada uno de los participantes. En muchas situaciones no genera diferencias de opinión y en otras situaciones sí. Esto conduce a un proceso de debate en búsqueda de una valoración más acertada al modelo de sistema. En este caso los monitores procuraron que todos concuerden a través del debate a una valoración clara e inequívoca.

3.8. Personal participante

Participaron en esta actividad personas con estrecha relación con las tortugas marinas. El Taller fue de índole nacional, asistiendo profesionales de Instituciones públicas y privadas, Académicos, Empresas pesqueras y Pescadores Artesanales.

3.9. Duración y lugar de realización del Taller

El Taller se realizó en dos sesiones: i) 16 de noviembre de 2010, comenzando a las 09:00 A.M. y concluyendo a las 19:00 P.M. y ii) 14 de diciembre de 2010, comenzando a las 09:00 A.M. y concluyendo a las 17:30 P.M.

La primera sesión se realizó en el Centro de Instrucción y Capacitación Marítima (CIMAR), ubicado en el sector de Playa Ancha en la ciudad de Valparaíso, que depende de la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR) perteneciente a la Armada de CHILE.

La segunda sesión se llevó a cabo en el Auditórium “Marco Espejo V.” ubicado en la Sede Central del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) en la ciudad de Valparaíso.

4. RESULTADOS

4.1 Lluvia de ideas

La mesa de trabajo del taller considero 10 puntos como temas generales surgidos en un análisis a priori, finalmente estos fueron agrupados en 6 puntos (**Tabla 1**).

Tabla 1. Temas generales surgidos en un análisis a priori de la lluvia de ideas entregada por los profesionales que participaron en el taller.

Temas generales	Agrupados en
1. Investigación	1. Investigación y Monitoreo
2. Normativa	2. Normativa e Institucionalidad
3. Educación y Difusión	3. Educación, Capacitación y Sensibilización
4. Rescate, Rehabilitación y liberación	4. Conservación (Protección, Rescate, Rehabilitación y liberación)
5. Financiamiento	5. Financiamiento
6. Interacciones: Pesca, Acuacultura, Industria, Actividades antrópicas	6. Interacciones y usos antrópicos (Pesca, Acuacultura, Industria, Aspectos cuturales
7. Gestión	
8. Generación de capacidades	
9. Fortalecimiento Institucional	
10. Utilización de las tortugas (uso reciente o aspectos culturales)	

4.2 FODA

Del análisis realizado a cada uno de los puntos generales se obtuvieron los cuatro elementos requeridos por la herramienta: ***fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas***, los cuales se detallan a continuación:

4.2.1 FODA de análisis interno

FORTALEZAS

1. **Educación, Capacitación y Sensibilización**

a) Sistema Nacional de Certificación Ambiental de Establecimientos educacionales
b) Existencia de material de capacitación (Guía de identificación IFOP, Sernapesca y ONG Pacífico Laud)
c) Existencia de Página de web para difusión (Universidad de Antofagasta, ONG, Sernapesca, Ministerio Medio Ambiente)
d) Acceso a material de colección en Museos
e) Declaración de la tortuga verde como especie símbolo de la Región de Antofagasta (material generado para sensibilización)

2. Normativa e Institucionalidad

a) Decretos 225 (Año 1995 MINECON) y sus modificaciones
b) Ratificación de la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las tortugas marinas (CIT)
c) Reglamento de Observadores Científicos (D.S. 308/2004 MINECON)
d) Convención CITES
e) Convención de Bonn (CMS)
f) Reglamento para el avistamiento de mamíferos, aves y reptiles
g) Protocolo de Rescate
h) Reglamento de evaluación de impacto ambiental
i) Reglamento de Clasificación de especies silvestres (según estado de conservación, D.S 75/2005, MINSEGPRES)
j) Existencia de Instituciones de cobertura nacional ligadas a la evaluación, control y monitoreo

3. Conservación (Protección, Rescate, Rehabilitación y liberación)

a) Existencia de un sistema de rescate, rehabilitación y liberación
b) Existencia de grupos de trabajo orientados a la conservación

4. Investigación y Monitoreo

a) Existencia de publicaciones referidas a tortugas marinas
b) Existen grupos especializados en el estudio de tortugas marinas
c) Existencia de monitoreos de pesquerías altamente migratorias

5. Interacciones y usos antrópicos (Pesca, Acuacultura, Industria, Aspectos culturales

a) No existe cultura país de consumir tortugas marinas
b) No existe actividad extractiva dirigida a la pesca de tortugas marinas
c) Existencia de la aplicación de protocolos para el registro y liberación de tortugas marinas en la captura incidental

6. Financiamiento

a) Existencia de financiamiento formal a través de los programas Observadores Científicos y de Recursos Altamente Migratorios

DEBILIDADES

1. **Educación, Capacitación y Sensibilización**

a) Tema poco conocido en el país
b) Se registra como un tema anecdótico
c) Programas educativos no orientados o ejemplificados con fauna nativa
d) Carencia de programas de capacitación orientados a usuarios y público en general
e) Falta de profesionales y científicos expertos en tortugas

f) Insuficiencia de mecanismos y materiales de difusión
g) Faltas de iniciativas de sensibilización dirigidos a los actores relevantes

2. Normativa e Institucionalidad

a) Faltan reglamentos y protocolos complementarios relativos a rescate, rehabilitación, liberación y disposición de ejemplares vivos y restos ante varamiento y/ó captura incidental
b) No es un tema prioritario para la institucionalidad del país
c) Falta de formalización de una mesa de trabajo sobre quelonidos
d) Demora en la promulgación de reglamentos y protocolos vinculados a tortugas marinas

3. Conservación (Protección, Rescate, Rehabilitación y liberación)

a) No existen centros especializados en el país para rehabilitación de tortugas marinas
b) Falta de profesionales (veterinarios) expertos en el rescate, rehabilitación, enfermedades de tortugas marinas

4. Investigación y Monitoreo

a) Falta de coordinación entre equipos técnicos y científicos
b) Falta de cooperación entre sector publico y privado para la iniciativa de investigación y monitoreo
c) Conocimiento basado principalmente en datos de pesquerías
d) Faltan estudios de alimentación
e) Faltan estudios de rutas migratorias
f) Faltan estudios poblacionales de especies que frecuentan en aguas chilenas

5. Interacciones y usos antrópicos (Pesca, Acuacultura, Industria, Aspectos culturales)

a) Falta de fiscalización de las resoluciones de calificación ambiental de proyectos que impactan a las tortugas marinas

6. Financiamiento

a) No existe una línea de financiamiento para la investigación sobre tortugas marinas
b) Falta de un fondo permanente de financiamiento para rescate, rehabilitación y liberación

4.2.2 FODA de análisis externo

OPORTUNIDADES

1. Educación, Capacitación y Sensibilización

a) Incorporar la temática a través del currículo flexible del sistema educacional
b) Utilizar las plataformas virtuales de otras entidades para la difusión de la temática (SIBIMAP, IFOP)
c) Incorporar información de tortugas marinas al Inventario Nacional de especies
d) Transferencia de conocimientos a actores relevantes a través de expertos nacionales
e) Cooperación internacional para la capacitación

2. Normativa e Institucionalidad

a) Generación de medidas de protección para áreas claves en el ciclo de vida de las especies

3. Conservación (Protección, Rescate, Rehabilitación y liberación)

a) Establecer alianzas estratégicas para implementar iniciativas de conservación
b) Presiones comerciales internacionales para pesca responsable

4. Investigación y Monitoreo

a) Intercambio de conocimientos producto de alianzas estratégicas entre organizaciones internacionales
b) Posibilidad de aumentar difusión y frecuencia de compendios de literatura científica referida a tortugas marinas
c) Posibilidad de generar un programa de investigación para disminuir las brechas en el conocimiento

5. Interacciones y usos antrópicos (Pesca, Acuacultura, Industria, Aspectos culturales

a) Implementación de zona de avistamiento (Ecoturismo)

6. Financiamiento

a) Financiamiento internacional
b) Financiamiento por parte CPPS a reuniones de expertos de la mesa de trabajo

AMENAZAS

1. Educación, Capacitación y Sensibilización

a) Persistencia en el material de apoyo (referida a especies y ecosistemas exóticos) que se utiliza para la enseñanza
b) Analfabetismo funcional de la población
c) Resistencia al cambio por parte del sistema educacional

2. Normativa e Institucionalidad

a) Vulnerabilidad de la institucionalidad en el actual periodo de transición
b) Falta de voluntad política en el mejoramiento de las capacidades humanas y logísticas institucionales
c) Alta heterogeneidad en los fallos de los jueces en relación a faltas al medio ambiente
d) Falta de especialización en el tema de los jueces que ven las causas

3. Conservación (Protección, Rescate, Rehabilitación y liberación)

a) No se registran amenazas

4. Investigación y Monitoreo

a) Falta de voluntad política para priorizar sobre líneas de investigación vinculadas a tortugas marinas

5. Interacciones y usos antrópicos (Pesca, Acuacultura, Industria, Aspectos culturales)

a) Actividad extractiva de flotas pesqueras foráneas en aguas internacionales adyacentes
b) Daño en ejemplares por embarcaciones en transito
c) Impacto por contaminación
d) Conflicto entre los intereses de actores involucrados

6. Financiamiento

a) Cambio de prioridades temáticas de las fuentes de financiamiento nacionales e internacionales

4.2 Matriz MAFE

De la lluvia de ideas, la mesa de trabajo seleccionó y agrupó aquellos factores relevantes, con el objeto de diseñar la matriz MAFE respectiva, y con esta, establecer un conjunto de objetivos estratégicos a proponer. En la **Tabla 2** se entrega el resultado de la matriz, destacando aquellos objetivos estratégicos propuestos en el presente taller.

Tabla 2. Matriz MAFE originada por el grupo de trabajo sobre tortugas marinas, donde se indica los objetivos estratégicos propuestos.

	Oportunidades	**Amenazas**
	a) Disposición a mejorar las normativas sobre la conservación de las tortugas b) Presiones comerciales internacionales para pesca responsable c) Establecimiento de alianzas para capacitación e intercambio de conocimientos d)Las tortugas marinas son un tema de conservación prioritario para la comunidad e) Mejorar nuestras capacidades institucionales (normativos, planes de monitoreo, difusión) para responder a requerimientos comerciales internacionales de pesca responsable	a) Actividad extractiva de flotas pesqueras foráneas en aguas internacionales adyacentes b) Actividad extractiva de la flota marrajera en la zona norte de Chile
Fortalezas		
a) Existencia de material de capacitación y difusión b) Existencia de normativas e instituciones relacionadas al tema de tortugas c) Existencia de planes de monitoreo a bordo de naves palangreras d) Existencia de grupos voluntarios en conservación e) Vinculación a redes internacionales de conservación de tortugas marinas	Utilizar las redes internacionales para potenciar las capacidades nacionales en la conservación de las tortugas marinas y difundir los esfuerzos del país en esta materia	Utilizar los vinculos con redes internacionales para aplicar planes en conjunto de monitoreo de tortugas marinas en la flota foranea que opera en aguas adyacentes
Debilidades		
a) Falta de profesionales y científicos expertos en tortugas b) Faltan reglamentos y protocolos complementarios relativos a conservación c) No existe una línea de financiamiento para la investigación y conservación sobre tortugas marinas d) No existe una apropiada coordinación pública-privada en temas de conservación e) Falta de voluntad política en las instituciones en el mejoramiento de las capacidades en conservación de tortugas marinas f) Baja cobertura en el monitoreo de la flota marrajera	Establecer instancias de participación público-privadas para mejorar la reglamentación y protocolos relativos a la investigación, conservación y difusión de tortugas marinas. Establecer líneas de financiamiento para la investigación y conservación de las tortugas marinas que permita responder a los requerimientos comerciales internacionales de pesca responsable	Potenciar el monitoreo a bordo de la flota marrajera que interactua con las tortugas marinas Generar protocolos complementarios relativos a conservación (rescate y liberación) para ser implementados en las actividades comerciales de las flotas nacionales involucradas

4.3 Establecimiento de factores críticos (neutralización).

Se procedió a “neutralizar" los factores seleccionados, eliminando todos los adjetivos de valorizaciones positivas o negativas, por ejemplo: “*Existencia de material de capacitación y difusión* = “*capacitación y difusión*”. Esto permite además de neutralizar, reducir el número de elementos a analizar, toda vez que no discrimina entre fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas.

Este procedimiento fue realizado por la mesa de trabajo, resultando un total de 11 factores (**Tabla 3**).

Tabla 3. Factores resultantes de la neutralización.

Notación	Factor
A	Capacitación y difusión
B	Normativas
C	Monitoreo
D	Vinculos a redes internacionales
E	Capacidades cientificas y tecnicas
F	Financiamiento
G	Coordinación publico privada
H	Pesca responsable
I	Conservación
J	Actividad extractiva
K	Instituciones

4.4 Matriz de influencia

Es una matriz de doble entrada que busca valorar la influencia de cada factor sobre los demás. En este paso el panorama estático del sistema obtenido del FODA en el punto 4.1 se visualiza en un modelo dinámico con la Matriz de influencias.

Los resultados de la valorización de las influencias de los diferentes factores se resumen en la **Tabla 4**

Folio010612

Tabla 4. Matriz de influencia de factores involucrados en las actividades referidas a las tortugas marinas.

		Capacitación y difusión	Normativas	Monitoreo	Vinculos a redes internacionales	Capacidades cientificas y tecnicas	Financiamiento	Coordinación publico privada	Pesca responsable	Conservación	Actividad extractiva	Instituciones	∑ ACTIVA
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
A	Capacitación y difusión		0	3	2	3	0	2	3	3	2	3	21
B	Normativas	2		3	3	1	1	2	2	2	3	3	23
C	Monitoreo	3	2		2	2	0	2	2	3	2	2	21
D	Vinculos a redes internacionales	3	3	3		3	2	1	2	2	2	2	21
E	Capacidades cientificas y tecnicas	3	1	2	2		0	2	2	2	1	3	18
F	Financiamiento	3	2	3	3	3		3	2	3	2	3	26
G	Coordinación publico privada	2	2	2	1	2	2		2	2	2	2	18
H	Pesca responsable	2	1	2	1	1	1	1		3	2	1	15
I	Conservación	0	3	3	3	2	1	1	3		2	2	19
J	Actividad extractiva	0	1	1	0	0	0	1	2	2		1	8
K	Instituciones	1	3	3	2	2	1	2	1	2	2		
	∑ PASIVA	19	17	24	19	19	8	17	22	24	20	20	

4.5 Esquema axial

El Esquema Axial proporciona la intensidad relativa de la influencia de cada factor, en comparación con los otros factores y con el grado relativo de "sensibilidad" (Influenciabilidad) de ese factor incidido por parte del sistema.

Los resultados de la valorización realizada en la matriz de influencias y posterior gráfica en el esquema axial (**Fig. 2**), indicaron que 9 de los 11 factores claves se ubicaron en el cuadrante denominado crítico, esto significa que su importancia

radica en que pueden ejercer una alta influencia en el sistema, pero a su vez también son bastante influenciables por el total de los factores considerados en el análisis. Este cuadrante es complejo, ya que si bien los factores aquí clasificados pueden producir altos efectos en el sistema, como por ejemplo generar instancias de capacitación a través de vínculos de redes internacionales o bien monitoreos y pesca responsable por medio de normativas, también son factores influenciables en un alto grado, llegando incluso a generar consecuencias poco deseables, como por ejemplo cambios en la normativa que desfavorezcan la relación público-privada.

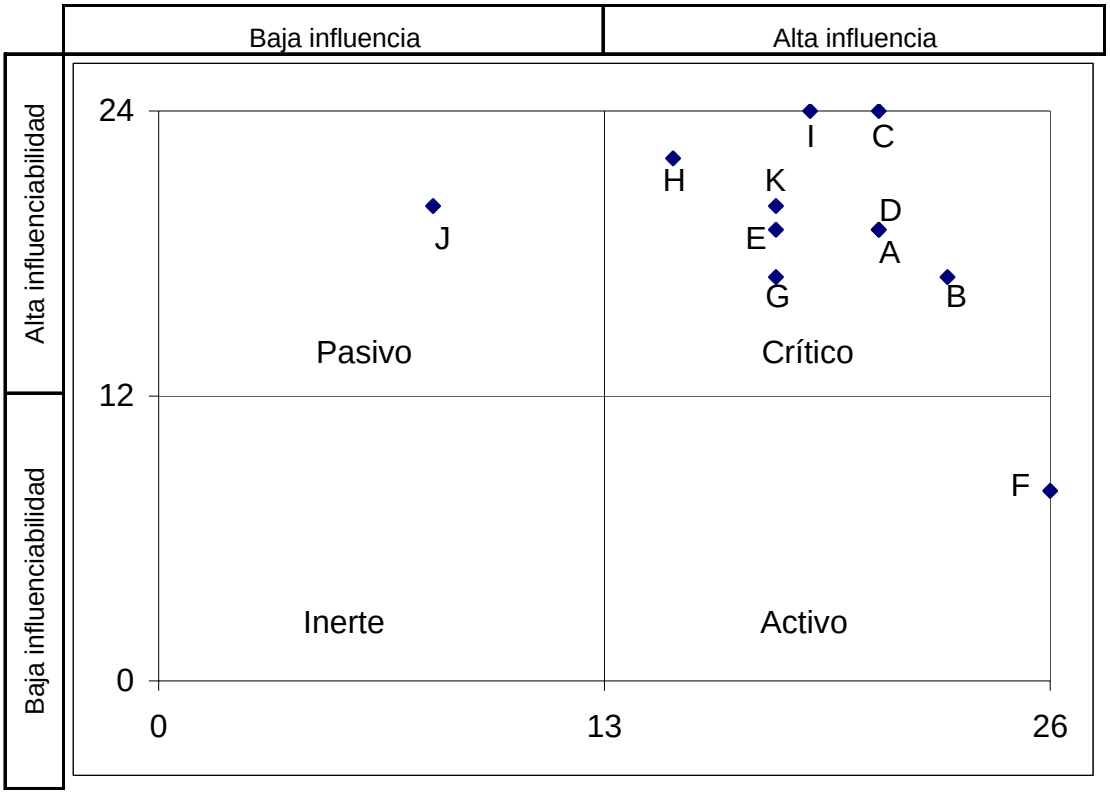


Figura 2. Esquema axial de factores involucrados en las actividades referidas a tortugas marinas. A) Capacitación y difusión; B) Normativas; C) Monitoreo; D) Vínculos a redes internacionales; E) Capacidades científicas y técnicas; F) Financiamiento; G) Coordinación público privada; H) Pesca responsable; I) Conservación; J) Actividad extractiva; K) Instituciones.

El factor financiamiento (F) se localizó en el cuadrante activo, lo que significa considerar a este factor determinante a la hora de establecer estrategias de mejoras en el proceso, debido a la importante influencia que este genera en el sistema, esto es en el caso de las tortugas marinas, la realización de acciones concretas para la protección de estas especies a nivel nacional, lo que permitiría reforzar las capacidades en los campos de investigación científica y tecnológica, conservación, educación ambiental y divulgación. Es el factor ideal para considerar como tema estratégico en la agenda de cualquier grupo de trabajo, ya que genera muchos efectos y se ve poco afectado.

Por su parte dentro de los 6 objetivos estratégicos propuestos por el grupo de trabajo, el objetivo "*Establecer líneas de financiamiento para la investigación y conservación de las tortugas marinas que permita responder a los requerimientos comerciales internacionales de pesca responsable*", surge como el de mayor importancia. Este es un objetivo estratégico del tipo DO (Debilidades-Oportunidades), lo que nos indica que en este caso las debilidades (Ej.; falta de científicos, profesionales, reglamentos, protocolos, financiamiento y coordinación pública-privada) se pueden superar aprovechando las oportunidades (Mejoramiento de las normativas, presiones comerciales internacionales, establecimiento de alianzas, mejoramiento de capacidades institucionales).

Si bien en la categoría DO tambien se considera un segundo objetivo estratégico ("Establecer instancias de participación público-privadas para mejorar la reglamentación y protocolos relativos a la investigación, conservación y difusión de tortugas marinas"), este no esta directamente vinculado con el factor relevante, detectado por el grupo de trabajo, como es el financiamiento.

El cuadrante pasivo indica factores que se pueden modificar, pero con una perspectiva mayor en el tiempo. En este contexto la Actividad extractiva (J) concuerda con el perfil establecido para este cuadrante.

5. DISCUSIÓN

Si bien la Secretaría Ejecutiva del Plan de Acción para la Protección del Medio Marino y Áreas Costeras del Pacífico Sudeste ha venido impulsando actividades relacionadas con la conservación de las tortugas marinas desde el año 2000, sólo en el año 2001 fue consolidado el Programa Regional en la "Reunión del Grupo de Expertos en Tortugas Marinas para validar el Programa Regional para la Conservación de las Tortugas Marinas en el Pacífico Sudeste", constituyendo un instrumento de gestión que permite realizar actividades de carácter regional con miras a mitigar los impactos negativos de las actividades humanas en las diferentes poblaciones de tortugas marinas presentes en la región.

A pesar de lo anterior, en nuestro país el ultimo proceso participativo en el que tomaron parte investigadores de instituciones gubernamentales, ONGs, sector académico, gremios pesqueros, entre otros, se llevo a cabo en el año 2001, año en que se realizó el "Taller Nacional de trabajo para definir las líneas de acción prioritarias de un programa para la conservación de las tortugas marinas" (COMISIÓN PERMANENTE DEL PACÍFICO SUR, 2001). Las conclusiones que se emanaron de este, no distan mucho de las establecidas casi una década después en el presente Taller, en especial lo que se refiere a: estatus de conservación, difusión, educación y capacitación, interacción con las pesquerías, normativas legales y falta de fondos para concretar diferentes actividades especialmente investigación, entre las mas relevantes.

A su vez dentro de las recomendaciones ya se establecía también diseñar un plan de difusión a nivel de pescadores artesanales, ciudadanía en general, magistrados y tribunales, Proponer la formación de un grupo nacional de trabajo en tortugas marinas y como ultimo tema y en total concordancia con lo establecido en el presente taller el financiamiento para la investigación de las tortugas marinas en Chile.

Folio010616

6. CONCLUSIONES

Del análisis del FODA Sistémico se desprende que la mayor parte de los factores considerados tienen una interdependencia, toda vez que se localizaron en el cuadrante crítico. Este cuadrante se presenta complejo, ya que si bien los factores aquí clasificados pueden generar altos efectos en el sistema, también son influenciables en un alto grado por el resto de los factores claves, llegando incluso a generar consecuencias poco deseables, como por ejemplo cambios en la normativa que desfavorezcan la relación público privada.

Por otro lado, el financiamiento es considerado por los participantes como activo, configurándolo como el factor determinante sobre el sistema, dada su importante influencia en él. Por lo tanto, la línea de financiamiento debe ser establecido como factor relevante, al momento de identificar las prioridades para orientar esfuerzos que aporten a la conservación de las tortugas marinas.
En el contexto anterior entonces el objetivo estratégico "*Establecer líneas de financiamiento para la investigación y conservación de las tortugas marinas que permita responder a los requerimientos comerciales internacionales de pesca responsable*", propuesto en el punto 4.2, debe ser considerado como primordial en la agenda de trabajo de futuras reuniones de expertos en el tema en cuestión.

De los métodos y técnicas de diagnóstico aplicables en este tipo de cuestionamientos, la Matriz FODA permite evaluar las fortalezas oportunidades, debilidades y amenazas, destacando el procedimiento a seguir para su análisis y derivación de estrategias para su enriquecimiento con la Matriz MAFE.

Es recomendable utilizar la metodología que garantice su aplicación en escenarios y campos de conocimiento académico, a efecto de justificar adecuaciones, mejoramientos, reformas, modernizaciones o transformaciones de nuevos modelos para realizar diagnósticos y determinar estrategias de intervención en todos los temas relativos a las tortugas marinas, objeto de análisis del presente estudio.

Lista de participantes Taller Nacional Tortugas Marinas: un análisis FODA.

Nombre	Organización	E-Mail
1.- Jorge Azócar	IFOP	jazocar@ifop.cl
2.- Antonio Palma	Sernapesca	apalma@sernapesca.cl
3.- Francisco Ponce	Secretaría de Pesca	franciscoponce@subpesca.cl
4.- Reinaldo Aviles	Ministerio Medio Ambiente	raviles@mma.gob.cl
5.- Alvaro Rodríguez	Consultor	amcprodriguez@yahoo.com
6.- Paola Castillo	Sernapesca	pcastillo@sernapesca.cl
7.- Marcela Zamorano	Directemar	mzamorano@directemar.cl
8.- Miguel Donoso	O.N.G. Pacífico Laud	seaturtle@vtr.net
9.- Leyla Miranda	Directemar	lmirandao@directemar.cl
10.- Héctor Huerta	Directemar	huerta@directemar.cl
11.- Juan Carlos Ortiz	U. Concepción	jortiz@udec.cl

7. BIBLIOGRAFÍA

Comisión Permanente del Pacífico Sur. 2001. Taller Nacional de Trabajo para definir las Líneas de Acción Prioritarias de un Programa para la Conservación de las Tortugas marinas. Valparaíso, Chile, agosto 22-24. 51 pp.

David, F. 1997. Conceptos de Administración Estratégica. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, S.A., Quinta Edición, 353 pp.

Ponce, H. 2006. La matriz FODA: una alternativa para realizar diagnósticos y determinar estrategias de intervención en las organizaciones productivas y sociales. Rev. Contribuciones a la Economía: 1-16 pp.

Porter, M. 1998. Técnicas para el Análisis de los Sectores Industriales y de la Competencia. Editorial CECSA, México, Vigésima quinta reimpresión, 407 pp.

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Jorge Toro Da´Ponte, Director Ejecutivo del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) y Enrique Larrañaga Martin, Vicealmirante, Director General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR), tienen el agrado de invitar a Ud., a participar en el Taller Nacional de diagnóstico F.O.D.A. sobre Tortugas Marinas, evento que se realizará el día martes 16 de Noviembre de 2010, entre las 8:15 hrs. y 18:00 hrs., en el Centro de Instrucción y Capacitación Marítima (CIMAR), ubicado en Subida Cementerio N° 300, Playa Ancha, Valparaíso.

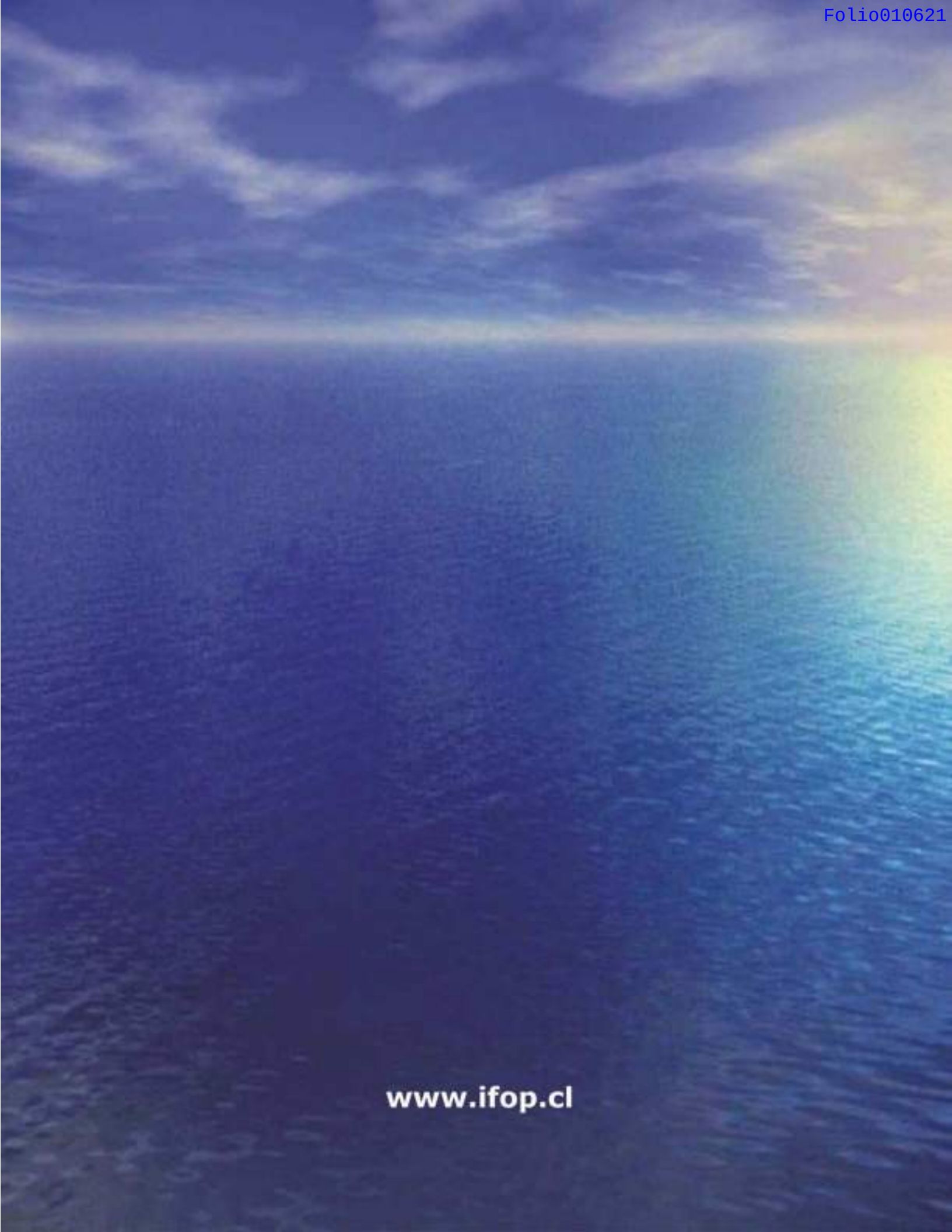


Valparaíso, Noviembre de 2010.

S.R.C: 32 2151402, e mail: ximena.puentes@ifop.cl



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
Sección Ediciones y Producción
Blanco 839, Fono 56-32-2151500
Valparaíso, Chile
www.ifop.cl


www.ifop.cl

Folio010622

PROPUESTA PARA LA CREACIÓN DEL ÁREA MARINA Y COSTERA PROTEGIDA DE MULTIPLES USOS LA HIGUERA -ISLA CHAÑARAL

OCEANA

OCEANA

Folio010624

OCEANA, Oficina para Sudamérica
Avda. Bustamante 24, Ofic. 2C, Providencia | Santiago Chile
Tel. 56-2-7957140 | www.oceana.org

INDICE

OCEANA

Contenido

INDICE 3
RESUMEN EJECUTIVO 7
RESUMEN EJECUTIVO 8
ANTECEDENTES GENERALES 8
FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA PARA PROPONER LA CREACION DE UN AMCP -MU 9
DIVERSIDAD DE ESPECIES 9
DIVERSIDAD DE HÁBITATS 10
REPRESENTATIVIDAD DE ESPECIES Y HÁBITATS DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA 10
EXCLUSIVIDAD 11
PORCIÓN TERRESTRE DE LA PROPUESTA 11
FUNDAMENTACIÓN SOCIOECONOMICA PARA PROPONER LA CREACION DE UN AMCP – MU 12
USOS ACTUALES Y POTENCIALES DEL ÁREA: MACRO Y MICROZONIFICACIÓN DEL BORDE COSTERO 12
VALORACIÓN DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES DE LAS RESERVAS MARINAS I. CHAÑARAL E I. CHOROS – DAMAS 13
PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO DE PROTECCIÓN PROPUESTO 14
ANÁLISIS DE ACTORES 14
ANÁLISIS ESTRATÉGICO 15
INTRODUCCIÓN 17
1. INTRODUCCIÓN 18
ANTECEDENTES JURIDICOS Y ADMINISTRATIVOS 22
2. ANTECEDENTES JURIDICOS Y ADMINISTRATIVOS 23
¿QUÉ ES UN ÁREA MARINA Y COSTERA PROTEGIDA DE MÚLTIPLES USOS (AMCP-MU)? 23
¿QUÉ IMPLICANCIAS TENDRÍA LA CREACIÓN DE UN AMCP – MU? 23
ASPECTOS JURÍDICOS Y DE ORGANIZACIÓN 24
ANTECEDENTES GENERALES DEL AREA PROPUESTA PARA SER PROTEGIDA 26
3. IDENTIFICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA 27
3.2 CLIMA 29
3.2 COSTA Y OCEANOGRAFÍA 30
3.2.1 COSTA 30
3.2.2 OCEANOGRAFÍA 33
PARÁMETROS OCEANOGRÁFICOS FÍSICOS GENERALES 34
EL FENÓMENO DE EL NINO Y DE LA NIÑA Ó ENSO 37
FUNDAMENTACIÓN GENERAL PARA PROPONER LA CREACIÓN DE UN AMCP-MU 40
4. DIVERSIDAD DE HABITATS Y DE ESPECIES 41
4.1 ASPECTOS GENERALES SOBRE ESPECIES Y ÁREAS RELEVANTES PARA LA CONSERVACIÓN MARINA 41
4.2 ANTECEDENTES GENERALES DEL ÁREA 43
4.3 DIVERSIDAD GENERAL DE LA FAUNA MARINA 44
4.4 FITOPLANCTON 45
4.5 ZOOPLANCTON 47
4.6 BENTOS 49
4.7 PECES 52
4.8 AVES 55
4.8.1 PINGÜINO DE HUMBOLDT 60
4.8.2 YUNCO 62
4.8.3 PIQUERO 63
4.9 MAMÍFEROS MARINOS 65
4.9.1 CETÁCEOS 67
4.9.1.1 DELFINES 67
4.10 RESUMEN DE ESPECIES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA PARA LA CONSERVACIÓN 70
4.10.1 DIVERSIDAD DE HÁBITATS 70
LA ZONA NERÍTICA COSTERA COMO MACRO HÁBITAT FUNDAMENTAL DEL ECOSISTEMA 71
4.10.1.2 HÁBITATS DEL PLANCTON 72
4.10.1.3 HÁBITAT CRÍTICO DE LA ANCHOVETA 74
4.10.1.4 HÁBITAT DE PECES PELÁGICOS 75
4.10.1.5 HÁBITAT DE TIBURONES 75
4.10.1.6 HÁBITATS CRÍTICOS DE AVES MARINAS 76
4.10.1.7 HÁBITAT CRÍTICO DE MAMÍFEROS MARINOS 77
4.10.1.8 HÁBITATS DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA DE LA ZONA NERÍTICA COSTERA 78
4.10.1.10 EL BENTOS COMO MACROHÁBITAT DE DIVERSAS ASOCIACIONES DE ORGANISMOS 80
INTERMAREAL Y PLAYAS 80
SUBMAREAL 80
4.10.1.11HÁBITATS DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA PARA LA CONSERVACIÓN EN EL BENTOS 85
4.10.2 86
RESUMEN DE LOS HÁBITATS DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA PARA LA CONSERVACIÓN 86
4.2 REPRESENTATIVIDAD 87
4.2.1 GENERALIDADES 87
4.2.2 REPRESENTATIVIDAD A NIVEL DE ESPECIES 87
PLANCTON 87
PECES 91
INVERTEBRADOS BENTÓNICOS 93

Folio010627

AVES 95
MAMÍFEROS MARINOS 95
4.2.3 REPRESENTATIVIDAD DE ESPECIES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA 95
4.2.4 LA REPRESENTATIVIDAD ECOLÓGICA DE LOS HÁBITATS Y DEL ÁREA TOTAL 97
4.3 EXCLUSIVIDAD 102
4.4 PORCIÓN TERRESTRE DE PLAYAS Y DUNAS EN LA COSTA CONTINENTAL 105
4.4.1 ANTECEDENTES 105
DIVERSIDAD DE ESPECIES Y HÁBITATS 107
FLORA 108
FAUNA 108
4.2.3 ESPECIES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA PARA LA CONSERVACIÓN 109
4.2.4 SITIOS ECOLÓGICOS IMPORTANTES Y PRIORITARIOS PARA LA CONSERVACIÓN 110
4.2.4.1EL SITIO PRIORITARIO CARRIZALILLO 111
4.2.4.2 EL COMPLEJO DE LAS DUNAS ENTRE CALETA MAMANI Y CALETA APOLILLADO 112
4.2.4.3 114
EL COMPLEJO DE DUNAS DE PLAYA LOS CHOROS Y EL HUMEDAL DE LOS CHOROS (IV REGIÓN) 114
4.2.4.4 115
EL SITIO PRIORITARIO JUAN SOLDADO 115
REPRESENTATIVIDAD Y EXCLUSIVIDAD 116
4.1 REPRESENTATIVIDAD 116
4.2 EXCLUSIVIDAD 119
ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS Y CULTURALES 120
IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE USUARIOS 121
ANTECEDENTES GENERALES 121
CALETA CHAÑARAL DE ACEITUNO 121
CALETA PUNTA DE CHOROS Y LOS CHOROS 122
CALETA CHUNGUNGO 123
TOTORALILLO NORTE 123
CALETA HORNOS 123
USOS ACTUALES Y POTENCIALES EN EL ÁREA Y ZONA DE INFLUENCIA 123
I. MACROZONIFICACIÓN Y MICROZONIFICACIÓN DEL BORDE COSTERO EN LAS REGIONES DE COQUIMBO Y ATACAMA 123
ÁREAS DE MANEJO PARA LA EXPLOTACIÓN DE RECURSOS BENTÓNICOS, (AMERBS) 125
RESTRICCIÓN ECOLÓGICA 125
ÁREAS MARINAS COSTERAS PROTEGIDAS 125
RESERVAS MARINAS 125
ZONA TURÍSTICA 125
ZONA AGROPECUARIA 125
SITIOS SNASPE 125
ZONA DE CONSERVACIÓN PATRIMONIAL 125
ZONA DE RIESGO POR QUEBRADAS 125
A. A. A. (ÁREAS APTAS PARA LA ACUICULTURA) 125
II. PESCA 127
SECTOR PESQUERO ARTESANAL 127
DESEMBARQUES 127
INVERSIÓN PÚBLICA EN EL SECTOR ARTESANAL. ANÁLISIS REGIONAL 130
III. TURISMO 131
ANÁLISIS REGIONAL DEL SECTOR TURISMO EN LAS REGIONES DE COQUIMBO Y ATACAMA 131
TURISMO ACTUAL EN LA ZONA PROPUESTA COMO AMCP 132
TURISMO DE INTERESES ESPECIALES 132
IV. SERVICIOS AMBIENTALES DE LAS RESERVAS MARINAS ISLA CHAÑARAL Y CHOROS/DAMAS 133
RESERVA MARINA ISLA CHAÑARAL 133
RESERVA MARINA CHOROS - DAMAS 135
INCIDENCIA DE UN AMCP-MU EN LAS COMUNIDADES COSTERAS 137
UN AMCP- MU Y SU APORTE A LA ACTIVIDAD PESQUERA 138
EL APORTE DE UN AMCP AL SECTOR TURÍSTICO 139
PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO DE PROTECCIÓN PROPUESTO 141
AMENAZAS 142
INSTALACIÓN DE PLANTAS TERMOELÉCTRICAS 142
PERFORACIONES INDUSTRIALES EN LAS 5 MILLAS RESERVADAS A LA PESCA ARTESANAL 145
ANÁLISIS DE ACTORES LOCALES 146
ANÁLISIS ESTRATÉGICO 147
FORTALEZAS 147
OPORTUNIDADES 149
DEBILIDADES 149
AMENAZAS 150
RECOMENDACIONES FINALES 152
BIBLIOGRAFÍA 154
LITERATURA CITADA 155
ANEXO I 167
ANEXO II 169
BASE DE DATOS DE FAUNA Y FLORA MARINA 170
TABLA 3: 172
TABLA 4: 173

TABLA 5 175
TABLA 6: 179
TABLA 7: 180
ANEXO III 183
INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA 184
III.1 RESULTADOS ENCUESTA ESTUDIO FIP 2006-56 184
EMPLEO 184
CALETA PUNTA DE CHOROS Y LOS CHOROS 185
EMPLEO 185
III.2 DETERMINACIÓN ÁREAS ZONIFICACIÓN REGIÓN DE COQUIMBO 187
III.3 BREVE DESCRIPCIÓN MÉTODOS DE VALORACIÓN PARA ATRIBUTOS AMBIENTALES 188
VALORACIÓN CONTINGENTE 188
COSTO DE VIAJE 188
COSTOS INDUCIDOS 188
ANEXO IV 189
IV.1 LUGARES INVOLUCRADOS EN LA AMCP PROPUESTA 190
IV.2 FAUNA MARINA 192
MAMÍFEROS MARINOS 201
FAUNA BENTÓNICA 214
BIO – INGENIEROS DEL INTERMAREAL Y DEL SUBMAREAL BAJO: MACROLAGAS 217
BIO INGENIEROS EN EL SUBMAREAL: CORALES Y ESPONJAS 219
ESPECIES CARACTERÍSTICAS DEL SUBMAREAL 228
IV.3 FLORA Y FAUNA TERRESTRE 231
SELECCIÓN DE ALGUNOS PLANTAS EN LA CATEGORÍA PELIGRO DE EXTINCIÓN (PE) 235
IV.4 SALIDAS A TERRENO DE OCEANA 238
PRIMERA EXPEDICIÓN: MAYO DE 2009 238
SEGUNDA EXPEDICIÓN: NOVIEMBRE 2009 239
TERCERA EXPEDICIÓN: DICIEMBRE 2009 242
REGISTRO FOTOGRÁFICO DE ENCUENTROS SOCIALES SOSTENIDOS ENTRE OCEANA Y COMUNIDADES DE LA HIGUERA 245

RESUMEN EJECUTIVO

RESUMEN EJECUTIVO

El siguiente informe entrega los principales argumentos científicos y socioeconómicos que justifican la declaración de un Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU), que se extiende desde la comuna de Freirina, en el sur de la Región de Atacama, hasta el norte de la Región de Coquimbo, específicamente hasta el límite de las comunas de La Higuera y La Serena.

El área que se propone proteger es una de las de mayor biodiversidad marina y belleza paisajística de nuestro país. Alberga una importante cantidad de especies marinas, principalmente mamíferos y, junto a éstos, una gran variedad de peces, moluscos, algas y muchas otras especies que conforman un excepcional ecosistema marino. Junto al mar, la franja continental alberga una flora y fauna terrestre única en el país. Asimismo, esta parte del litoral es habitada por diversas comunidades que han convivido durante años en forma armónica con el medioambiente que les rodea, aprovechando los recursos que éste les ofrece para desarrollar actividades pesqueras, áreas de manejo, turismo y agricultura, siempre con miras a practicarlas de forma sustentable.

Actualmente, la posible instalación de centrales termoeléctricas en base a carbón y las perforaciones de la flota industrial arrastrera dentro de las cinco millas de uso exclusivo de la pesca artesanal, constituyen dos amenazas que se ciernen sobre las comunidades locales y los ecosistemas de los cuales se sustentan, y que han movilizado a diversos actores de la sociedad civil para promover alguna figura de protección, como un Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos, AMCP- MU.
Un AMCP-MU abarca un espacio físico que incluye porciones de agua y fondo marino, rocas, playas y terrenos aledaños a playas fiscales (flora y fauna), recursos históricos y culturales que la ley u otros medios eficientes colocan en reserva para proteger todo o parte del medio así delimitado (definición UICN). Esta y otras figuras se utilizan a nivel mundial como instrumentos para conservar la biodiversidad, proteger las especies marinas en peligro, reducir los conflictos de uso, generar instancias de investigación y educación, y desarrollar actividades comerciales y recreativas.
Desde nuestro punto de vista, un AMCP-MU es la herramienta de gestión ambiental y territorial más eficiente para entregar protección ambiental y fomentar el desarrollo de actividades económicas de bajo impacto ambiental. La AMCP–MU La Higuera/ Isla Chañaral regularía los distintos usos que se podrían dar a la zona declarada, permitiendo el desarrollo de las actividades que sean compatibles con la conservación solamente, es decir, aquellas que no provoquen grandes impactos sobre los ecosistemas o las especies, como la pesca artesanal, la extracción de recursos bentónicos, el turismo sustentable y la agricultura.

ANTECEDENTES GENERALES

El área propuesta para la declaración de AMCP-MU abarca desde Punta Pájaros, al norte de la Caleta Chañaral de Aceituno en la Región de Atacama, hasta Punta Poroto, ubicada al sur de Caleta Los Hornos, en el límite sur de la comuna de La Higuera, Región de Coquimbo. El área comprende una superficie marítima de 3.445 Km^2 y una línea costera de unos 294 Km en el continente.

La Región de Coquimbo constituye una zona de transición del ambiente desértico hacia condiciones de mayor humedad, caracterizada por la aridez derivada de escasas e irregulares precipitaciones, por un lado, y por los denominados valles transversales que, de cordillera a mar, aportan las condiciones de agua, suelo y clima,

por otro.

La Bahía de Coquimbo es una de las zonas más estudiadas del litoral centro-norte, dado que es una zona de surgencia con alta riqueza de recursos pelágicos y bentónicos, principalmente de peces como la anchoveta y el jurel; de crustáceos menores como el langostino amarillo y el camarón nailon, y moluscos como el recurso loco, por nombrar los más importantes. Por otro lado, se encuentra la colonia más grande en el mundo de pingüino de Humboldt, mientras que delfines y ballenas son visitantes frecuentes del área. Todas estas características motivaron la creación de la Reserva Nacional de Pingüino de Humboldt -Punta de Choros, en 1990. Esta reserva está constituida por la isla Chañaral, isla Damas e isla Choros. La primera de ellas es la isla más grande de la bahía, con una superficie de 6,55 Km^2 (655 ha). La superficie de la isla Choros, en tanto, es de 2,92 Km^2 (292 ha) y de isla Damas es 0,63 Km^2 (60,3 ha). Hacia el sur de estas islas se encuentran los islotes El Toro, Pájaro Grande y Pájaro Chico.
En el año 2005, la Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA) declaró la "Reserva Marina Isla Chañaral" en la III Región de Chile, a lo que se sumó otra denominada "Reserva Marina Islas Choros- Damas" ese mismo año, ahora en la IV Región.
La Bahía Grande de Coquimbo se caracteriza por la presencia de una línea costera que se extiende entre la ciudad de Coquimbo y Punta Lengua de Vaca, altamente accidentada con numerosas bahías pequeñas dentro de las que destacan las bahías de las caletas de Punta de Choros, Chungungo y Hornos.

La Bahía de Coquimbo se ubica dentro de la región de transición templada del SCH, y es una de las tres zonas más importantes de afloramiento o surgencia en el centro – norte de Chile, lo cual se traduce en la existencia de aguas altamente productivas de fitoplancton y de zooplancton (Thiel *et al*., 2007). La oceanografía general del SCH se caracteriza por un flujo predominante de aguas superficiales de origen subantártico con surgencias fuertes de aguas frías sub-superficiales originarias del ecuador, ricas en nutrientes. Los principales procesos de surgencia o afloramiento en la zona centro – norte son constantes y no están conectados a las estaciones del año (Thiel et al., 2007), mientras que las diferentes zonas de surgencias se encuentran separadas por sectores con surgencias menores o esporádicas [Fig. 4].

FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA PARA PROPONER LA CREACION DE UN AMCP -MU

Diversidad de Especies

Considerando toda la información disponible, incluyendo datos sobre el fito y zooplancton, se encuentran desde 352 hasta 560 especies marinas dentro del área solicitada. Estas cifras se calcularon en base a las especies registradas en forma permanente y temporal (mamíferos y aves) dentro del área. Para el plancton este cálculo incluye sólo aquellas especies planctónicas con registros confirmados en el área de estudio (fitoplancton) o considerados como las más frecuentes o importantes (zooplancton).

Los grupos más diversos representan a 187 especies macro-bentónicas (macroalgas e invertebrados), a 122 especies de aves, 21 especies de mamíferos marinos y 68 especies de peces. Muchas de estas especies, entre ellas el 50 % de las especies de aves y de mamíferos marinos, se encuentran en estado "vulnerable" y algunos, incluso, en "peligro de extinción" según el listado de la UICN.

Un 75 % de los peces de la zona representan especies relevantes para la conservación. Dentro de ellos el

grupo de los tiburones el más grande pues posee 18 especies bajo esa categorización y una (tollo de profundidad) en peligro de extinción, según la UICN. Las otras especies posean un valor importante no sólo por su rol ecológico, sino también como recurso pesquero para la pesca artesanal de las comunidades del área.

En el bentos, en tanto, un 33% de las especies cumplen un rol ecológico fundamental como bio-ingenieros (macroalgas, hidrocorales y esponjas), y un número considerable de ellos también son recursos importantes para la pesca artesanal.

Al analizar la relevancia ecológica de las especies registradas en el área a ser protegida, se concluye que, entre todos los grupos de organismos marinos, 112 especies pueden ser calificadas de "importantes" y "muy importantes" para el ecosistema y la conservación. En resumen, casi un tercio de la fauna marina es importante para sostener los ecosistemas marinos del área solicitada.

El resultado anterior refleja que pocas especies planctónicas generan una alta biomasa que sostiene numerosos depredadores que habitan permanente o temporalmente en el área solicitada (FIP 2006-56).

La propuesta que aquí se presenta muestra un balance entre la conservación de especies vulnerables emblemáticas, como las aves y mamíferos marinos (pingüino de Humboldt, junco, piquero, delfín nariz de botella), y aquellas especies que garantizan su sobrevivencia como elementos claves de las cadenas tróficas. Además, es la primera propuesta para un AMCP que considera la necesidad de protección de tiburones en aguas chilenas.

Diversidad de Hábitats

En total el área comprende 12 hábitats de importancia ecológica para la conservación. Por lo general, se sobreponen diversos hábitats de diferentes grupos taxonómicos, dado el amplio rango que ocupan las especies claves como el pingüino de Humboldt o la anchoveta en la zona nerítica o en los bosques de diferentes especies de macroalgas, distribuidos en parches o mezclados encima de las plataformas rocosas que rodean las islas. Sin embargo, se puede localizar la mayoría de los hábitats importantes dentro de 3 sectores: en los alrededores de la isla Chañaral, alrededor de las islas Pájaros, entre estas dos islas, y en la costa entre Caleta Totoralillo y Caleta Hornos, donde ocurren los eventos de surgencia y donde la micro-circulación dentro de la Bahía Grande de Coquimbo produce la retención de nutrientes en el plancton.

Representatividad de Especies y Hábitats de Importancia Ecológica

Como señalan Lubchenco et al. (2003), los beneficios de una reserva marina deben incluir la protección de hábitats, la conservación de la biodiversidad, la protección de los servicios ecológicos, la recuperación de poblaciones y especies sobreexplotadas, exportar individuos a áreas explotadas y también asegurar el ambiente para la ciencia, la educación, recreación e inspiración.

Creemos que el área propuesta representa y reúne todas las características mencionadas anteriormente. Aplicando doce categorías para valorizar la importancia ecológica para la conservación, el sector comprendido entre isla Chañaral e islas Pájaros, comprende los siguientes hábitats: sustratos duros de alta complejidad de estructuras (arrecifes rocosos, hábitats de macroalgas); hábitats de especies sobreexplotadas; hábitats críticos de depredadores tope (mamíferos, aves, tiburones); zonas de surgencia; hábitats y agregaciones de especies de forraje; corredores

de migración de depredadores tope (mamíferos, aves, tiburones), áreas de agregaciones de depredadores topes (áreas reproductivas y/o de alimentación); estuarios; áreas de alta diversidad; áreas de alta producción primaria, y áreas de alta biomasa de infauna.

Hay más de 10 especies representativas de cada categoría de importancia ecológica propuesta por OCEANA.

Exclusividad

El sistema marino constituido por las Islas Choros, Damas y Chañaral, ubicado en las comunas de La Higuera (IV Región) y Freirina (III Región), es un sistema representativo de la región de transición templada del Sistema de la Corriente de Humboldt (SCH) y posee numerosas características que lo hacen particularmente interesante para desarrollar iniciativas de conservación en la costa de Chile:

1) Físicamente se encuentra en una zona donde hasta ahora el impacto de la actividad antrópica es limitado, al no existir grandes centros urbanos o industrias en sus cercanías;

2) Es el hábitat de numerosas especies emblemáticas y amenazadas (IUCN, 2006) como el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus)*, el chungungo (*Lontra felina)*, el yunco (*Pelecanoides garnotii)* y, la especie más emblemática del área, el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*);

3) Es un área afectada por surgencia permanente, por lo tanto, es altamente productiva;

4) Es una zona con altas densidades, tasas de retención y reclutamientos de larvas de especies de gran importancia comercial y comunitaria como la anchoveta (*Engraulis ringens)* o el loco (*Concholepas concholepas)*;

5) Es una de las zonas con mayores tasas de desembarque de pesquerías bentónicas de la región, responsable del 60% del desembarque de loco;

6) Es un área de interés turístico, cuyos visitantes se han concentrado durante el período estival y han mostrado un aumento exponencial en los últimos años, llegando el 2009 a un número de visitantes cercanos a 30.000, según la CONAF. Es un área, por lo tanto, que posee gran potencial para el desarrollo de actividades ecoturísticas;

7) En el sector existen comunidades de pescadores cuya subsistencia depende tanto de las actividades pesqueras como de los ingresos obtenidos a partir de las actividades turísticas.

El AMCP-MU La Higuera/Isla Chañaral será el AMCP más grande del SCH y aumentará la superficie de conservación de estos ecosistemas marinos únicos en el mundo, a un 0,2%. En este sentido, la creación del AMCP-MU La Higuera/Isla Chañaral será una contribución importante por parte del Estado chileno a la conservación de los ecosistemas y, asimismo, ayudará a acercarse al cumplimiento del compromiso asumido en la Convención de Diversidad Biológica de conservar un 10% de la superficie marina nacional al año 2010.

Porción Terrestre de la Propuesta

La justificación ecológica para la incorporación de la franja costera terrestre en esta propuesta de conservación se basa, principalmente, en la diversidad de la flora terrestre. Squeo et al. (2001) indican la presencia de 324 especies de plantas vasculares nativas en el borde costero de la comuna de La Higuera, y entre ellas el 19% tiene problemas de conservación. La zona sur de la Región de Atacama posee un 5-10% de especies de plantas con problemas de conservación y una

alta concentración de endemismos (Letelier et al. 2008), y destaca su fauna de vertebrados (Ramírez de Arellano et al. 2008). En esta zona, el sitio prioritario Carrizalillo forma parte del portafolio de conservación para Atacama (Squeo et al. 2008).

Tomando en cuenta la alta presencia de especies consideradas vulnerables y/o con problemas de conservación, y la importancia de las zonas de amortiguación para un AMCP-MU, podemos definir 4 áreas de importancia ecológica dentro de la franja costera: el sitio prioritario Carrizalillo (III Región); el complejo de las dunas entre Caleta Mamani y Caleta Apolillado (III – IV Región); el complejo de dunas de Playa Los Choros y el Humedal de Los Choros (IV Región); y el sitio prioritario Cerro Juan Soldado (IV Región).

En el límite austral del altiplano, que corresponde a los 27°S, hay un quiebre en la distribución geográfica de las plantas vasculares y de los ambientes naturales terrestres, fenómeno que se refleja en el alto grado de endemismo de plantas entre las Regiones III y IV. La incorporación de una franja terrestre costera a esta propuesta de conservación, por lo tanto, no sólo representa una zona de amortiguación en beneficio de la porción marina de una futura AMCP-MU, sino que además se traduce en la conservación de una flora típica del norte del país y de la fauna asociada a ella.

Aparte de la importancia ecológica, cabe destacar el valor paisajístico/turístico de este ambiente natural único en el país, difundido en eso términos en sitios Internet oficiales del Gobierno chileno.

En resumen, la propuesta de creación de AMCP-MU que presentamos, ofrece la posibilidad única de conservar y proteger un complejo conjunto de ecosistemas marinos y terrestres, característicos del SCH.

FUNDAMENTACIÓN SOCIOECONOMICA PARA PROPONER LA CREACION DE UN AMCP – MU

La propuesta incluye las siguientes unidades territoriales: Chañaral de Aceituno, Punta de Choros, Los Choros, Chungungo. Totoralillo Norte y Caleta Hornos. La población beneficiada directamente alcanzaría a más de 900 personas, mientras que indirectamente se beneficiaría a más de 4 mil personas.

Usos Actuales y Potenciales del Área: Macro y Microzonificación del Borde Costero

De acuerdo a la macro y microzonificación del borde costero de la región de Coquimbo y de la comuna de La Higuera, los usos preferentes del borde costero establecidos en el área solicitada son: Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERBs); caletas artesanales industrial inofensiva; restricción ecológica; reservas marinas; zona turística; zona agropecuaria; sitios SNASPE (Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado); zona de conservación patrimonial; zona de riesgo por quebradas, y AAA (Áreas Aptas para la Acuicultura).

Asimismo, de acuerdo a la macrozonificación del borde costero de la Región de Atacama, los usos preferentes para el sector de Chañaral de Aceituno son los siguientes: sitio SNASPE; sitio prioritario para la conservación; zona de relevancia ecológica marina; zonas de relevancia turística marina; caleta artesanal; AMERBs; zona terrestre de funciones múltiples que incluye caleta pesquera con usos habitacionales, recolección de orilla, actividades turísticas; y zona de conservación patrimonial.

De acuerdo a lo anterior, toda actividad industrial de alto impacto ambiental no tiene preferencia de uso

en todo el borde costero de la zona que se pretende declarar como AMCP – MU.

Valoración de los Servicios Ambientales de las Reservas Marinas I. Chañaral e I. Choros – Damas

El proyecto FIP 2008 – 56, desarrollado por la Universidad de Concepción, valora económicamente los servicios ambientales provistos por la red de reservas marinas existentes en el país bajo la Ley de Pesca, donde se incluyen la Reserva Marina Isla Chañaral y Reserva Marina Islas Choros – Damas.

Este estudio identifica los principales atributos ambientales a valorar, define una tasa de descuento para proyectar los resultados de la valoración, señala los precios y stocks de cada uno de los bienes y servicios ambientales identificados en cada reserva para, finalmente, valorizar económicamente cada una de las reservas marinas en Chile.

De acuerdo a lo anterior, el valor total de ambas reservas en cuestión alcanzaría los 28.803 millones de pesos al año 2009, y 367.529 millones de pesos a perpetuidad.

Amenazas

Una de las amenazas más importantes la constituye la instalación de centrales termoeléctricas en base a carbón en zonas costeras aledañas a áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos. Uno de los impactos más importantes de este tipo de centrales sobre el medio ambiente marino, lo constituye la toma de agua del mar para el proceso de enfriamiento y su devolución a elevadas temperaturas. Por ejemplo, la planta termoeléctrica Barrancones que se pretende construir en La Higuera, puede succionar 80 mil metros cúbicos de agua del mar por hora, causando la muerte de larvas, plancton y una serie de organismos marinos fundamentales para el funcionamiento del ecosistema. A esto debe sumársele el uso de sustancias anti incrustante en sus instalaciones submarinas y la devaluación del agua a alta temperatura, entre otros impactos.

Una tesis realizada en el Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas, CEAZA, comprueba que ejemplares juveniles de loco (*Concholepas concholepas*) -una de las especies más importantes de las AMERBs- al estar expuestos a un efecto combinado de aumento de la temperatura en 6° C y presencia de sustancias anti incrustante, genera una mortalidad del 100% al cabo de 1 a 3 semanas.

Otro impacto importante es el que dice relación con la emisión al ambiente de metales pesados como el mercurio. Las emisiones de mercurio pueden producir severos problemas en la salud de especies marinas y en los seres humanos que las consumen.

Asimismo, la quema continua de combustibles fósiles, como el carbón, aumenta los niveles de dióxido de carbono que luego son absorbidos, en parte, por los océanos, causando su acidificación. Cuando el dióxido de carbono entra en el océano se combina con el agua de mar para producir el ácido carbónico que, consiguientemente, incrementa la acidez del agua, bajando su PH. Una de las consecuencias más serias del aumento de la acidez del océano es, a su vez, la reducción de la cantidad de carbonato disponible para ser usado por animales marinos. Una de las funciones más importantes del carbonato es la formación del carbonato de calcio y de las estructuras de caliza que forman los esqueletos coralinos, las conchas –incluso de algunos organismos planctónicos marinos-, y las perlas. La acidificación del océano afectará seriamente, por lo tanto, la capacidad de criaturas como moluscos y langostas, entre muchos otras, de crear sus estructuras protectoras,

además de interrumpir, probablemente, algunas de las funciones químicas y biológicas más importante de los océanos.

Aparte de las centrales termoeléctricas en base a carbón, la perforación por parte de la flota industrial arrastrera dentro de las 5 millas de protección a la pesca artesanal otorgados por Ley, constituye otra grave amenaza al área que propone proteger. De acuerdo con la Ley General de Pesca y Acuicultura (Artículo 47) la pesca artesanal cuenta con una franja del mar territorial de 5 millas marinas medidas desde las líneas de base normales (a la que se suman las aguas interiores) exclusiva para su actividad. Sin embargo, en el mismo artículo de la Ley se abre la posibilidad que la flota industrial opere dentro de estas áreas, siempre que no haya actividad pesquera artesanal o bien, mientras sea posible el desarrollo de ambos sectores pesqueros.
La destrucción que la pesca de arrastre de fondo produce en las complejas comunidades que habitan el fondo oceánico, contribuye a la declinación de las pesquerías ya que tales comunidades proporcionan las condiciones para resguardar y proteger el crecimiento de una gran variedad de especimenes juveniles de peces e invertebrados marinos. En definitiva, una vez que el hábitat esencial ha sido destruido producto de la pesca de arrastre de fondo, stocks de peces de valor comercial, así como otras especies que dependen del fondo marino para su desove, cría, protección, alimentación y abrigo, declinan drásticamente y pueden desaparecer si no se limitan estas prácticas oportunamente.

Pertinencia del Instrumento de Protección Propuesto

En términos socioeconómicos, un AMCP–MU permitiría usos en distintos niveles, desde los más “restrictivos” hasta los más “permisivos” en el contexto definido por los objetivos de creación del área. Esto implica que las actividades económicas que se desarrollen en su interior estarán supeditadas a niveles establecidos mediante criterios como la capacidad de carga y/o la compatibilidad de usos, entre otros. En este sentido, el AMCP–MU no pretende regular actividades como la pesca artesanal o el turismo ya que éstas se rigen por sus propias regulaciones sectoriales, sino que, más bien, busca gestionar de manera sustentable un territorio determinado para lograr objetivos de conservación y desarrollo sustentable cuyos beneficios lleguen directamente a las comunidades locales. Si para lograr estos objetivos se requiere excluir determinadas actividades, la propia figura de AMCP debe definirlo.

Lo anterior es relevante ya que la AMCP- MU buscaría proteger a la zona de aquellas actividades industriales de alto impacto ambiental como las plantas termoeléctricas y la pesca de arrastre dentro de las 5 millas marinas.

En conclusión, un AMCP – MU en la zona costera norte de la región de Coquimbo y la zona costera sur de Atacama, sería el instrumento más adecuado para coordinar y articular a los actores locales y regionales en los objetivos de conservación y desarrollo sustentable, integrando las actividades contenidas en los respectivos PLADECOs, PLADETUR, supervisando la microzonificación, desarrollando los planes de manejo de los instrumentos de conservación ya existentes, e impulsando nuevas medidas de conservación; todo ello articulado en una visión y un plan estratégico común.

Análisis de Actores

En las diversas visitas efectuadas OCEANA a la zona de interés, se logró identificar 2 grupos de usuarios diferentes. El primer grupo corresponde a los habitantes de las caletas

que se encuentran al norte del área: Chañaral de Aceituno, Los Choros y Punta de Choros. Estas localidades han sido las principales beneficiadas con la creación del Parque Nacional Pingüino de Humboldt y las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros – Damas, siendo capaces de levantar una oferta turística incipiente pero con mucho potencial, especialmente considerando la demanda turística extranjera. Además, sus áreas de manejo para la explotación de recursos bentónicos son las más productivas de la zona. Este grupo de usuarios apoya y promueve decididamente esta propuesta de AMCP – MU, y son concientes de los graves daños que acarrearía la instalación de plantas termoeléctricas en la zona.

El segundo grupo de usuarios corresponde a los habitantes de las caletas que se encuentran al sur del área: Chungungo, Totoralillo Norte y Caleta Hornos. Estas caletas mantienen como principal actividad económica la pesca artesanal, específicamente la explotación de recursos bentónicos, aunque sus áreas de manejo son menos productivas que aquellas ubicadas más al norte. En nuestras conversaciones con la comunidad se nos confirmó que la baja de precio sostenida del recurso loco, así como la continua migración de su población hacia las ciudades de la Región, ha provocado el empobrecimiento y el envejecimiento de estas localidades. Si bien una fracción de ellas -por su situación de extrema necesidad- se abre a la posibilidad de que se instalen las dos plantas termoeléctricas proyectadas, existe un amplio consenso respecto a terminar con las perforaciones de la flota industrial arrastrera dentro de las 5 millas exclusivas de la pesca artesanal. En este sentido se sienten motivados por iniciativas como un AMCP – MU que, en definitiva, puede representar un mejoramiento en la situación de los stocks pesqueros que han disminuido por la pesca de arrastre y, de esa manera, experimentar un repunte en su actividades pesquera.

Análisis Estratégico

A partir de la identificación de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, se concluye lo siguiente:

El área propuesta tiene potencialidades para ser declarada Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos en consideración de sus características naturales intrínsecas (representatividad, exclusividad, potencialidad, complementariedad). Asimismo, puede generar sinergias para el desarrollo de actividades de conservación bajo el principio tierra-mar y estimulará el mejoramiento de estándares de calidad ambiental para la sostenibilidad de las actividades productivas que en ella se realicen, destacando entre estas el turismo de naturaleza. Finalmente, la creación del Área Marina Protegida contribuirá al cumplimiento de los compromisos internacionales ratificados por Chile, en particular la meta de protección del 10% de los ecosistemas marinos al 2010.

La institucionalidad ambiental chilena en desarrollo, el aumento del deterioro ambiental en la zona y los costos asociados a la tramitación de los proyectos, programas y actividades que quieran realizarse dentro el AMCP para lo cual deberán someterse al Sistema de Evaluación Ambiental, constituyen posibles riesgos para el éxito del proyecto. Ello, sin embargo, puede resolverse favorablemente por el perfeccionamiento e implementación efectiva de la zonificación y el reconocimiento de usos actuales y potenciales del área.

Dado que se requieren ciertos grados de restricción y regulación para el buen funcionamiento de los ecosistemas a proteger, se hace imperioso generar un Plan de Administración que

haga partícipes a las comunidades locales. De la misma manera, algunos usos serán potenciados y fomentados dentro de ese plan con el fin de generar mayores recursos en base a actividades sustentables.

Las debilidades identificadas en el análisis estratégico constituyen, en última instancia, desafíos para el proyecto de área protegida. El principal es la sinergia, tanto en términos económicos como ambientales, que resulte de la alianza estratégica que debiera darse entre las actividades emergentes de desarrollo y los objetivos de conservación del área, para así evitar la tradicional disyuntiva desarrollo – conservación.

La propuesta de AMCP instalaría un instrumento de gestión ambiental relevante para el buen uso de los recursos naturales, dando, además, continuidad a la planificación del borde costero iniciado por la zonificación de las III y IV regiones.

La principal limitante identificada en el análisis estratégico, es la inexistencia de una instancia regional especializada en áreas de conservación que promueva de mejor manera la gestión y administración del área desde el ámbito público. Este vacío debiera neutralizarse en la medida que avance la consolidación de la nueva institucionalidad ambiental en Chile y, en particular, el nuevo Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas.

También el apoyo del Estado para la conservación del área y la promoción de las actividades económicas sustentables es fundamental para satisfacer una debilidad o carencia de larga data en esta materia.

INTRODUCCIÓN

OCEANA

1. INTRODUCCIÓN

Frente a las costas de la Región de Atacama y norte de la Región de Coquimbo, incluyendo el archipiélago de islas e islotes aledaño, se encuentra una de las áreas de mayor biodiversidad marina y belleza de nuestro país. Esta zona alberga una importante cantidad de especies marinas, algunas de ellas amenazadas, lo que ha motivado grandes esfuerzos para su conservación desde Chile y otros lugares del mundo.

Algunas de las especies emblemáticas de este sitio son mamíferos marinos como los delfines nariz de botella (*Tursiops truncatus*), delfín gris (*Grampus griseus)* y ballenas azul (*Balaenoptera musculus)*, fin (*B. physalus*), minke (*B. acutorostrata*), sei (*B. borealis*) y jorobada (*Megaptera novaeangliae*). Asimismo, destacan aves marinas como el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*) y el yunco (*Pelecanoides garnotii*). Podemos encontrar, además, una gran variedad de peces, moluscos, algas y muchos otras especies que conforman este excepcional ecosistema marino.

Afortunadamente, aquí se encuentran dos reservas marinas – Islas Choros Damas e Isla Chañaral – declaradas hace pocos años. Sin embargo, su extensión está lejos de cubrir la totalidad de este extraordinario ecosistema.

Debido a su importancia ecológica, desde el mundo científico se han hecho claras y fundadas recomendaciones al gobierno chileno para que adopte medidas idóneas para su protección. Sin ir más lejos, el proyecto "Estudio de Análisis de Omisiones y Vacíos de Representatividad en los Esfuerzos de Conservación de la Biodiversidad en Chile" (GAP-Chile 2009) –[1] encargado por la Comisión Nacional del Medioambiente- lo identifica como un sitio prioritario para la conservación.

Considerando que, en el marco de la Convención de la Biodiversidad (CBD), el Estado de Chile se comprometió a conservar al menos el 10% de los ecosistemas marinos y terrestres para el año 2010, la protección de esta zona por medio de alguna de las figuras de áreas marinas protegidas contempladas en nuestra ley, representaría un avance sustancial en el cumplimiento de una meta que aún se ve muy lejana.

Numerosas comunidades asentadas en esta parte del litoral han convivido durante años en forma armónica con el medioambiente. Con un esfuerzo encomiable, los pueblos y caletas de la zona han sabido aprovechar esta excepcional concentración de vida marina para potenciar las actividades turísticas, la pesca artesanal, la extracción de recursos bentónicos de áreas de manejo, y la agricultura, creando numerosas fuentes de empleo en base a actividades sustentables. En definitiva, los pueblos de esta área forman una verdadera unidad con el entorno donde los recursos naturales son su soporte económico, social y cultural.

Lamentablemente, este lugar excepcional enfrenta un momento decisivo por la existencia de factores que amenazan la forma de vida de las comunidades locales y del ecosistema que les sirve de sustento. Entre estos factores, los principales son los siguientes:

1. La posible instalación en La Higuera de dos plantas termoeléctricas de combustión a carbón, además de otras industrias asociadas que también causan un alto impacto ambiental.

El uso de combustibles fósiles como

1 "Estudio de Análisis de Omisiones y Vacíos de Representatividad en los Esfuerzos de Conservación de la Biodiversidad en Chile" (GAP-Chile 2009). Pag.23

el carbón es completamente incompatible con la conservación del ecosistema de este lugar, sus recursos marinos y las fuentes de trabajo en base a su aprovechamiento sustentable.

Los principales impactos de las centrales termoeléctricas a carbón en el medioambiente marino son los siguientes:

a. Emisiones de CO2. Al ser un gas de efecto invernadero, agrava el calentamiento global y la acidificación de los océanos.

b. Emisiones de mercurio. Al quemar el carbón, se libera este metal en forma de gas, para luego condensarse con la humedad atmosférica y decantar en el mar, contaminando a la vida marina y a los humanos que luego consumen estos recursos. El consumo de pescados con mercurio puede traer graves problemas de salud, incluyendo malformaciones en niños en gestación y problemas neurológicos.

c. Succión de agua del mar. Una planta como la de Barrancones que, de aprobarse, se instalaría en La Higuera, puede succionar en promedio 80 mil metros cúbicos de agua del mar por hora, causando la muerte de larvas, plancton y una serie de organismos marinos fundamentales para el funcionamiento del ecosistema.

d. Vertimiento de agua a alta temperatura. El agua es devuelta aún caliente al mar, lo que sube la temperatura del ambiente, provocando una serie de impactos en el ecosistema costero, especial pero no únicamente sobre los recursos como el loco.

e. Material particulado proveniente del carbón. Estas plantas liberan polvo tanto en el proceso de quema de carbón, como en el desembarque del mismo, en los puertos autorizados para ello. Esto provoca serios problemas en la salud de las comunidades costeras y en la fauna y flora marina que se encuentra alrededor de estas instalaciones industriales.

2. Las perforaciones industriales de la flota industrial arrastrera.

Se trata de autorizaciones que otorga la Subsecretaría de Pesca a la flota industrial para pescar dentro del área de 5 millas destinadas a la protección del sector pesquero artesanal.

Desde el año 1994 se han autorizado continuamente, ventanas para las perforaciones industriales en las regiones III y IV, con graves consecuencias para los hábitats marinos. El uso de redes de arrastre en una zona que corresponde a un ecosistema marino vulnerable provoca severos impactos irreversibles o de largo plazo de recuperación, especialmente en el fondo marino. A eso se suman los altos niveles de descarte producidos por el arrastre. Esto ha implicado una disminución significativa de recursos pesqueros aprovechados por los pescadores artesanales.

3. La falta de recursos del Estado y privados para que, junto con conservar el ecosistema, fomenten las actividades económicas que se desarrollan tradicionalmente en esta área, además de promover un esfuerzo de ordenación territorial que permita organizar los distintos usos permitidos de manera compatible.

4. La diferencia en niveles de ingreso entre distintas comunidades. Se trata de una zona donde, en distintos niveles, la pobreza económica está presente en las distintas localidades que la habitan, lo que provoca dificultades para el trabajo conjunto.

Creemos que la declaración de un Área Marina y Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) en la zona propuesta es la alternativa más adecuada para lograr la conservación de

la biodiversidad, permitiendo, a su vez, que las comunidades sigan viviendo de los recursos naturales.

OCEANA[2] ha querido apoyar a las comunidades locales haciendo esta propuesta para la creación de un AMCP-MU en esta zona. Sin embargo, este debe ser esencialmente un proyecto colectivo donde las comunidades locales son efectivamente las protagonistas y principales beneficiadas. El éxito de este esfuerzo estará basado en la capacidad para trabajar conjunta y mancomunadamente entre las comunidades locales organizadas, los servicios públicos competentes, las autoridades locales, el mundo científico y las ONGs comprometidas con la conservación. Esta es una propuesta inicial que debe terminar de construirse con todos estos sectores.

Es el momento propicio y oportuno para satisfacer esta necesidad de conservación y desarrollo de las comunidades de La Higuera y aquellas residentes en la costa cerca de Isla Chañaral. Hoy existe una sólida base para la postulación de un AMCP, tanto por el amplio consenso científico sobre la importancia ecológica del área como por las necesidades y desafíos que, desde la perspectiva socioeconómica, presenta la armonización entre desarrollo y conservación.

Durante los últimos tres años se han terminado de levantar varios antecedentes sobre la importancia de esta área para la conservación. Entre estos se encuentra el proyecto FIP 2006-56, además de numerosos estudios científicos sobre cetáceos, pingüinos y otras aves que habitan en forma permanente o estacional. Además, se han realizado estudios focalizados en el ecosistema bentónico.

Oceana ha contribuido a recolectar valiosa información científica, documentando, a través de distintas expediciones, la diversidad marina mediante fotografía y video submarino, ejecutándose, además, 16 transectas de filmación submarina con ROV[3], lo que nos permitió identificar la composición de las especies bentónicas dentro de lugares representativos del área como los alrededores de las islas Chañaral, Choros y Damas, e islote Pájaros.

Nuestra organización también ha recurrido numerosas veces la zona, conviviendo con las comunidades locales, recogiendo sus inquietudes, necesidades y aspiraciones,. Esta experiencia nos ha hecho valorar profundamente y entender su proyecto de vida íntimamente ligado a la naturaleza.

Nuestro deseo es promover esta AMCP como alternativa de desarrollo sustentable para que, mientras se conserva el área, se mejore la calidad de vida de sus habitantes y se reduzcan las brechas entre los niveles de ingresos de las comunidades locales. Esta propuesta debe ser entendida como una invitación a dichas comunidades a terminar de construir esta alternativa en su beneficio y del país. También es importante que el gobierno, a través de sus Ministros y Subsecretarios, servicios, Intendencia y Gobernación, junto con las comunas involucradas, vea la gran oportunidad que representa crear una AMCP en este lugar. Este puede ser el comienzo de una nueva etapa en que la conservación sea el motor que impulse el desarrollo de una zona largamente postergada. Confiamos que esta propuesta contribuya para concretar este anhelo de todos.

2 Oceana es una organización internacional dedicada a proteger y recuperar los océanos del mundo. Su equipo de científicos marinos, economistas, abogados y especialistas en comunicaciones, entre otros profesionales, centran sus esfuerzos en la protección de los hábitats marinos y de las diferentes formas de vida que albergan los océanos; en la reducción de la pesca incidental y el consecuente descarte de especies marinas; en la prevención del colapso irreversible de los stocks pesqueros, y en la disminución de la contaminación marina. Con un enfoque global, la organización cuenta con oficinas en Norteamérica, Europa, Centro América y Chile. Más de 300.000 colaboradores y ciberactivistas en 150 países se han unido ya a Oceana.

3 Remote Operated Vehicle o vehículo operado a distancia.

ANTECEDENTES JURIDICOS Y ADMINISTRATIVOS

Folio010644

2. ANTECEDENTES JURIDICOS Y ADMINISTRATIVOS

¿QUÉ ES UN ÁREA MARINA Y COSTERA PROTEGIDA DE MÚLTIPLES USOS (AMCP-MU)?[1]

Un AMCP-MU es un espacio que incluye porciones de agua y fondo marino, rocas, playas y terrenos de playas fiscales (flora y fauna), recursos históricos y culturales que la ley u otros medios eficientes colocan en reserva para proteger todo o parte del medio así delimitado[2].

Las AMCP-MU nacen como la herramienta de gestión para la protección, administración, mantención y restauración de los recursos naturales y culturales de las aguas marinas y costeras. Esta y otras figuras se utilizan a nivel mundial como instrumentos para conservar la biodiversidad, proteger las especies marinas en peligro, reducir los conflictos de uso, generar instancias de investigación y educación; y desarrollar actividades comerciales y recreativas.

Asimismo, otro objetivo de estas áreas es la conservación del patrimonio histórico-cultural marino y costero de las comunidades que las habitan para el desarrollo sostenible del turismo, la pesca y la recreación.

Desde una mirada más simple un AMCP-MU es una herramienta de gestión ambiental y territorial de doble dividendo: entrega protección ambiental y fomenta el desarrollo de actividades económicas de bajo impacto ambiental.

1 www.conama.cl/gefmarino

2 Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza -UICN

¿QUÉ IMPLICANCIAS TENDRÍA LA CREACIÓN DE UN AMCP – MU?

Las AMCP – MU se caracterizan por regular los distintos usos que se pueden desarrollar en la zona declarada. Se permiten en estas áreas las actividades que sean compatibles con la conservación, es decir, aquellas que no provoquen grandes impactos sobre los ecosistemas o las especies. Esto quiere decir que actividades como la pesca artesanal, el turismo y la agricultura en la costa pueden desarrollarse e, incluso, potenciarse mediante el diseño de planes de manejo que aseguren su sustentabilidad. Por el contrario, industrias de alto impacto como las centrales termoeléctricas a carbón y la pesca de arrastre son incompatibles con la conservación del ecosistema y con los otros usos sustentables ya mencionados.

Afortunadamente, las áreas de manejo de recursos bentónicos existentes en esta zona y el turismo efectuado en la reservas marinas Choros – Damas e Isla Chañaral son ejemplos concretos de actividades con gran potencial económico[3] y bajo impacto ambiental en la medida que se observen las regulaciones y las buenas prácticas. Estas experiencias deben servir de base para una futura AMCP-MU. El plan de administración que se acuerde para el área entre los distintos actores que la conforman contendrá una zonificación que definirá sub-áreas con distintos grados de protección y los usos permitidos en cada una de ellas. Asimismo, las industrias con altos impactos ambientales, como altas emisiones contaminantes y el uso y descarga de grandes cantidades de agua del mar, deberían constituir usos excluidos por ser contrarios a los fines que se pretende alcanzar con la AMCP-MU.

3 *Si bien los análisis no indican un claro impacto económico y social de la AMERBs en las comunidades de pescadores, sí se ha observado una mejora sustantiva en las capacidades organizativas de los pescadores (dimensión institucional), respecto a caletas que aún no han adoptado este tipo de administración pesquera, ver Zuñiga et al, (2010).*

ASPECTOS JURÍDICOS Y DE ORGANIZACIÓN

Si bien las AMCP- MU no están incorporadas explícitamente en la Ley General de Pesca y Acuicultura, sí están consideradas en nuestra ley ambiental a través de tratados internacionales y puestas en práctica a partir del proyecto GEF Marino, cuyo resultado fue la creación de 3 áreas marinas costeras protegidas piloto en nuestro país, así como el desarrollo de una estructura institucionalidad para supervisar, analizar y administrar AMCPs[4]. Se espera que las AMCP-MU estén contempladas, reguladas y fomentadas por la nueva legislación e institucionalidad ambiental que se está implementando en Chile.

Adicionalmente, Chile ha adquirido una serie de compromisos internacionales los cuales entregan un marco de obligaciones y responsabilidad del Estado que promueve la creación de áreas marinas protegidas. Entre éstos encontramos:

- La "Convención sobre comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestre" – CITES – (D.S. 225 de 1995, Ministerio de Economía, y D.S. 260 de 1993, Ministerio de Agricultura).

- "Convención de la Diversidad Biológica" (D.S. 1.963 de 1994, Ministerio de Relaciones Exteriores).

- "Convención para la protección de la flora y fauna y las bellezas escénicas naturales de América" – Convención de Washington- (D.S. 531 de 1967, Ministerio de Relaciones Exteriores).

- "Convención internacional para la regulación de la caza de ballenas" (D.S. 489, Ministerio de Relaciones Exteriores, 1979).

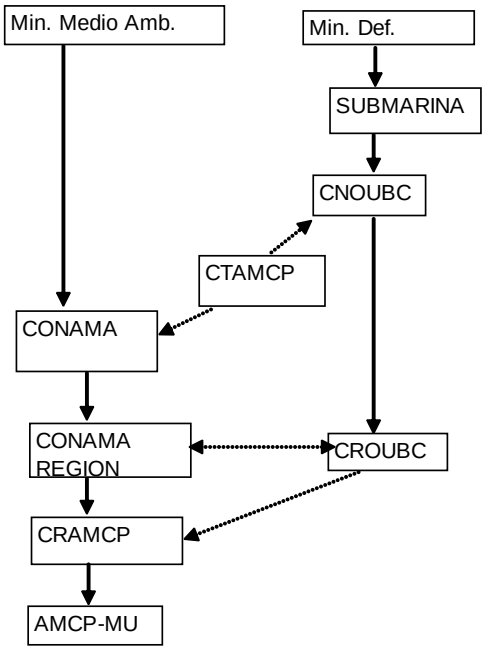
- La "Convención del Mar" (CONVEMAR), Decreto Supremo 1.393, Ministerio de Relaciones Exteriores, 1997.

- "Protocolo para la conservación y administración de las AMPs del pacífico sudeste" (1989).
- "Convención para la protección del medio ambiente marino y la zona costera del pacífico sudeste".

- "Convención de Bonn sobre la conservación de especies migratorias" (D.S. 868 de 1981, Ministerio de Relaciones Exteriores)

Estos entregan un marco general que fundamenta las acciones de protección y conservación que serán desarrolladas dentro del Plan General de Administración de la futura AMCP- MU.

A continuación se presenta el diagrama de flujo que representa los pasos administrativos que debe seguir una propuesta de AMCP – MU bajo el esquema propuesto por el proyecto GEF – Marino:



4 MINUTA "Institucionalidad de Áreas Marinas Costeras Protegidas y Procedimientos para la Consideración de Nuevas Solicitudes de Áreas Marinas Costeras Protegidas (AMCP)", CONAMA, Chile.

Es bajo este esquema que aparecen las Comisiones Regionales de Áreas Marinas Costeras Protegidas (CRAMCP). Dichas CRAMCPs están coordinadas por el Director Regional de CONAMA que ejerce funciones de secretario técnico y están integradas principalmente por representantes de: a) servicios públicos con competencia en el medio marino y costero; b) del sector no público con intereses en la zona marina y costera como comunidades y/o gremios que viven o se desarrollan en dichas zonas, c) organismos de fomento; y d) por el Intendente, quien las preside.

El rol de estas comisiones es supervisar la gestión de las AMCP y consolidarse como la instancia para la discusión y análisis regional respecto de la conservación marina, en particular respecto de nuevas propuestas de áreas de conservación en el medio marino y costero[5].

Por otra parte, se constituyó el referente nacional de dichas Comisiones, a saber un grupo técnico denominado Comité Técnico de Áreas Marinas y Costeras Protegidas (CTAMCP) integrado por los siguientes organismos públicos: Comisión Nacional del Medio Ambiente, Subsecretaría de Marina, Subsecretaría de Pesca, Servicio Nacional de Pesca, Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante, Dirección del Medio Ambiente, Antártica y Asuntos Marítimos (DIMA-MAR) del Ministerio de Relaciones Exteriores y el Ministerio de Bienes Nacionales; coordinado por CONAMA.

Dicho grupo de trabajo es de carácter permanente, intersectorial, público, de nivel central, y tiene, entre otros, el objetivo de establecer los lineamientos nacionales para la configuración de la red de AMCP, supervisar su funcionamiento y asesorar la toma de decisiones respecto de las propuestas de nuevas áreas AMCP, entre otros aspectos.

Con el fin de permitir su funcionamiento oficial mientras se definen temas como la institucionalidad que regirá el sistema nacional de áreas protegidas públicas, privadas, terrestres y marinas, y el Ministerio del Medio Ambiente, dicho Comité Técnico se creará al amparo de la Comisión Nacional de Uso del Borde Costero (CNUBC).

El otro componente de la institucionalidad que debe generarse es la denominada "Unidad de Gestión y Administración de AMCP", cuyo objetivo principal es gestionar la(s) AMCP(s) en cada región, y su estructura corresponde a una corporación de derecho privado con participación de los Gobiernos regionales. La constitución, alcances, roles y responsabilidades de esta entidad se encuentran en etapa de definición en mayor grado de detalle.

Es fundamental definir para el caso del AMCP – MU La Higuera/I. Chañaral su propia Unidad de Gestión y Administración a nivel de área protegida, el cual debe basarse en un Plan de Administración previamente definido, y cuya estructura también sea la de una corporación de derecho privado con participación de estamentos públicos a nivel comunal y regional, así como de privados. Sin perjuicio de lo anterior, la nueva institucionalidad ambiental nacional dará más luces sobre la permanencia de este esquema o su eventual remplazo por nuevos servicios con competencias en esta materia.

5 En aquellas regiones donde aún no se han establecido AMCPs, como es el caso de la región de Coquimbo, y por lo tanto no existen CRAMCPs, estas tareas las lleva adelante directamente la Comisión Regional de Ordenamiento y Uso del Borde Costero, CROUBC.

ANTECEDENTES GENERALES DEL AREA PROPUESTA PARA SER PROTEGIDA

3. IDENTIFICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA

Superficie del Mar		
4ta Región		2628,3
3ra Región		824,7
	Total	**3453,0**
Islotes/Islas		
Pájaros grande		1,09
Pájaros chico		0,1
Chungungo		0,12
sin nombre		0,00
sin nombre		0,01
sin nombre		0,00
sin nombre		0,00
Tilgo		0,37
Gaviota		1,96
Choros		2,98
Damas		0,57
Chañaral		5,00
	Total	**7,27**
Total Área Marina AMCP-MU		344
Distancias		
Extensión norte-sur (Océano)		
Extensión Océano-costa (norte)		
Extensión Océano-costa (sur)		
Línea costera (continente)		
Porción Terrestre Continental		
4ta Región		1698,2
3ra Región		563,9
Total		**2262,2**

Tab. 1 Dimensiones de la propuesta AMCP-MU La Higuera

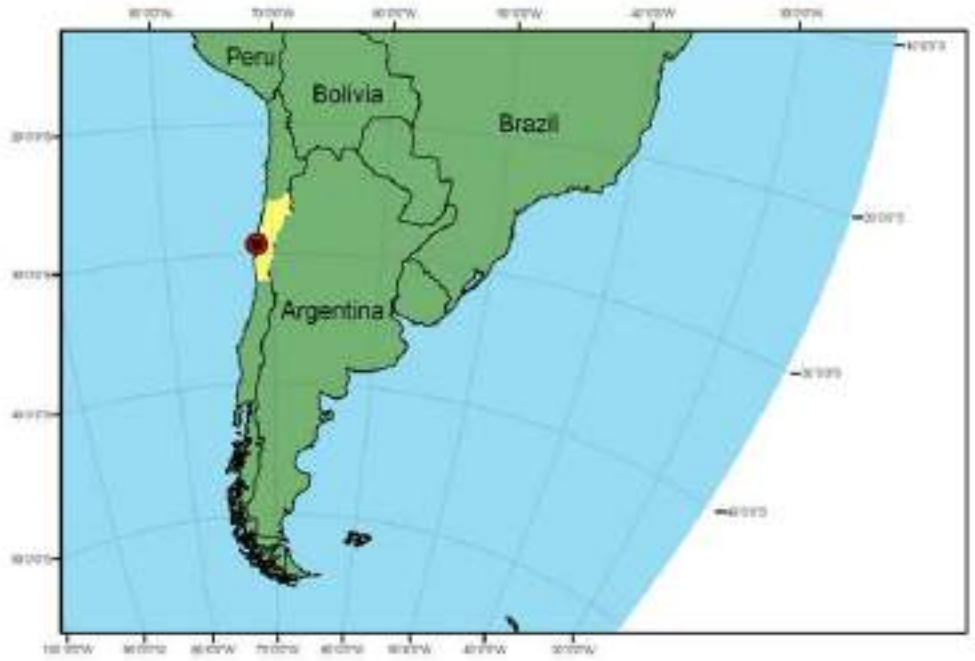
El área en que se propone la creación del AMCP-MU abarca desde Punta Pájaros, ubicada al norte de Caleta Chañaral de Aceituno, en la Región de Atacama, hasta Punta Poroto, ubicada al sur de la Caleta Hornos y de la Comuna de La Higuera, en la Región de Coquimbo (Fig. 1). El área comprende una superficie marítima de 3.445 Km2 y una línea costera de unos 294 Km en el continente (Tab. 1.)

La propuesta abarca la fracción marítima del área, la fracción terrestre de islas e islotes, y una franja de tierra costera frente a la porción de mar.

Geomorfológicamente esta zona pertenece a la zona semiárida de Chile, cuya característica principal es la desaparición de la depresión longitudinal (la división tripartita clásica de Chile en Cordillera de Los Andes, Depresión Intermedia y Cordillera de La Costa), y la ausencia de manifestaciones volcánicas recientes (Paskoff, 1993). Esta zona, ubicada entre los 27° y los 33° de latitud sur, se denomina también como “Norte Chico”.



FIG. 1 Mapa del Área propuesta; a) ubicación en Chile y b) mapa detallado del área.



b) Mapa general del Área solicitada con localidades importantes.

3.2 CLIMA

La Región de Coquimbo constituye una zona de transición del ambiente desértico hacia condiciones de mayor humedad. Se caracteriza por la aridez derivada de escasas e irregulares precipitaciones y por los denominados valles transversales que, de cordillera a mar, aportan las condiciones de agua, suelo y clima.

Según el libro de Biogeografía del Instituto Geográfico Militar (1990)[1] el área se encuentra inserta en el sistema de carácter Templado Mesomórfico, cuyos límites son poco precisos debido a que corresponde a un área donde el ecotono[2] se encuentra entre los caracteres xeromórficos[3] del norte del país y los higromórficos[4] de Chile austral. El clima predominante alrededor de Coquimbo es el de estepa cálida, presentando matices de clima costero o nuboso en el litoral, y estepárico cálido en el interior. La sequedad en esta región es su rasgo climático más característico, ya que las precipitaciones son escasas al no superar los 300 mm anuales. El clima local define, en gran parte, las características paisajísticas de esta zona sometida al Anticiclón del Pacífico, solamente alterado por el Fenómeno El Niño.

Según la Dirección Meteorológica de Chile existe una estacionalidad térmica con una oscilación anual alrededor de 6,45° C, siendo julio el mes más frío (10,8° C) y enero el más cálido (17,25° C). La oscilación térmica diaria es de 7,6° C aproximadamente y la temperatura media mensual se mantiene sobre los 10° C entre enero y diciembre[5].

Según la misma fuente, los últimos 20 años se han caracterizado por extensos períodos de sequía, que han sido interrumpidos en forma esporádica por intensos aluviones. Las lluvias más intensas se registraron en los años previos a la década del 70, con 133,3 mm/año. Las neblinas permanentes durante todo el año generan en la costa un microclima húmedo que permite la existencia de abundante vegetación, sin embargo, esto es más típico al sur de Tongoy, donde la costa se presenta abrupta y relativamente alta.

Según el informe final del proyecto FIP 2006-56 se observa en toda la región, durante las cuatros estaciones del año, vientos predominantes de la dirección S-SW con magnitudes promedios en torno a 6 m/s; un máximo en el trimestre de primavera (septiembre-octubre-noviembre) y un mínimo en el trimestre de invierno (junio-julio-agosto). La mayor variabilidad de los vientos se nota en el trimestre de invierno y la menor en verano, con magnitudes máximas en torno a 22 m/s en primavera. Según Pizarro (1999) y Hormázabal et al. (2004) existen vientos (S-SW) en toda la región, favorables a la surgencia costera durante todo el año, con un máximo estacional en primavera.

El mismo proyecto FIP 2006-56 deja claro que el sector de las islas Chañaral y Choros – Damas es un área donde la surgencia costera es intensa, y comparable en magnitud al foco de surgencia ubicado al sur de Punta Lengua de Vaca (Bahía de Tongoy). Cabe destacar que estas observaciones son coherentes con los datos presentados en el Atlas Oceanográfico de Chile (Rojas & Silva, 1996) y con distintas agencias climatológicas mundiales como el WOA 2001 (base de datos del Ocean

1 Quintanilla, Víctor (1990) "Biogeografía", Instituto Geográfico Militar Chile.

2 Zona de transición entre dos ecosistemas diferentes.

3 Se refiere a aquellas formas vegetales adaptadas a medios secos.

4 Se refiere a aquellas formas vegetales adaptadas a medios húmedos.

5 Declaración de Impacto Ambiental Plan Regulador Comunal de Coquimbo. Secretaría Regional de Vivienda y Urbanismo IV región, Coquimbo I. Municipalidad, 2006.

Climate Laboratory of the National Oceanographic Data Center, EEUU).

3.2 COSTA Y OCEANOGRAFÍA

La Bahía de Coquimbo es una de las zonas más estudiadas del litoral centro-norte, dado que es una zona de surgencia con alta riqueza de recursos pelágicos y bentónicos, principalmente de peces como la anchoveta y el jurel; de crustáceos menores como el langostino amarillo y el camarón nailon, y moluscos como el recurso loco, por nombrar los más importantes. Por otro lado, se encuentra la colonia más grande en el mundo de pingüino de Humboldt, mientras que delfines y ballenas son visitantes frecuentes del área. Todas estas características resultaron en la creación de la Reserva Nacional de Pingüino de Humboldt -Punta de Choros, en 1990.

Dada su importancia para la pesca pelágica y de recursos bentónicos, la Bahía de Coquimbo se encuentra monitoreada de manera intensa desde hace dos décadas en el marco de los proyectos del Fondo de Investigación Pesquera (FIP) de la Subsecretaría de Pesca y de proyectos financiados por el Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA). Los estudios pesqueros pesquero realizados ahí han abarcado también aspectos relativos a la oceanografía, a la composición de los sedimentos y a la diversidad de la fauna acompañante de los recursos principales u objetivos.

A la investigación pesquera se suman además proyectos relacionados con la biodiversidad y, últimamente, estudios relacionados con la conservación marina, como son las evaluaciones sobre la implementación de una reserva marina en la isla Choros y la línea base de las reservas marinas isla Chañaral e islas Choros – Damas. La institución con más experiencia en los estudios relativos a la fauna marina y a los recursos pesqueros de la Bahía de Coquimbo, es la Universidad Católica del Norte, sede Coquimbo (UCN). Esta y otras instituciones locales han originado más de 40 estudios o publicaciones, con 16 trabajos relacionados a la ecología y la biodiversidad marina, especialmente en lo referido a aves marinas e invertebrados bentónicos [Fig. 2].

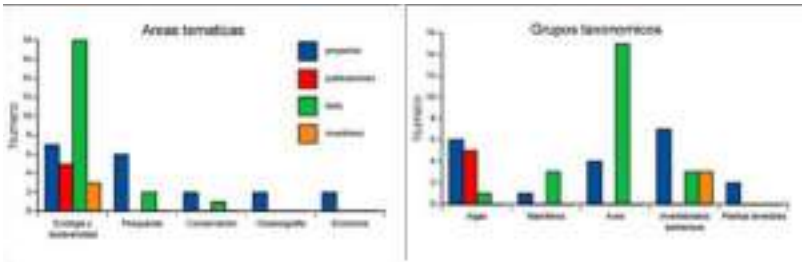


Fig. 2
Estudios relevantes de los últimos 20 años que entregan información acerca de pesquerías, ecología y diversidad marina en la zona de la Bahía de Coquimbo (ordenados a) por tema, b) por grupo taxonómico; estadística hasta el 2007).

3.2.1 Costa

El área entre isla Chañaral e islote Pájaros forma parte de la Bahía Grande de Coquimbo.

La Bahía Grande de Coquimbo se caracteriza por la presencia de una línea costera que se extiende entre la ciudad de Coquimbo y Punta Lengua de Vaca, altamente accidentada con numerosas bahías pequeñas dentro de las que destacan las bahías de las caletas de Punta de Choros, Chungungo y Hornos.

El ancho de la franja litoral varía desde algunos centenares de metros a varios kilómetros y presenta una serie de planicies (generalmente tres) escalonadas sobre la línea de costa actual, inclinadas hacia el oeste y separadas entre sí por escarpes hacia el océano. Estas planicies cortan

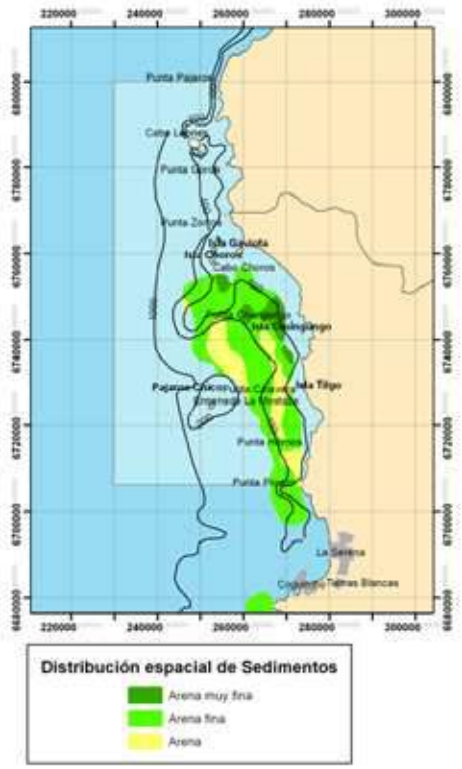


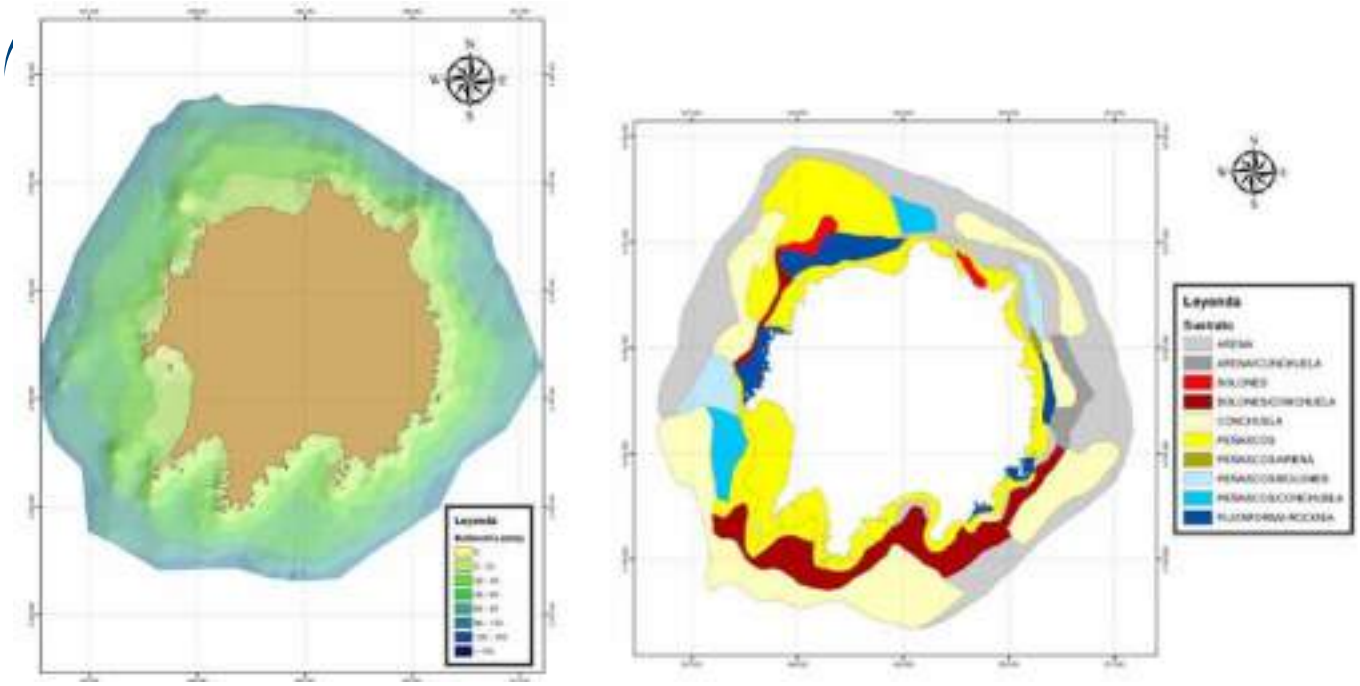
Fig. 3. a) Batimetría general y sedimentos de la Bahía de Coquimbo (Batimetría según el mapa SHOA 3100; sedimentos según el proyecto FIP 2008-16).

afloramientos de diferentes tipos como de granitos profundamente alterados, rocas metamórficas o areniscas recientes y poco consolidadas las que están presentes desde Coquimbo hasta la Punta Lengua de Vaca.

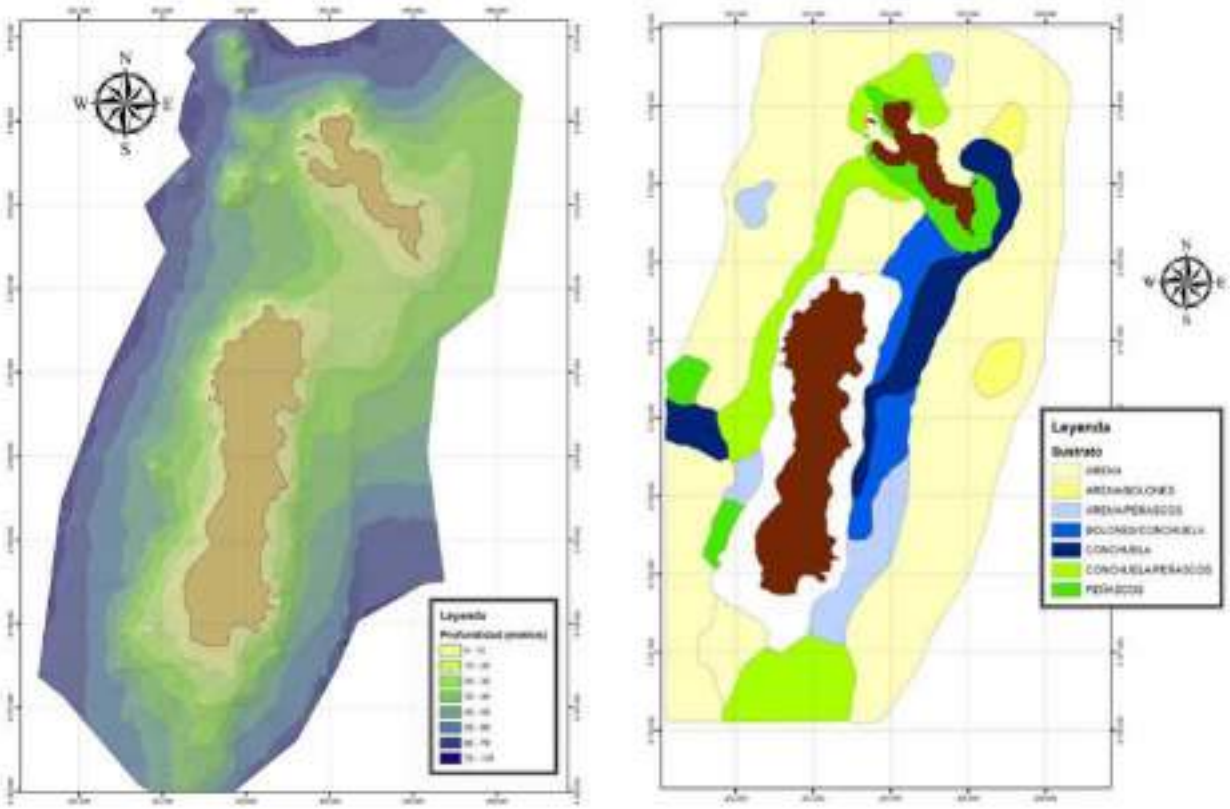
Desde la costa hacia mar adentro se extiende una estrecha plataforma continental. En el borde norte la presencia de la isla Chañaral e islas Choros y Damas genera una barrera submarina que a su vez origina una bahía semi-cerrada en el norte y abierta en el sur (Fonseca y Farías, 1987; Moraga et al., 1994) (Fig. 3). Las características geomorfológicas de la línea costera y de las islas e islotes, más la batimetría e información sobre los sedimentos e, incluso, una descripción de las playas de la zona y sus distintos tipos de hábitats, han sido expuestos en los proyectos FIP 2006-56 y el BIP.

El sublitoral de la bahía se caracteriza por una plataforma más estrecha en el sur con profundidades bajas de hasta unos 30 metros extendiéndose varios kilómetros hacia el mar. En el sector de las islas Choros – Damas la pendiente es más angosta y la profundidad aumenta desde una corta distancia hasta unos 80 metros.

La isla Chañaral, isla Damas e isla Choros, constituyen la denominada "Reserva Nacional Pingüino de Humboldt". La primera de ellas es la isla más grande de la bahía, con una superficie de 6,55 Km² (655 ha). La superficie de la isla Choros, en tanto, es de 2,92 Km² (292 ha) y de isla Damas es 0,63 Km² (60,3 ha). Hacia el sur de estas islas se encuentran los islotes El Toro, Pájaro Grande y Pájaro Chico.



b) Batimetría (arriba) y sedimentos (abajo) de la isla Chañaral (según el proyecto FIP 2006-56).



c) Batimetría (izquierda) y sedimentos de las islas Choros y Damas (según el proyecto FIP 2006-56).

3.2.2 OCEANOGRAFÍA

El área se encuentra dentro del sistema de la corriente de Humboldt SCH (ó HCS, Humboldt Current System en inglés) y es una de las tres zonas más importantes de surgencia en el centro-norte del litoral chileno.

La Bahía de Coquimbo se ubica dentro de la región de transición templada del SCH, y es una de las tres zonas más importantes de afloramiento o surgencia en el centro – norte de Chile, lo cual se traduce en la existencia de aguas altamente productivas de fitoplancton y de zooplancton (Thiel et al., 2007). La oceanografía general del SCH se caracteriza por un flujo predominante de aguas superficiales de origen subantártico con surgencias fuertes de aguas frías subsuperficiales originarias del ecuador, ricas en nutrientes. Los principales procesos de surgencia o afloramiento en la zona centro – norte son constantes y no están conectados a las estaciones del año (Thiel et al., 2007), mientras que las diferentes zonas de surgencias se encuentran separadas por sectores con surgencias menores o esporádicas [Fig. 4].

Los fenómenos naturales globales de El Niño y de la Niña o, más exacto, la Oscilación del Sur ENSO (El Niño Southern Oscilation) se sobreponen a las condiciones oceanográficas locales, complicando cualquier predicción de procesos ecológicos a lo largo de la costa del país. Bajo condiciones de afloramiento disminuye la corriente de Humboldt y masas de aguas frías bien oxigenadas emergen hacia

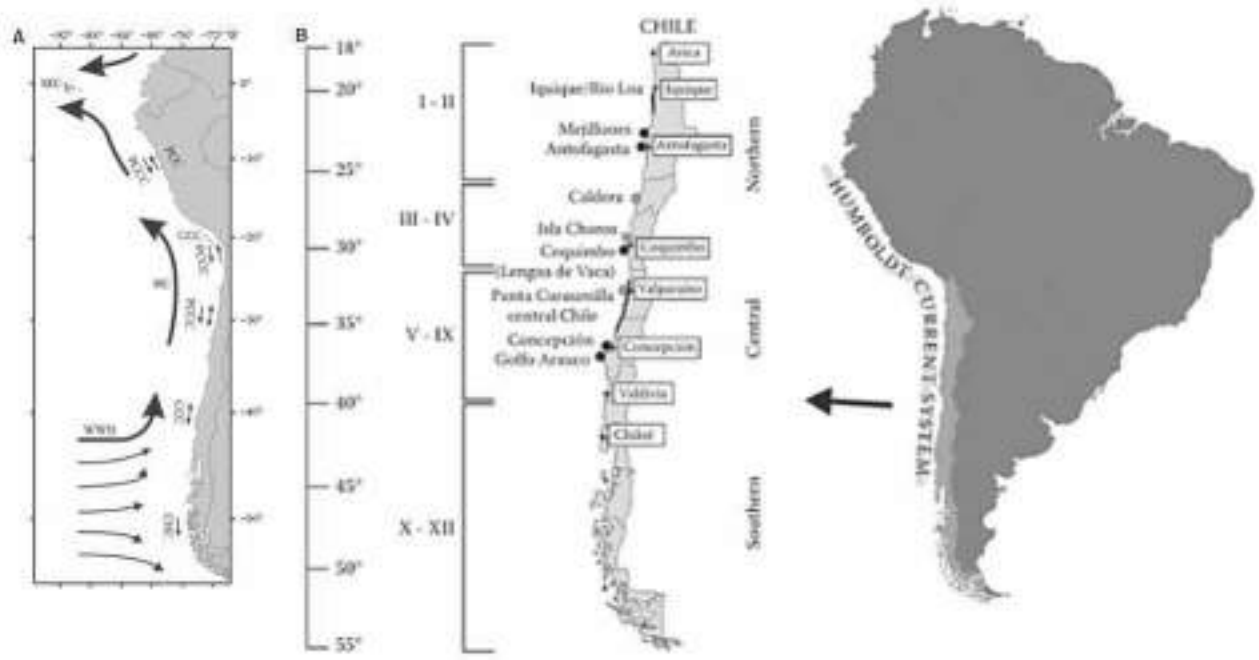


Fig. 4. Corrientes marinas principales del SCH y Zonas de Surgencia en Chile

A) Sistema de corrientes superficiales del Pacífico sur-este que afectan la costa chilena: WWD (West Wind Drift); HC (Humboldt Current o Corriente de Humboldt); CHC (Cape Horn Current o Corriente de Cabo de Hornos); PCCC (Perú Chile Counter Current o Contra Corriente Peru Chile); SEC (South Equatorian Current o Corriente Ecuatoriana Sur) (modificado de: Thiel et al. 2007).

B) Áreas principales de surgencia a lo largo de la costa Chilena (puntos negros) y áreas donde ocurre surgencia frecuentemente (modificado de: Thiel et al. 2007).

las zonas eufóticas[6], donde empujan una fuerte producción primaria (Arntz & Fahrbach, 1991). La topografía de la bahía de Coquimbo con la barrera submarina que forman las islas en el norte de la bahía, favorece la retención de los nutrientes y el crecimiento de la biomasa de fito y de zooplancton, lo cual potencia la concentración y abundancia de organismos de todos los niveles tróficos de la cadena alimenticia.

Parámetros oceanográficos físicos generales

Según los resultados del proyecto FIP 2006-56 la composición de las masas de aguas y las temperaturas del mar por lo general expresan ciclos estacionales bien pronunciados, típicos para una zona de transición templada del SCH. La salinidad presenta valores entre 34,5 psu de mínima y 34,8 psu de máxima en isla Chañaral, y de 34,1 psu de mínima y 35,1 de máxima en las islas Choros y Damas. Sin embargo, existe una alta variabilidad espacial y temporal de las condiciones térmicas y salinas, debido a la proximidad del foco de surgencia cercano a Punta de Choros y a la complejidad de la topografía que se origina por la presencia de las islas y de una línea costera accidentada.

Según datos históricos obtenidos en el marco de los monitoreos de los recursos camarón y langostino, en estudios relacionados con las aves marinas, y en mediciones efectuadas durante el proyecto FIP 2006-56 (Lat. 29° 25°, Long. 71° 23° 05), la temperatura superficial alcanza alrededor de las islas Choros y Damas en promedio una máxima de 18° C en verano y mínimas alrededor de 12° C en invierno (Fig. 5a). Como efecto de la surgencia las temperaturas más bajas se registran comúnmente durante la primavera y cerca de la costa, mientras que en verano se forma una termoclina[7] estacional. Los registros de temperatura en el área indican que existe un enfriamiento de las aguas en el invierno, situación que se comienza a manifestar desde el otoño. Mediante procesos convectivos[8] el enfriamiento se desplaza desde la superficie hacia el fondo hasta que la termoclina desaparece y se produce una columna de agua con poca variación térmica de un rango de 1° C entre superficie y fondo, con valores superficiales alrededor de los 12°C y 11,5°C cerca del fondo. Durante la primavera el agua se calienta sucesivamente también mediante procesos convectivos, hasta que las temperaturas superficiales presentan valores de 14,5°C en primavera, aumentando hasta cerca de los 19° C en verano. Las aguas cercanas al fondo marino se mantienen frías con fluctuaciones entre 11,5°C en primavera y 12,5°C en verano. Según Peñalver (2005) la termoclina en la zona presenta poca variación dentro de la columna de agua, producto de un levantamiento

6 Se llama profundidad eufótica o nivel eufótico a la profundidad en la que la intensidad de la luz queda reducida a un 1% de la que ha penetrado la superficie, el límite por debajo del cual no queda lugar para la fotosíntesis. Algo de luz puede registrarse hasta 700 o más metros de profundidad, pero el límite de la zona eufótica, con luz suficiente para que haya algo de fotosíntesis, puede situarse a sólo unos decímetros, en aguas muy turbias de ríos y pantanos, o acercarse a los 200 m, que es el valor típico en las regiones tropicales de los océanos, de aguas muy transparentes.

7 La termoclina (raramente metalimnion) es una capa dentro de un cuerpo de agua o aire donde la temperatura cambia rápidamente con la profundidad o altura.

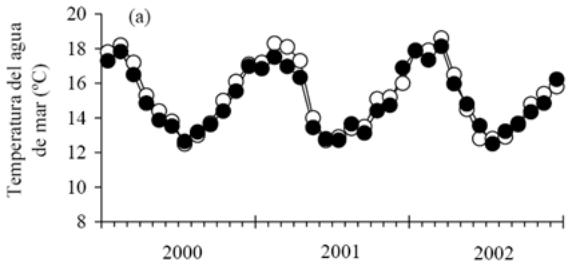
8 La convección es una de las tres formas de transferencia de calor y se caracteriza porque se produce por intermedio de un fluido (aire, agua) que transporta el calor entre zonas con diferentes temperaturas. La convección se produce únicamente por medio de materiales fluidos. Éstos, al calentarse, aumentan de volumen y, por lo tanto, su densidad disminuye y ascienden desplazando el fluido que se encuentra en la parte superior y que está a menor temperatura. Lo que se llama convección en sí, es el transporte de calor por medio de las corrientes ascendente y descendente del fluido.

de las isotermas[9] cerca de las islas que, a su vez, se relaciona con los efectos de la topografía del relieve de fondo y con la baja magnitud de los vientos. De la combinación de estos factores resulta una estructura vertical estratificada, con una capa de mezcla poco profunda (Fig. 5b). Según los autores del proyecto FIP 2006-56 es evidente que "en toda la zona se produce un importante cambio de la energía calórica dentro de la columna de agua, inducida por el intercambio de la atmósfera con los procesos de calentamiento y enfriamiento del agua asociados a los ciclos estacionales".

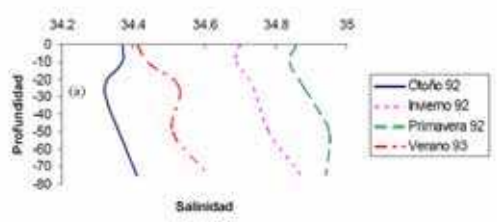
La salinidad como principal indicador de las masas de agua es uno de los parámetros más importantes en esta zona. Como la temperatura, la salinidad presenta cambios estacionales y más pronunciados en la superficie, variando entre 34,3 psu en las épocas de verano – otoño, a valores >34,8 psu en los meses de invierno primavera (Fig. 4a). Bajo los 50 m de profundidad se produce un aumento de estos valores a máximos cercanos a los 35 psu. Según los datos históricos de la zona, con registros de 1992, 1999, 2002, 2005 y 2006, los valores de salinidad oscilan entre los 34,3 y 34,8, con valores ocasionalmente próximos a los 35 psu, y se puede concluir que las masas de agua ecuatorial sub-superficial (AESS) con salinidades mayores a 34,7 psu, dominan principalmente en las épocas de invierno – primavera. Al contrario, durante los meses de verano – otoño la masa sub-antártica (ASSA) con salinidades entre los 34 y los 34,7 psu es dominante. Los autores del proyecto FIP 2006-56 dejan claro que "valores cercanos a 35 psu observados próximos al fondo confirman el proceso de intrusión de aguas salinas y no un cambio de masas de agua". Esta observación, y la anterior sobre los procesos calóricos, son datos importantes para solicitar la protección del área y sus ecosistemas marinos frente a proyectos que pretenden implementar plantas termoeléctricas dentro de la Bahía de Coquimbo. No existe ninguna duda – ni por parte de los científicos ni por la propia industria - que las aguas cálidas provenientes del enfriamiento de dichas plantas aumentan significativamente la temperatura del mar. Como señalan los datos anteriores, no existe un intercambio significativo de las masas de agua con el océano y, en consecuencia, un aumento de las temperaturas del mar inducido por aguas provenientes del enfriamiento de la o las plantas termoeléctricas, significará un impacto que supera los efectos que se producen naturalmente durante el Niño, por más fuerte que sea su presencia. Los impactos a los ecosistemas marinos atribuidos por este fenómeno se explican al final de este capítulo.

Fig. 5: Datos oceanográficos – físicos del área, según los resultados del proyecto FIP 2006-56

Registros de Temperatura (a) que aprecian la variación



estacional y de la salinidad (b) en el sector de isla Chañaral. El valor de 35 psu observado cerca del fondo es un indicador de la intrusión de aguas salinas y no de un cambio de masas de agua.



9 La isoterma es una curva que une los puntos, en un plano cartográfico, que presentan las mismas temperaturas en la unidad de tiempo considerada. Así, para una misma área, se pueden diseñar un gran número de planos con isotermas, por ejemplo: Isotermas de la temperatura media de largo periodo del mes de enero, de febrero, etc., o las isotermas de las temperaturas medias anuales.

Por lo general los corrientes marinas del área muestran tener un flujo en dirección norte de la bahía, como resultado de la influencia del SCH que se dirige de sur a norte, paralelo a la costa, y de la barrera submarina formada por las islas Chañaral, Choros y Damas en el límite norte de la Bahía de Coquimbo.

Datos más precisos sobre el sistema de las corrientes en el área propuesta son entregadas por las mediciones de un correntómetro acústico (ACM) y de un perfilador acústico de corrientes (ADCP), realizadas en las cercanías de la isla Chañaral e islas Damas y Choros, en el período entre agosto de 2007 y enero de 2008 en el marco del proyecto FIP 2006-56 (Fig. 6). Los resultados de esta investigación indican un patrón de las corrientes relativamente complejo y variable, especialmente en la superficie. Las corrientes de Isla Chañaral demuestran un patrón algo más definido espacial y estacionalmente, con un sistema de flujos y contra-flujos desde la costa hacia el mar abierto. Durante el invierno las mediciones más alejadas del continente mostraban un flujo invernal hacia el sur de ~25-30 cm/s, interrumpido por la presencia de la isla Chañaral, tanto en el norte como en la parte sur de la isla, y un flujo cercano a la costa continental que disminuía hacia el norte. En verano este patrón de corrientes varía levemente, pero no presenta un cambio de dirección cerca de la costa continental ni en la parte sur de la isla Chañaral.

En el sector de las Islas Choros y Damas se observa un patrón similar, pero menos definido, sobre todo en

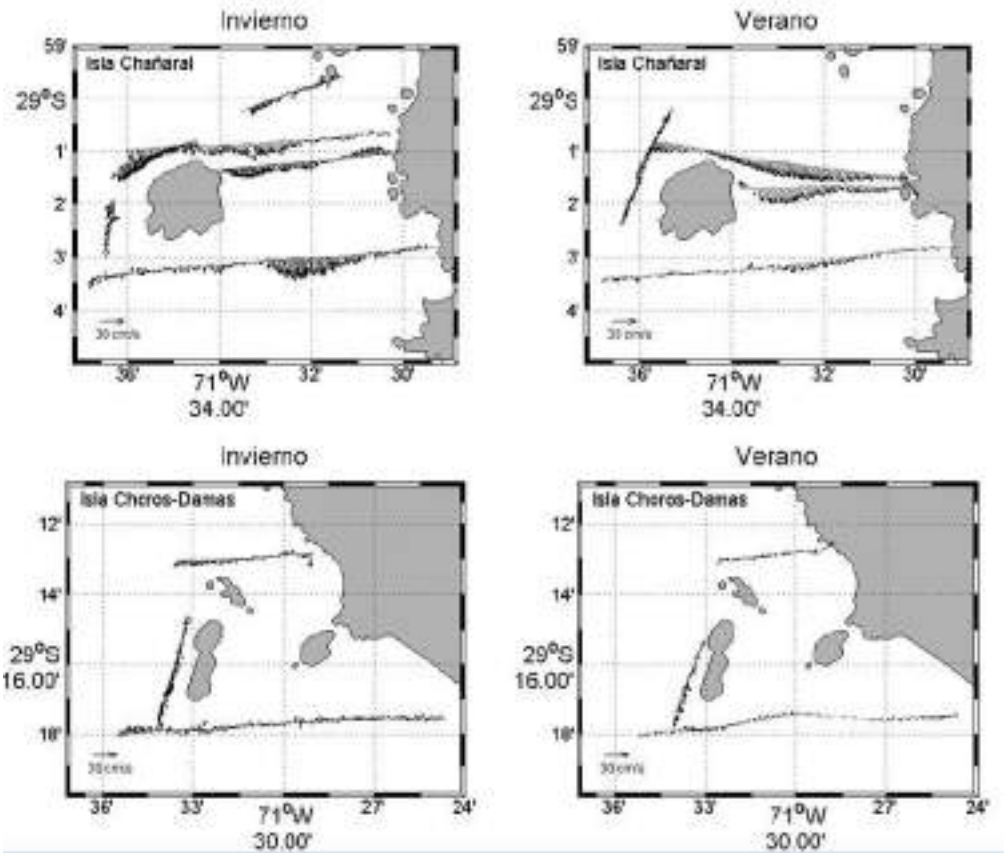


Fig. 6: Flujo principal de corrientes en los alrededores de las islas Chañaral, Choros y Damas.

Resultados de mediciones de corrientes promedios (superficies hasta 45 metros de profundidad) mediante un ADCP del proyecto FIP 2006-56.
Fig. 6: Flujo de microcorrientes superficiales alrededor de las islas Chañaral, Choros y Damas (valores promedios hasta 45m de profundidad, según el proyecto FIP 2006-56).

invierno. En verano, y al este de las islas, se presenta un flujo norte con un máximo de ~30 cm/s al norte de la isla Damas. En promedio, las corrientes en la capa superficial (entre ~4 y 45 m) muestran magnitudes relativamente pequeñas (~5-8 cm/s) producto de la distribución vertical de las corrientes con flujos opuestos entre la superficie y el fondo, fenómeno que es menos frecuente en el sector de isla Chañaral.

La distribución vertical de las corrientes en todo el sector entre isla Chañaral e islas Choros y Damas es variable en cuanto a dirección y magnitud, producto de la complejidad de la estructura de las corrientes y la topografía de fondo. Bajo la capa superficial (>20 m de profundidad) las corrientes presentan máximos de velocidad con un flujo hacia el sur, que obviamente actúa conjuntamente con el viento (S-SW) predominante en la capa superficial.

Finalmente, cabe señalar que el patrón de corrientes -especialmente el que se da en las cercanías de las islas Damas y Choros- se traduce en la retención de partículas en la columna de agua, un factor que explica la alta producción primaria del fitoplancton en la zona.

Sin embargo, se debe considerar que las mediciones del proyecto FIP 2006-56 se realizaron en condiciones de vientos débiles. Los mismos autores del informe final de este proyecto mencionan que es muy probable que en condiciones de vientos más intensas las corrientes superficiales y subsuperficiales cambien de acuerdo a patrones dinámicos característicos para la zona. Como la surgencia costera es fundamental, se forman remolinos y filamentos característicos en la región (Marín et al., 2003,2007), siendo la topografía irregular un factor importante de este fenómeno (Leth & Shaffer, 2001; Hormazábal et al., 2004). Los autores también señalan que la generación de estas estructuras se observa frecuentemente en las imágenes satelitales de temperatura y color superficial del mar en la zona.

El Fenómeno de El Nino y de la Niña ó ENSO

El fenómeno de “El Niño” determina parte importante de la dinámica de los sistemas de surgencia y probablemente muchas propiedades de estos ecosistemas se expliquen por la aparición de este fenómeno (Arntz & Valdivia, 1985), tal como existen estrechas relaciones entre los subsistemas pelágicos, demersales y bentónicos (Arntz & Valdivia, 1985, Arntz et al., 2006, Thiel et al., 2007). El fenómeno de El Niño, o en términos científicos la Oscilación Sur de El Niño (El Niño-Southern Oscillation, ENSO, por sus siglas en inglés), ocurre desde hace más de once mil años y se caracteriza por el reemplazo de la surgencia de aguas frías, oxigenadas y nutritivas, por masas de aguas cálidas de origen ecuatorial, con niveles de oxígeno más bajo y pobre de nutrientes (Thiel et al. 2007). Las consecuencias ecológicas más características son la disminución de la producción primaria, cambios en la composición y abundancia del zooplancton, y cambios en la dinámica poblacional de peces. Hasta hoy se discute si este fenómeno significa sólo una catástrofe tanto para la naturaleza como para el hombre, o si también aporta algunos beneficios económicos y ecológicos (Arntz & Fahrbach, 1991; Thiel et al., 2007).
El Niño ocurre comúnmente en ciclos de unos 5 años, entre las costas de Ecuador y Chile. Se creía que en el pasado este fenómeno había hecho desaparecer a muchos grupos taxonómicos (Arntz et al., 2006) [Fig. 7], sin embargo, toda la investigación científica de las últimas décadas relacionada al ENSO y sus efectos, deja muy claro que se trata más bien de

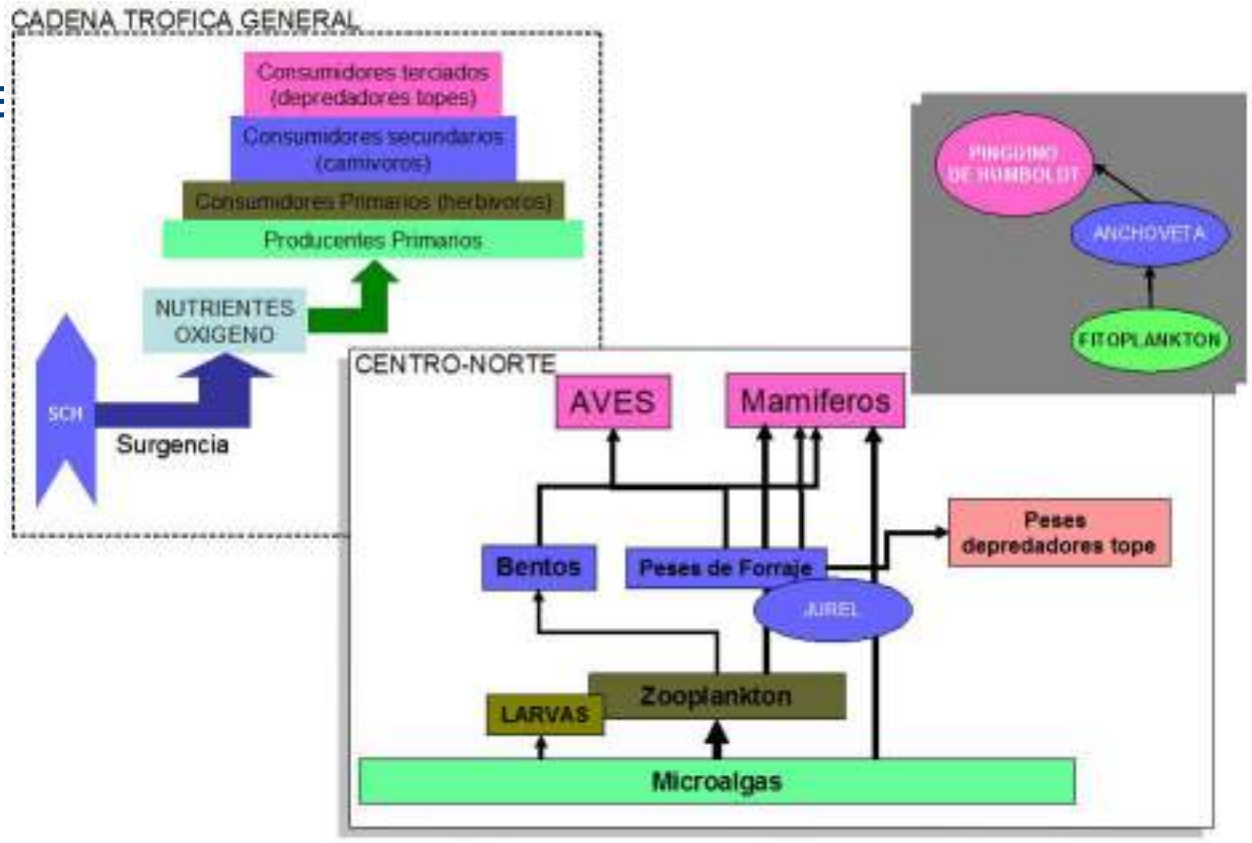
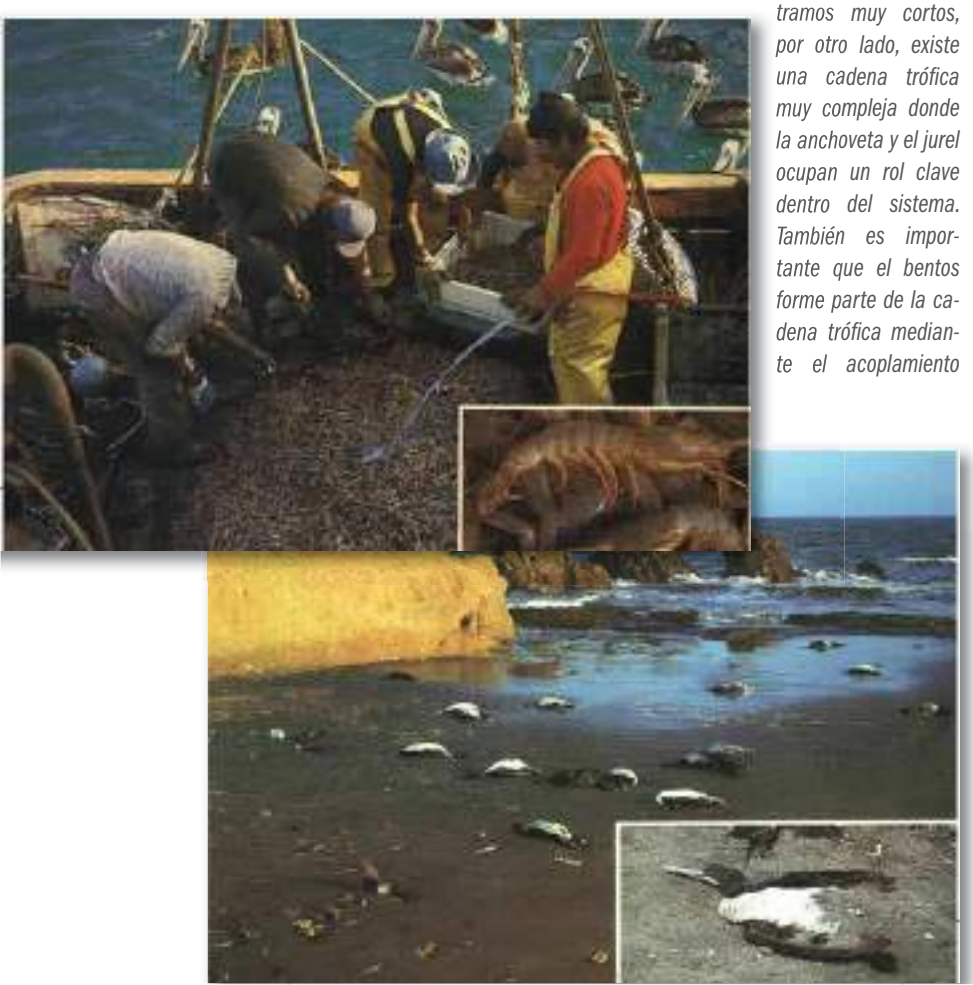


Fig. 7. a) Cadenas tróficas en el SCH y b) Efectos del ENSO

Cadena trófica general y simplificada del SCH según Bertrand et al. (2006): por un lado, como demuestra el ejemplo del pingüino de Humboldt, la cadena es de tramos muy cortos, por otro lado, existe una cadena trófica muy compleja donde la anchoveta y el jurel ocupan un rol clave dentro del sistema. También es importante que el bentos forme parte de la cadena trófica mediante el acoplamiento bento-pelágico.

Por lo tanto cualquier impacto o cambio a uno de los elementos podría descuadrar el ecosistema, tal como ocurrió durante el Niño de 1984 en Perú: por falta de alimento (peces de forraje) ocurrió la muerte masiva de aves, y por otro lado se tuvo la invasión de especies de origen de aguas más calidas como los camarones (fotografías cortesía Wolf Arntz).

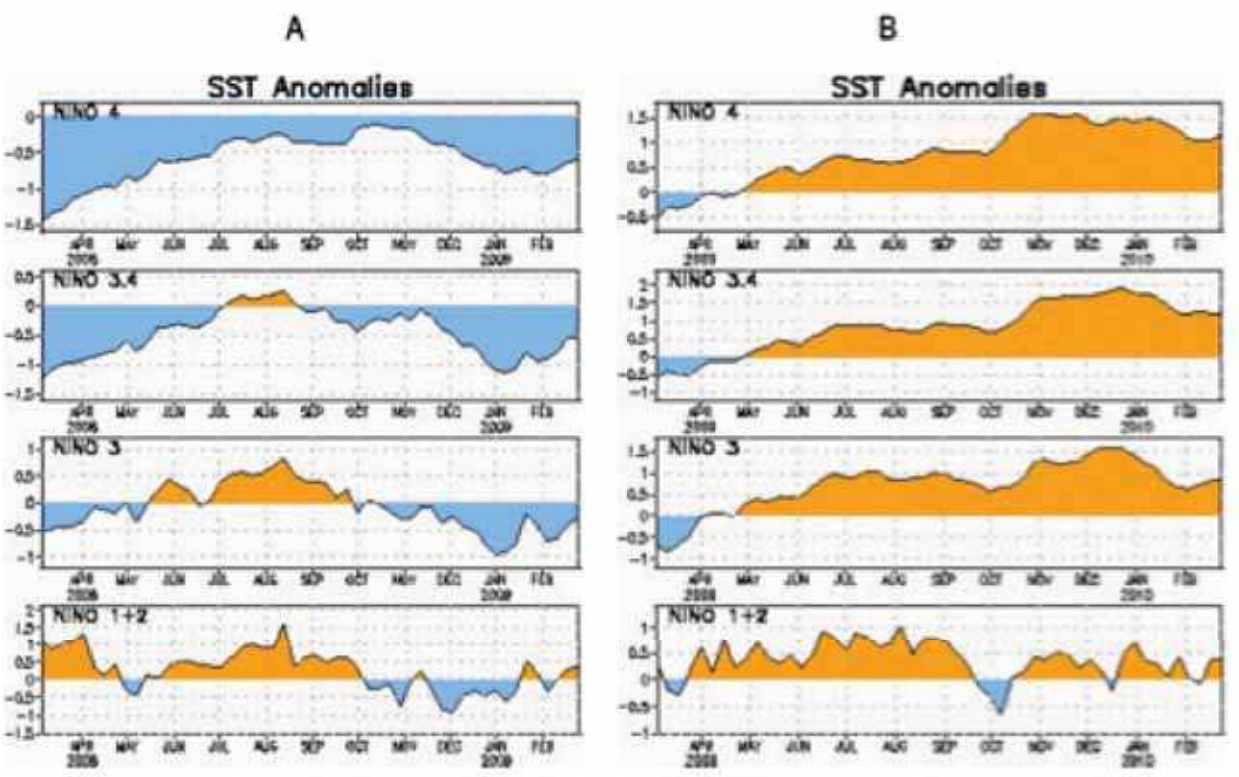


una migración de especies y no de la eliminación de éstas. Los mejores ejemplos que confirman esta teoría se presentan en los eventos más fuertes y destacados, como aquellos ocurridos en los años 1982 - 1983 y 1997 – 1998, cuando hubo una mortalidad enorme de aves y mamíferos marinos atribuida a la ausencia de sus principales fuentes alimenticias, como la anchoveta. Sin embargo, la población de anchoveta disminuyó producto también de la falta de alimento, pero nunca desapareció; como muchas otras especies de peces pelágicos, se desplazó lejos de las costas hacia el océano (Arntz & Fahrbach, 1991). En resumen, se puede concluir que tanto los efectos positivos como negativos de estos fenómenos siempre han impactado los ecosistemas marinos, la pesca artesanal y las poblaciones costeras.

Hoy en día se debe agregar, además, el efecto del calentamiento global. Ya existe evidencia científica que el cambio climático afecta la dinámica y los procesos de los sistemas de surgencia y, obviamente, se debe evitar cualquier impacto adicional antropogénico que pueda descalibrar adicionalmente estos sistemas muy sensibles (Thiel et al., 2007).

Actualmente (fines del 2009 hasta febrero de 2010), según el CENTRO DE PREDICCIONES CLIMATICAS/ NCEP/NWS existe una situación de "El Niño", dado que durante octubre de 2009 las anomalías en las temperaturas de la superficie del mar (SST por sus siglas en inglés) aumentaron a través del Océano Pacífico central y ecuatorial, y el índice de El Niño aumentó un grado aproximadamente, siendo +1,5° C el valor semanal más elevado de temperatura (Noviembre de 2009) [Fig. 8].

Fig. 8: Anomalías de Temperatura en el Océano Pacífico y en la costa Chilena



Series de tiempo de anomalías de la TSM para diferentes áreas del Pacífico (°C). A) desde abril de 2008 a marzo de 2009 y B) desde marzo de 2009 a febrero de 2010. La región Niño 1 + 2 corresponde a la costa sudamericana. Fuente: Centro de Predicción Climática (NOAA) U.S.A., indicado en el Boletín N°5, proyecto FIP N° 2009-38: Monitoreo de las condiciones biooceanográficas entre la XV y IV Regiones, Año 2009.

FUNDAMENTACIÓN GENERAL PARA PROPONER LA CREACIÓN DE UN AMCP-MU

4. DIVERSIDAD DE HABITATS Y DE ESPECIES

4.1 Aspectos Generales sobre Especies y Áreas Relevantes Para la Conservación Marina

Para Oceana, el objetivo principal detrás de la creación de un Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos es proteger y/o restituir un ecosistema marino a fin de que pueda proveer servicios ambientales, tales como el mantenimiento de la diversidad de hábitats y de especies (incluyendo los recursos pesqueros), proveyendo a su vez de sitios para la educación e investigación científica que garanticen el desarrollo de diversas actividades recreativas y culturales.

Es importante destacar que el éxito de la conservación marina y de una AMCP no depende de la selección de aspectos ecológicos y económicos puntuales, sino de un manejo y gestión que se traduzcan en el buen estado de un ecosistema como un todo y a largo plazo. Debe considerarse el extenso ciclo de vida de muchas especies marinas, y la relación de cada etapa de la vida con distintas características del hábitat.

En este sentido, es importante reconocer que la protección o conservación de hábitats es fundamental para garantizar la diversidad de especies, considerando que muchas de éstas ocupan diferentes tipos de hábitats durante cada etapa de su vida. Por ejemplo, para la sustentabilidad de una población de peces, el hábitat donde se desarrollan sus larvas es tan esencial como el hábitat que alberga a sus reclutas o a sus adultos. En 1996, el Congreso de Estados Unidos ratificó el Acta de Magnuson (Magnuson Act) para "proteger, conservar y reforzar el hábitat esencial de peces", lo que se define como aquellas aguas y sustratos requeridos para la reproducción, crecimiento y maduración de las especies. Aplicar este concepto a la anchoveta, por ejemplo, implicaría conservar y/o proteger tanto la zona pelágica donde se encuentran las larvas, así como también las profundidades y lugares donde se encuentran los juveniles y adultos.

En esta propuesta, por lo tanto, se presenta primero un análisis de la riqueza y diversidad de especies de la zona que se propone proteger, para luego definir los hábitats esenciales para la conservación de cada una de ellas.

En el mundo científico la definición de diversidad biológica comúnmente se asocia al número de objetos presentes en un espacio definido (riqueza). Considerando la especie como la unidad biológica más pequeña, la biodiversidad se refiere al conjunto de las especies presentes (Odum & Barret, 2009). Existen diferentes índices estadísticos para describir la diversidad de un sitio, tales como la riqueza -número de especies- o el índice de Shannon -que también valoriza la abundancia de individuos de cada especie- por nombrar los más utilizados[1]. Sin embargo, la biodiversidad es un concepto muy complejo que incluye aspectos funcionales, de composición y estructuras a niveles interespecíficos y ecosistémicos (Noss, 1990; Odum & Barrett, 2009) como se indica en el ejemplo de la anchoveta.

Dentro de la riqueza o diversidad de especies de una AMCP se debe identificar aquellos organismos o especies de importancia ecológica que son relevantes para la conservación o la protección. En este informe Oceana proporciona una valorización a las especies, considerando, por un lado, el estado de conservación de éstas según criterios internacionales estandarizados -como el de la UICN- y, el estado de explotación en el caso de los recursos pesqueros, por

1 Para los conceptos de conservación, estos índices sirven como parámetros básicos.

otro. (Tab. 1). El concepto acogido por Oceana considera, además, la importancia del rol de la especie dentro del ecosistema, ya sea para otra especie importante, para comunidades importantes o para el funcionamiento del ecosistema como un todo. Esto marca una diferencia con respecto a otras propuestas o evaluaciones de conservación de instituciones como WWF, WCS o del GEF Marino, ya que éstos usan objetos de conservación como elementos básicos, mezclando especies con comunidades de especies.

Tabla 1
Especies de Importancia Ecológica para la Conservación (EIC):

Especies vulnerables	VU	Su estado o importancia de conservación está definido por la IUCN y otras instituciones. El rango de esta calificación varía desde "vulnerable" hasta "en peligro de extinción".
Especies de forraje	FO	Contribuyen como forraje al alimento principal de, por lo menos, una especie clave y considerada importante dentro del ecosistema.
Especies bio-ingenieros	BI	Con su cuerpo forman estructuras tridimensionales que constituyen el hábitat de otras especies. Incluye corales y esponjas, bancos de bivalvos, también macroalgas que forman bosques marinos.
Productores primarios	PP	Especies fundamentales de la cadena trófica, representan el alimento para los consumidores herbívoros (incluyendo larvas) o el alimento directo para una especie de alta importancia ecológica.
Recursos pesqueros	RP	Recursos pesqueros (peces-invertebrados-macroalgas) que hacen una contribución importante para la pesca, pero que, debido a su sobreexplotación, muchas veces son manejados con régimen de pesca como veda y/o cuota.

Usando los criterios anteriores, se puede aplicar el mismo concepto para la identificación de hábitats importantes para la conservación o hábitats de importancia ecológica. Según Odum & Barrett (2009) el hábitat o nicho espacial de un organismo no es sólo el sitio donde vive o se puede encontrar, sino donde se encuentra la suma total de los requisitos adecuados para que este organismo pueda cumplir con su rol ecológico. Además, el hábitat no es el espacio de una sola especie sino que de una comunidad de organismos donde puede existir una dependencia entre especies o bien una convivencia entre ellas (Odum & Barrett, 2009). En consecuencia, se pueden definir los hábitats como aquellos espacios que ocupan una o varias especies importantes, ya sea en forma permanente o temporal para su alimentación, reproducción o descanso.

Los requisitos de los hábitats de importancia ecológica deberían abarcar los siguientes parámetros fundamentales:

Requisitos específicos del hábitat de la(s) especie(s) objetivo, incluyendo el tipo de sedimento de los fondos para especies bentónicas o temperatura/salinidad para especies pelágicas.

Función o rol ecológico importante que abarca desde zonas de alta producción primaria (microalgas) que, a su vez, garantizan el éxito reproductivo de especies importantes como larvas planctónicas, hasta bosques de macroalgas como zona de protección para reclutas o juveniles.

Función o rol operacional como sitio de migración, reproducción o descanso (para aves marinas), rol en tasa de producción de biomasa, y también en el estado de vulnerabilidad del hábitat (en el caso de los bio-ingenieros).

4.2 Antecedentes generales del área

Como señala el capítulo 2, el conocimiento sobre la biodiversidad alrededor de las islas Chañaral, Choros y Damas ha sido profundizado intensamente durante los últimos años. Los resultados de estas investigaciones han cambiado drásticamente la imagen del sector, de una zona de baja diversidad de fauna marina a un ecosistema con estructuras complejas y con alta riqueza de especies, en su mayoría invertebrados marinos.

Como señala la declaración de impacto ambiental presentado por la comuna de Coquimbo para el plan regulador de esa comuna en el año 2006, en relación a la diversidad del sector sur de la Bahía Grande de Coquimbo, "La fauna bentónica litoral actual se caracteriza, principalmente, por una baja diversidad específica (en relación a zonas similares de otras partes del mundo); altas densidades poblacionales de unas pocas especies dominantes o monopolizadoras del sustrato; una baja utilización de nichos ecológicos potencialmente disponibles, una muy marcada estratificación batimétrica, debido fundamentalmente a la pobreza de oxígeno a profundidades mayores a 50 m." En la misma declaración se da a entender que estas características son propias a toda la Bahía Grande de Coquimbo sin profundizar en argumentos. Sin embargo, durante el mismo año, en el marco del proyecto FIP 2006-56 y del proyecto BIP 30006824-0 se identificaron en los sectores de isla Chañaral e islas Choros–Damas unas 150 especies de macroinvertebrados, peces y macroalgas, distribuidos desde el intermareal hasta unos 80 metros de profundidad.

El notable aumento de estudios sobre la fauna marina y los ecosistemas marinos de Chile durante los últimos años, se explica, en parte, por el incremento de los estudios marinos en general, pero, por otra, por la expansión del uso del borde costero y la urgencia de conocer la fauna presente (Escribano et al., 2003). También se ha generado información acerca de la diversidad de la fauna marina de Chile en el marco del proyecto GEF Marino que busca generar áreas marinas protegidas (Proyecto co-financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial y Global Environment Facility GEF; implementado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD, y coordinado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente, CONAMA). Este proyecto ha reunido antecedentes de la Isla Grande de Atacama, y en las regiones de Los Lagos y Magallanes, pero además ha generado varios documentos valiosos sobre la diversidad de las zonas objetivos y además sobre metodologías y criterios para seleccionar objetos o áreas de conservación.

Oceana, como organización para la conservación marina, posee experiencia en la configuración de la propuesta de Área Marina y Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) de Tortel, en la Región de Aysén, y, como institución internacional, en la creación de áreas marinas protegidas en Estados Unidos y España.

Para describir la diversidad del área propuesta se consideraron los resultados de los proyectos de la Universidad Católica del Norte (UCN) y del Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA), sobre los diagnósticos para la implementación de la Reserva Marina Isla Choros, la línea base de las Reservas Isla Chañaral e Islas Choros-Damas (BIP 30006824-0 y FIP 2006-56), los resultados de varios proyectos FIP relacionados a la investigación pesquera, numerosas tesis de pre y postgrado, además de otras publicaciones científicas sobre los ecosistemas y la fauna marina de la zona centro–norte de Chile.

Oceana, por su parte, realizó una expedición con un robot submarino durante noviembre de 2009 para documentar visualmente la fauna bentónica alrededor de las islas Chañaral, Choros–Damas e islote Pájaros a profundidades de 20m, 40-70m y 140m. Además, el equipo de buceo de Oceana ha generado fotografías de alta resolución para mostrar la vida marina de los distintos tipos de hábitat alrededor de las islas Chañaral, Choros y Damas durante 2009 y 2010.

4.3 Diversidad general de la fauna marina

Los estudios disponibles para describir la diversidad de la fauna bentónica del área abarcan la zona completa desde el intermareal hasta los 80 metros de profundidad alrededor de las islas Chañaral, Choros y Damas, y una fracción importante y representativa del islote Pájaros. Para completar la información sobre la presencia de peces e invertebrados, se sumaron también aquellas áreas usadas para la pesca artesanal y manejo de recursos bentónicos (AMERB), y la zona en que se efectúa pesca de arrastre para capturar los recursos langostino y camarón. En relación a la fauna de aves y peces, se cuenta con toda la información de los proyectos de la UCN (fauna de las islas Chañaral, Choros y Damas, Islas Pájaros 1 y 2 e islotes Tilgo, Chungungo y Totoralillo), además de numerosos trabajos de tesis y datos de otras ONGs.

Considerando toda la información disponible, incluyendo datos sobre el fito y zooplancton, se encuentran desde 352 hasta 560 especies marinas dentro del área solicitada. Estas cifras se calcularon en base a las especies registradas en forma permanente y temporal (mamíferos y aves) dentro del área. Para el plancton este cálculo incluye sólo aquellas especies planctónicas con registros confirmados en el área de estudio (fitoplancton) o considerados como las más frecuentes o importantes (zooplancton).

Los grupos más diversos representan a 187 especies macro-bentónicas (macroalgas e invertebrados), a 122 especies de aves, 21 especies de mamíferos marinos y 68 especies de peces. Muchas de estas especies, entre ellas el 50 % de las especies de aves y de mamíferos marinos, se encuentran en estado “vulnerable” y algunos, incluso, en “peligro de extinción” según el listado de la UICN.

Un 75 % de los peces de la zona representan especies relevantes para la conservación. Dentro de ellos el grupo de los tiburones es más grande pues posee 18 especies bajo esa categorización y una (tollo de profundidad) en peligro de extinción, según

Tabla 2: Diversidad de especies en el área propuesta, zona centro-norte de Chile, y diversidad de especies de alta importancia ecológica (dentro de este listado cada especie aparece sólo una vez asociada asociada a la categoría de más alta importancia).

	Numero de especies dominantey y/o registradas solo en el área entre 28°58' - 29°40'S	Numero de especies registradas en toda la bahia grande de Coquimbo	Especies descritos para la zona centro - norte	Especies descrito para Chile (18° - 55°S)	Especies de alta Im: Vulnerables	Especies de alta Im: Forraje
Fitoplancton	6 (Thiel et al., 2007)	147 (FIP 2005-26)	200 (Escribano et al., 2003)	-		
Zooplancton	15 (Thiel et al., 2007)	15	60 especies de Copepodos (Escribano et al., 2003)	-		1 (Euphausia mucrunata)
Macroalgas	29 (Chanaral-Damas-Choros-Pajaros; FIP 2006-56 y OCEANA)	29	-	508 (Santelices, 1989)		
Invertebrados Bentónicos	158 (FIP 2006-56 y OCEANA)	158	-	1597 (Lancelotti y Vasquez, 2000)	3 (corales-gorgonidos)	
Peces	30 (Chanaral-Damas-Choros-Pajaros; FIP 2006-56 y OCEANA)	68 (Proyectos FIP 2006-56, 2006-53, Oceana)	104 (Ojeda et al., 2003)	162 (Ojeda et al., 2003)	18 (Tiburones)	4 (Anchoveta-Sardina-Jurel-Caballa)
Aves	122 (referencias ver texto)	122 (referencias ver texto)		462 (Araya & Millie, 2000)	40	
Mamíferos	21 (referencias ver texto)	21 (referencias ver texto)	18 (Thiel et al., 2007)	23 (Thiel et al., 2007)	8	
TOTAL	352	560			70	5

la UICN. Las otras especies poseen un valor importante no sólo por su rol ecológico, sino también como recurso pesquero para la pesca artesanal de las comunidades del área.

4.4 Fitoplancton

Entre los criterios propuestos para valorizar la importancia ecológica del fitoplancton, la mejor medida es a través de la biomasa y la productividad. La expresión de la productividad primaria se puede medir como la concentración de clorofila. Los valores observados cerca de las islas Choros y Damas no superan los 3 mg/m3 (Cubillos, 2000; Marín et al., 2003 y Peñalver, 2005). Según estos estudios las mayores concentraciones de fitoplancton se encuentran cerca de la superficie (0–10m). Considerando que existe una alta disponibilidad de nutrientes en la zona (BIP: 30006824-0), se puede llegar a la conclusión de que el área es poco productiva, pero se debe tener en cuenta que en todo el sector existe una biomasa zooplanctónica alta, de aproximadamente 1.200 individuos por cada 100 m3 (BIP: 30006824-0), ejerciendo una presión herbívora enorme y limitando el crecimiento de la biomasa fitoplanctónica. En este tipo de efecto, llamado top-down, el consumo del fitoplancton por parte del zooplancton es un factor importante en el desarrollo del ecosistema en general.

El proyecto FIP N°2009-38 “Monitoreo de las condiciones biooceanográficas entre la XV y IV regiones” entrega datos oceanográficos y del fito y zooplancton para la zona ubicada entre Arica y Coquimbo (Tabla 3). Estos monitoreos mensuales confirman que existe una producción primaria importante en el área.

La biomasa planctónica ubicada cerca de la costa corresponde a microfitoplancton (>20 µm), mientras

Tabla 3

Tabla 3: Valores de la biomasa fitoplanctónica en el norte, según el FIP N°2009-38. Valores marcados en amarillo se refieren a los valores más altos registrados en el período de monitoreo 2008-2010.

BIOMASA	ARICA	Fecha	IQUIQUE	Fecha	MEJILLONES	Fecha	CALDERA	Fecha	COQUIMBO	Fecha	Promedio
Ene-08	80	(1/1/08)	124	(5/1/08)	170	(14/1/08)	125				125
Febrero	80	(13/2/08)	85	(19/2/08)	97	(14/2/08)	87				87
Marzo	142	(18/3/08)	66	(16/3/08)	46	(22/3/08)	85				85
Abril	49	(26/4/08)	115	(3/5/08)	46	(27/4/08)	70				70
Mayo	129	(24/5/08)	24	(27/5/08)	94	(25/5708)	82				82
Junio	98	(21/6/08)	94	(23/6/08)	97	(22/6/08)	96				96
Julio	84	(25/7/08)	139	(29/7/08)	85	(30/7/08)	103				103
Agosto	53	(13/8/08)	39	(20/8/08)	52	(30/8/08)	48				48
Septiembre	53	(14/9/08)	109	(16/9/08)	131	(21/9/08)	98				98
Octubre	116	(28/10/08)	1529	(24/10/08)	518	(21/10/08)	220	(14/10/08)	55	(09/10/08)	488
Noviembre	280	(14/11/08)	278	(20/11/08)	295	(17/11/08)	2859	(26/11/08)	675	(27/11/08)	877
Diciembre	232	(16/12/08)	125	(18/12/08)	130	(14/12/08)	5948	(21/12/08)	801	(22/12/08)	1447
Ene-09	159	(09/01/09)	34	(07/01/09)	143	(11/01/09)	103	(27/01/09)	34	(28/01/09)	95
Febrero	174	(14/02/09)	139	(22/02/09)	84	(12/02/09)	347	(12/02/09)	172	(21/02/09)	183
Marzo	208	(25/03/09)	662	(31/03/09)	62	(29/03/09)	143	(26/03/09)	77	(25/03/09)	230
Abril	179	(26/04/09)	254	(25/04/09)	65	(27/04/09)	324	(15/04/09)	77	(16/04/09)	180
Mayo	82	(15/05/09)	101	(16/05/09)	117	(13/05/09)	71	(14/05/09)	35	(13/05/09)	81
Junio	382	(13/06/09)	96	(16/06/09)	110	(15/06/09)	357	(18/06/09)	67	(17/06/09)	202
Julio	174	(9/07/09)	144	(13/07/09)	55	(11/07/09)	45	(8/07/09)	46	(7/07/09)	93
Agosto	24	(20/08/09)	24	(14/08/09)	39	(17/08/09)	29				29
Septiembre	198	(20/09/09)	216	(14/09/09)	207	(17/09/09)	207				207
Octubre	275	(29/10/09)	196	(24/10/09)	557	(19/10/09)	343				343
Noviembre	799	(20/11/09)	61	(23/11/09)	255	(22/11/09)	372				372
Diciembre	36	(20/12/09)	188	(20/12/09)	174	(20/12/09)	133				133
Ene-10	94	(20/01/10)	100	(16/01/10)	138	(18/01/10)	111				111
Febrero	76	(13/02/10)	136	(15/02/10)	209	(11/02/10)	140				140

Valores de la biomasa zooplanctónica en las estaciones costeras de Arica, Iquique y Mejillones. Período Enero 2008 - Febrero 2010.

BOLETÍN MENSUAL N° 5 FIP 2009-38 "MONITOREO DE LAS CONDICIONES BIO-OCEANOGRAFICAS ENTRE LA XV Y IV REGIONES, AÑO 2009"

Folio010667

que el pico y nanofitoplancton (pico: 0.7–2.0 µm; nano: 2.0–20 µm) son más abundantes hacia el mar abierto (Morales et al., 1996 e Iriarte & González, 2004). Según datos de las zonas de surgencias de Antofagasta y de Concepción, sólo unas 6 especies de diatomeas forman la biomasa fitoplanctónica en la zona centro-norte, entre ellas, Chaetoceros spp., Thalassiosira spp., Guinardia delicatula, Rhizosolenia spp., Detonula pumila y Eucampia cornuta (Rodríguez et al., 1996 y Thiel et al., 2007).

Considerando todos estos antecedentes, se puede concluir que, aunque el fitoplancton es poco diverso, hay escasas especies en el área que producen biomasa y que son altamente productivias, por lo que la importancia ecológica de cada una de estas especies debiera ser valorizada como muy alta.

4.5 Zooplancton

El zooplancton es una conexión importante entre los productores primarios y los niveles tróficos superiores de todos los sistemas pelágicos en el mundo. Como se mencionó anteriormente, la biomasa fitoplanctónica en el área se consume rápidamente debido a la alta biomasa de organismos zooplanctónicos.

Existen numerosos estudios sobre la composición de especies del zooplancton en las zonas de surgencias, siendo el grupo más estudiado el de los copépodos (Thiel et al., 2007). Unas 60 especies de ellos están descritos para la zona entre Arica y Concepción, siendo dominantes en las aguas costeras los Calanus chilensis, Centropages brachiatus, Paracalanus parvus, Acartia tonsa, Eucalanus inermis, Oithona similis, Oncaea conifera y Corycaeus typicus. Calanus chilensis -especie endémica del Sistema de la Corriente de Humboldt (SCH-)

Tabla 4

Fitoplancton: 6 Especies de Importancia Ecológica para la Conservación (EIC)

Nombre científico	Ecosistema	Distribución geográfica	Importancia Ecológica para la Conservación		Justificación
DIATOMEAS Chaetoceros spp., Thalassiosira spp., Guinardia delicatula, Rhizosolenia spp., Detonula pumila, Eucampia cornuta	Pelágico	Toda el área, con focos de abundancia al sur de islas Choros y Damas hasta Coquimbo	PP	Alta	Alimento principal de especies herbívoras de forraje; Alimento para larvas (anchoveta, sardina)

(Marín et al.,1994). Centropages brachiatus, Paracalanus parvus, Acartia tonsa y Oithona similis, son cosmopolitas y se distribuyen a lo largo de toda la costa chilena.

Entre los eufáusidos, la especie más abundante y endémica en el SCH es Euphausia mucronata (Antezana, 1978), la que frecuenta todas las zonas de surgencia (Escribano et al., 2000). Otra especie importante es Euphausia eximia, que aumenta su abundancia durante eventos de EN (Antezana, 1978 y González et al., 2000b).

El zooplancton gelatinoso cumple un rol importante, ejerciendo una fuerte presión sobre larvas de peces (Giesecke & González, 2004; H.E. González et al., 2004b, y Pavéz et al., 2006), pero hasta la fecha no existen estudios que aborden en profundidad este grupo.

En resumen se puede concluir que, de manera similar al fitoplancton, pocas especies de copépodos y krill dominan el ecosistema, y que éstas forman una de las partes más importantes de las cadenas tróficas, sea como alimento para larvas de especies claves o como especies de forraje para peces, tal como ocurre con la anchoveta o la sardina. Por lo tanto cada una de ellas posee un valor ecológico muy alto, encontrándose además, a lo menos, dos especies endémicas del SCH en el área (Tabla 5).

Tabla 5

Zooplancton: 8 Especies de Importancia Ecológica para la Conservación (EIC)

Nombre científico	Ecosistema	Distribución geográfica	Importancia Ecológica para la Conservación		Justificación
COPÉPODOS Centropages brachiatus, Paracalanus parvus, Acartia tonsa, Eucalanus inermis, Oithona similis, Oncaea confiera, Corycaeus typicus	Pelágico	Todo el área	FO	Importancia considerable	Alimento para especies de forraje
EUFAUSIACEA Euphausia mucronata	Pelágico	Toda el área, con foco de abundancia alrededor de isla Chañaral	FO-VU	Muy alto	Alimento principal de cetáceos y de depredadores topes vulnerables como el Yunco

4.6 Bentos

Como señala Escribano et al. (2003), el conocimiento sobre la fauna bentónica de Chile aumentó drásticamente durante las últimas décadas, aunque no de la misma manera como lo ha hecho la explotación de las costas marinas por parte de pesquerías, acuicultura u otras actividades humanas. Probablemente, este fenómeno se explica parcialmente por la tradición de Chile de ser un país con una alta riqueza de recursos pelágicos.

Como ya se mencionó, la costa ubicada entre el norte y centro del país se caracteriza por contener zonas de surgencia y también por los efectos generados por el Sistema de la Corriente de Humboldt y, por eso, muchos estudios sobre el bentos en la zona centro-norte han estado relacionados a investigaciones sobre los fenómenos de la surgencia, siendo muy pocos los estudios que contribuyan a generar un inventario de las especies y comunidades presentes.

Una impresión general y actualizada sobre las comunidades bentónicas de la zona centro–norte es entregada por Thiel et al. (2007) con muchos detalles sobre la relación entre los distintos tipos de fondos, hábitats y la fauna bentónica asociada. Un ejemplo de ello es la relación entre las características oceanográficas con la diversidad y la ecología de las especies claves, incluyendo una descripción general de los efectos del fenómeno El Niño (ENSO) al bentos.

En las áreas más destacadas de la zona propuesta se realizó un intenso estudio sobre las comunidades bentónicas del intermareal y submareal alrededor de toda la isla Chañaral e islas Damas y Choros, en el marco del proyecto FIP 2006-56. Este estudio es uno de los más complejos de toda la zona centro–norte del país, con descripciones geo-referenciadas de los distintos fondos marinos y de la fauna bentónica asociada. (Cuadro 2, mapas del proyecto a) de sedimentos y b) de la composición de la fauna) Luego, el ejecutor del proyecto FIP -la Universidad Católica del Norte- realizó otro estudio similar denominado “Diagnóstico Implementación Reserva Marina I. Choros La Higuera” (Código BIP: 30006824-0), con estudios de las zonas submareales alrededor de isla Choros e isla Damas. Ambos estudios presentan listados de las especies encontradas, completados con valores de densidades e índices de riqueza y diversidad para cada área de estudio.

Por su parte, Oceana ha complementado los resultados de los estudios de la UCN con una expedición propia realizada durante noviembre de 2009 para documentar visualmente los alrededores de la isla Chañaral e islas Damas y Choros, extendiendo el área de estudio con filmaciones submarinas en los fondos marinos del islote Pájaros grande (Anexo IV). En esta expedición se utilizó un robot submarino (ROV) y buzos para registrar el fondo marino entre los 20 y 100 metros de profundidad.

Los resultados de los proyectos FIP y BIP indican la presencia de unas 150 especies bentónicas entre la isla Chañaral hasta las islas Choros y Damas (Anexo 2, Tabla 3). El estudio de Oceana, con filmaciones en isla Chañaral (hasta 100 metros), Damas (hasta 50 metros) e islote Pájaros (50-70 metros de profundidad), reveló la presencia de unas 89 especies, de las cuales 58 no se habían registrado anteriormente en el área. Todos estos estudios suman un total de 187 organismos bentónicos, con 29 especies de macroalgas y 158 especies de invertebrados (Anexo 2, Tabla 3). Los moluscos y crustáceos constituyen los grupos de especies más diversos y numerosos, pero filtradores sésiles como los cnidarios (hidrocorales) y esponjas son diversos también

y, representan, en conjunto, 36 especies, una fracción importante de la fauna bentónica.

La gran mayoría de las especies de invertebrados y macroalgas se distribuye desde isla Chañaral hasta el islote Pájaros, siendo el sector Choros-Damas levemente más diverso en macroalgas (25 de 29 especies) e invertebrados (110 de 158 especies). Los únicos datos disponibles de islote Pájaros indican una riqueza de 29 especies dentro de una sola transecta de unos 100 metros cuadrados.

Bajo la categoría de Especies de Importancia Ecológica para la Conservación se consideran un total de 15 especies de invertebrados y 4 especies de macroalgas (Tabla 6).

Tabla 6

BENTOS: 19 Especies de Importancia Ecológica para la Conservación (EIC)					
Nombre científico	Ecosistema	Distribución geográfica	Importancia Ecológica para la Conservación		Justificación
PORIFERA CALCAREA *Esponja calcárea*	Bentos	alrededor islas Chañaral, Choros-Damas, Pájaros	BI	Importancia considerable	Esponjas son organismos frágiles y vulnerables frente a impactos ambientales como la pesca y contaminación de las aguas.
PORIFERA *DEMOSPONGIAE* *Amphilectus fucorum cf.*		alrededor islas Chañaral, Choros-Damas, Pájaros			
Clionaopsis platei cf.		alrededor islas Chañaral, Choros-Damas, Pájaros			
Polymastia sp.		alrededor islas Chañaral, Choros-Damas, Pájaros			
Trachycladus sp.		alrededor islas Chañaral, Choros-Damas			
CNIDARIA *Scleractinia sp1*		Isla Pájaros Grande			Hidrozoos generalmente son organismos frágiles y vulnerables frente a impactos ambientales como la pesca y contaminación de las aguas. Muchas especies de corales son ingenieros ecosistémicos

OCEANA

Gorgonacea sp1		Isla Pájaros Grande			Los gorgónidos generan hábitat para numerosas especies bentónicas y pelágicas, como ingenieros ecosistémicos. Ademas son bioindicadores del impacto humano, ya que son muy sensibles a la actividad antrópica. Así son usados, por ejemplo en el parque nacional Port-Cros (Francia) en el mediterráneo C.Gaymer, pers. Com)..
Hidrozoo sertulárido		Isla Pájaros Grande			
Plumulárido sp1		Isla Pájaros Grande			
Plumulárido sp2		Isla Pájaros Grande			
MOLUSCA *Concholepas concholepas*		alrededor isla Choros-Damas, línea costera entre Pta. Choros y Totoralillo	VU-RP	Alta	Recurso sobre explotado importante para la pesca artesanal y en el área bajo manejo sustentable (AMERP)
Lapa negra		Chungungo, Totoralillo	RP	Importancia considerable	Recurso importante de la pesca artesanal, bajo manejo sustentable (AMERP)
Lapa rosada		Chungungo, Totoralillo	RP	Importancia considerable	Recurso importante de la pesca artesanal, bajo manejo sustentable (AMERP)
Cervimunida johni		en el submareal de todo el área, con focos de abundancia al oeste de isla Chañaral	VU-RP	Alta	Recurso importante de la pesca con problemas de sobre explotación, actualmente bajo manejo (cuotas); alimento para algunas especies de aves y mamíferos
Heterocarpus reedi		en el submareal de todo el área, con focos de abundancia al oeste de isla Chañaral	VU-RP	Alta	Recurso importante de la pesca con problemas de sobre explotación, actualmente bajo manejo (cuotas); alimento para algunas especies de aves y mamíferos
MACROALAGAS *Heterozoostera tazmanic*	INTERMAREAL	Islas Damas y Chañaral	BI-RP	Muy alta	genera el sustrato para comunidades con alta diversidad y recurso pequero
Mesophyllum sp.	Intermareal hasta submareal	Islas Damas y Chañaral	BI	Alta	genera el sustrato para comunidades de alta diversidad
Lessonia trabeculata	Intermareal hasta submareal	Islas Choros-Damas y Chañaral	BI	Alta	sustrato para comunidades de alta diversidad
Macrocystis integrifolia	Intermareal hasta submareal	Islas Damas	BI-RP	Muy alta	genera el sustrato para comunidades con alta diversidad y recurso pesquero RP

Dentro de los macro-invertebrados destacan dos grupos de especies con importancia para la conservación; por un lado los bio-ingenieros, y por otro, los recursos de la pesca artesanal. Entre los bio-ingenieros se encuentran esponjas e hidrocorales, siendo ambos phyla considerados como especies vulnerables en otros ecosistemas como los montes submarinos, según la UICN.

4.7 Peces

Según Ojeda et al. (2000), entre los 28° y 30°S se encuentran 85 especies de teleósteos y 20 especies de condríctios. Los condríctios o peces cartilaginosos -por lo general conocidos como tiburones y rayas- se caracterizan por tener un esqueleto de cartílago a diferencia de los peces óseos que lo tienen de hueso. Sin embargo, los datos de Ojeda et al. fueron tomados en un rango batimétrico fuera del área de esta propuesta.

Por otro lado, el proyecto FIP 2006-53 nombra un total de 11 especies de condríctios y 27 especies de teleósteos, capturados en la Bahía de Coquimbo como fauna acompañante de la pesca artesanal de cabinza (Isacia conceptioni), de blanquillo (Prolatilus jugularis), de machuelo (Ethmidium maculatum) y de sierra (Thyrsites atun). Con los resultados del FIP 2006-11 (fauna acompañante de la pesca de langostino amarillo y camarón nailon) se agregan 8 especies de teleósteos y 7 especies de condríctios. Datos sobre la composición de peces alrededor de las islas Chañaral, Choros y Damas, se encuentran también en los resultados del FIP 2006-56. Oceana, por su parte, ha documentado peces en las filmaciones submarinas alrededor de las islas Chañaral, Choros y Damas e islote Pájaros.

Todos estos antecedentes indican la presencia de unas 68 especies de peces en el área. Entre ellos se encuentran 23 especies de condríctios con

18 especies de tiburones, representando todos los peces cartilaginosos descritos por Ojeda et al. (2000) para la zona centro–norte de Chile (Anexo 2, Tabla 4).

Destaca también la presencia del tiburón "tollo de profundidad" (Centroscyllium nigrum), especie en peligro de extinción (según la lista de UICN), en capturas de langostinos en el sector de la Bahía de Coquimbo. Sin embargo, como se mencionó, estas capturas se realizan en profundidades mayores a las que alcanza el área propuesta para conservación, por lo que no es posible ubicar a esta especie dentro del área solicitada. No obstante, estos depredadores topes son altamente móviles y habitan zonas extensas, por lo que no se puede descartar la presencia del tollo de profundidad cerca de las islas de la bahía. Esta conclusión se confirma con la presencia de varias especies de condríctios capturados en profundidad y en aguas someras por la pesca artesanal.

Casi todas las 45 especies de peces óseos son pelágicos o demersales (aparte del lenguado) y entre ellos destacan - por su importancia ecológica y comercial pesquera - la anchoveta, la sardina y el jurel. Cinco de estas especies se encuentran bajo regímenes pesqueros (veda y/o cuotas): la anchoveta, sardina común, sardina española, jurel y merluza común. Por otro lado, todas las especies son, a su vez, el recurso objetivo o la fauna acompañante de los recursos de la pesca artesanal, es decir, todas las especies de peces del área tienen importancia económica, incluyendo los peces cartilaginosos (Tabla 7).

PECES: 25 Especies de Importancia Ecológica para la Conservación (EIC)					
Nombre científico	Ecosistema	Distribución geográfica	Importancia Ecológica para la Conservación		Justificación
CONDRICHYTYES *Aculeola nigra* *Alopias vulpinus* *Apristurus nasutus* *Caelorinchus aconcagua* *Caelorinchus chilensis* *Callorhynchus callorhynchus* *Callorhynhcus callorhinchus* *Centroscyllium nigrum* *Centroscymnus crepidater* *Etmopterus granulosum* *Galeorhinus galeus* *Mustelus mento* *Myliobatis chilensis* *Myliobatis peruvianus* *Myliobatis spp.* *Schroederichhys chilensis* *Squatina armata* *Isurus oxyrinchus*	Pelágico hasta cerca del fondo (bento-demersal)	toda el área en aguas alejados de la costa	VU	Muy alta	Tiburones son depredadores topes, su disminución puede causar cambios drásticos en la cadena trófica, para ser reemplazados por medusas o calamares
Engraulis ringens (Anchoveta)	Pelágico	toda el área, focos de abundancia al sur de islas Choros-Damas hasta Coquimbo	VU-FO-RP	Muy Alta	Rol fundamental en la cadena trófica: Alimento principal del pingüino de Humboldt y de otros aves (yunco, piquero), de peces carnívoros; recurso pesquero

Sardinops sagax (Sardina española)	Pelágico	toda el área, focos de abundancia al sur de islas Choros-Damas hasta Coquimbo	VU-FO-RP	Alta	Alimento principal del pingüino de Humboldt y de otros aves, de peces carnívoros; recurso pesquero sobreexplotado
Strangomera bentincki (Sardina comun)	Pelágico	toda el área, focos de abundancia al sur de islas Choros-Damas hasta Coquimbo	VU-FO-RP	Alta	Alimento principal del pingüino de Humboldt y de otros aves, de peces carnívoros; recurso pesquero sobreexplotado
Trachurus murpyhi (Jurel)	Pelágico	toda el área, focos de abundancia al sur de islas Choros-Damas hasta Coquimbo	VU-FO-RP	Muy Alta	Rol fundamental en la cadena trófica: Alimento principal del piquero, de peces carnívoros; recurso pesquero sobre explotado
Merluccius gayi (Merluza)	Pelágico	toda el área, focos de abundancia al sur de islas Choros-Damas hasta Coquimbo	VU-FO-RP	Muy Alta	Rol fundamental en la cadena trófica: Alimento principal del piquero, de peces carnívoros; recurso pesquero sobre explotado

Los tiburones se encuentran amenazados por la pesca en todo el mundo, sean capturados como especie objetivo o como fauna acompañante (o descarte) de otras pesquerías (Camhi et al., 2004). Los tiburones son depredadores topes que cumplen un rol vital para mantener los ecosistemas marinos sanos. La desaparición de estos depredadores puede desestabilizar la cadena trófica y provocar muchos impactos ecológicos negativos en las estructuras y funciones de las comunidades. Además representan un buen indicador para el estado de un ecosistema dado su crecimiento lento y su longevidad. De hecho, el descenso de las poblaciones de tiburones ya está alterando algunos ecosistemas marinos en ciertas partes del mundo (Oceana, 2008).

Según la lista roja de la International Union for the Conservation of Nature (IUCN), más del 20% de las poblaciones de elasmobranquios de todo el mundo están bajo amenaza de extinción. Los grandes descensos de las poblaciones de tiburones se deben principalmente a la sobreexplotación pesquera (Oceana, 2008).

El principal motivo de captura de los tiburones son sus valiosas aletas, que pueden llegar a costar 500 euros el kilo en algunos mercados. Su gran demanda puede provocar lo que se denomina shark finning (aleteo de tiburón), práctica en la que se cortan las aletas del tiburón, arrojando de vuelta al mar el cuerpo muerto o moribundo. También se pescan tiburones para obtener su carne, hígado y cartílago. La pesca ilimitada de tiburones, los inexistentes o laxos regímenes de gestión de pesca, el comercio sin control de los productos derivados del tiburón y la destrucción del hábitat y la contaminación, amenazan a los tiburones en todo el mundo (Oceana, 2008).

En el área que se propone conservar destaca la presencia del tiburón gato (Aculeola nigra), especie endémica dentro de un rango geográfico muy limitado entre la costa de Perú y Chile, y considerada como especie amenazada según el listado de la IUCN, especialmente por la pesca de arrastre del camarón nailon (Acuña & Villarroel, 2002). Además, casi todos los tiburones registrados como fauna acompañante de langostinos y de camarones aparecen en capturas de la pesca artesanal más cerca de la costa (FIP 2006-56).

Pequeños peces pelágicos como la anchoveta (Engraulis ringens) y la sardina española (Sardinops sagax) representan el alimento principal del pingüino de Humboldt, del yunco, del piquero y de los lobos marinos, formando parte clave de una cadena trófica muy corta entre el plancton y las aves marinas, lo cual explica su importancia ecológica (Thiel et al., 2007) (Fig. 7a). El jurel (*Trachurus murphi*) y la merluza son otras fuentes alimenticias de aves marinas y de lobos marinos que, además, están expuestos a una fuerte presión pesquera. Todas estas especies están valorizadas como de alta importancia para el ecosistema y se presentan entre Punta Totoralillo y Coquimbo con una biomasa significativa (FIP 2005-26).

4.8 Aves

De acuerdo a Ainley (1980) sólo 9 de las 156 familias de aves del mundo corresponden a aves marinas. Entre éstas se reconoce a las familias Spheniscidae (pingüinos), Diomedeidae (albatros), Procellariidae (petreles y fardelas), Hydrobatidae (golondrinas de mar), Pelecanoididae (petreles zambullidores), Phaetontidae (aves del trópico), Sulidae (piqueros), Fregatidae (aves fragata), Alcidae (alcas y frailecillos) y algunas especies de Laridae (gaviotas y gaviotines). Ainley concluye que estas familias comparten las siguientes características que son propias de un ave marina:

- Obtienen todo su alimento del mar
- Depositan virtualmente todos sus desechos en el mar
- Mueren en el mar
- Participan a tiempo completo de los ciclos de energía del ecosistema marino.

Como organismos marinos, su distribución espacial y temporal está directamente afectada por las características abióticas del hábitat oceánico. Adicionalmente, las aves marinas se dividen en:

Aves marinas oceánicas: tienen su nicho y utilizan el hábitat marino-pelágico la mayor parte de su tiempo (casi 90%); consumen, defecan y mueren en esta división oceánica. Salvo para reproducirse, nunca tocan tierra (Ainley, 1980).

Aves marinas costeras: tienen su nicho permanecen entre el litoral y el límite de la plataforma continental. Dentro de esta clasificación es necesario reconocer que algunas especies incursionan en ambientes de aguas continentales (por ejemplo, Phalacrocorax brasilianus, Larus dominicanus, Sterna hirundinacea).

En el Sistema de Corriente de Humboldt se puede encontrar una variedad de aves endémicas, incluidas 13 especies que se distribuyen principalmente desde el norte de Perú (4°S) hasta la Isla Grande de Chiloé (42°S) (Tabla 8). Esta última zona ha sido reconocida como un quiebre zoogeográfico importante para una serie de invertebrados marinos bentónicos (Brattstrom & Johanssen, 1983; Desqueyroux & Moyano, 1987). Debe destacarse que las especies numéricamente dominantes en este grupo son las conocidas como aves

guaneras: Phalacrocorax bougainvillii, Sula variegata y Pelecanus thagus. En la actualidad hay especies cuyos rangos reproductivos han aumentado en los últimos años, como consecuencia probable de este fenómeno oceánico-atmosférico. Es el caso de Spheniscus humboldti en isla de Chiloé (Araya & Todd, 1987; Wilson et al., 1995; Simeone & Hucke-Gaete, 1997 y Simeone et al., 2009) y S. variegata en islotes al sur de isla Mocha. Es interesante reconocer que esta área con alta tasa de endemismo es relativamente bien delimitada oceanográficamente y que las especies del ensamble se reproducen a lo largo de la costa, islas e islotes cercanos.

Tabla 8. Especies de aves marinas endémicas de la HCS. Modificado de Thiel, et al., 2007.

Como se ha expresado anteriormente, las islas Choros y Chañaral forman parte de un complejo mayor de islas e islotes ubicadas entre los 29°01'S y 29°34'S. Este sistema de islas se halla en una zona de alta productividad biológica que permite la existencia de colonias y apostaderos de aves que encuentran ahí alimento en abundancia y lugares predecibles para ellos (Luna-Jorquera, 2003). Las islas confieren el sustrato apropiado para el establecimiento de colonias reproductivas y, al estar separadas del continente, otorgan protección frente a los depredadores que se pueden encontrar en la costa (e.g. zorros, perros y gatos domésticos). La protección que brindan las islas y su ubicación en un sistema costero productivo, entre otros factores, generan condiciones óptimas para la existencia de una gran diversidad de aves.

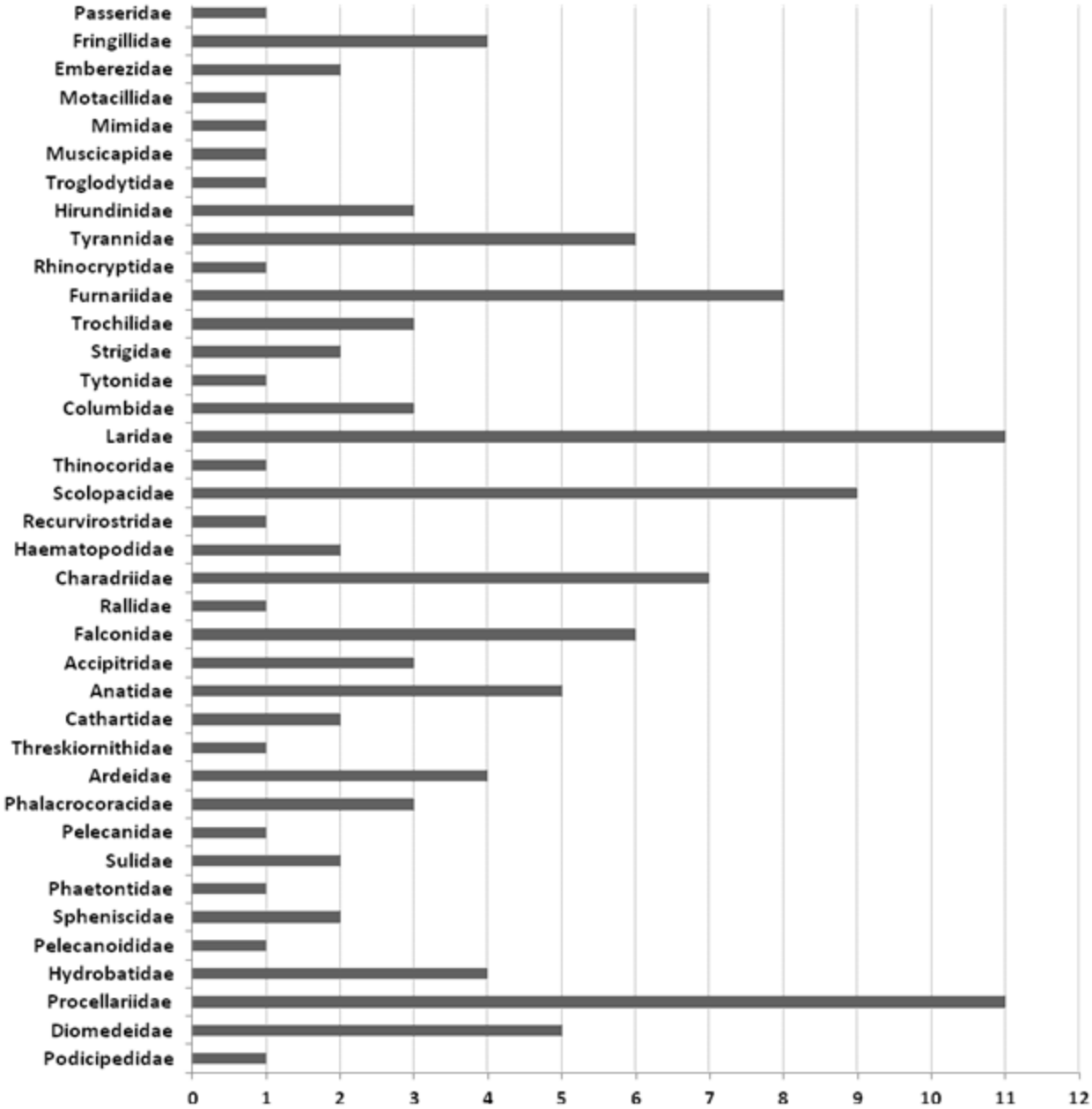
Según todos los antecedentes disponibles, en el área solicitada para su

FAMILIA HYDROBATIDAE	**FAMILIA PELECANIDAE**
Oceanites gracilis	*Pelecanus thagus*
Oceanodroma hornbyi	**FAMILIA PHALACROCORACIDAE**
Oceanodroma markhami	*Phalacrocorax bougainvillii*
FAMILIA PELECANOIDIDAE	*Phalacrocorax gaimardi*
Pelecanoides garnotii	**FAMILIA LARIDAE**
FAMILIA SPHENISCIDAE	*Larus modestus*
Spheniscus humboldti	*Larus belcheri*
FAMILIA SULIDAE	*Sterna lorata*
Sula variegata	*Larosterna inca*

protección se ha registrado un total de 122 especies de aves, pertenecientes a 13 órdenes y 38 familias, lo que equivale al 26,4% del total de las especies de aves del país. En la figura 8.1 se observa que las familias mejor representadas corresponden a Procellariidae (11), Laridae (11), Scolopacidae (9) y Furnariidae (8). El listado total de las especies se presenta en el Anexo 2 (Tabla 5).

Figura 9: Gráfico de familias y número de especies por familia, encontradas en el área de estudio.

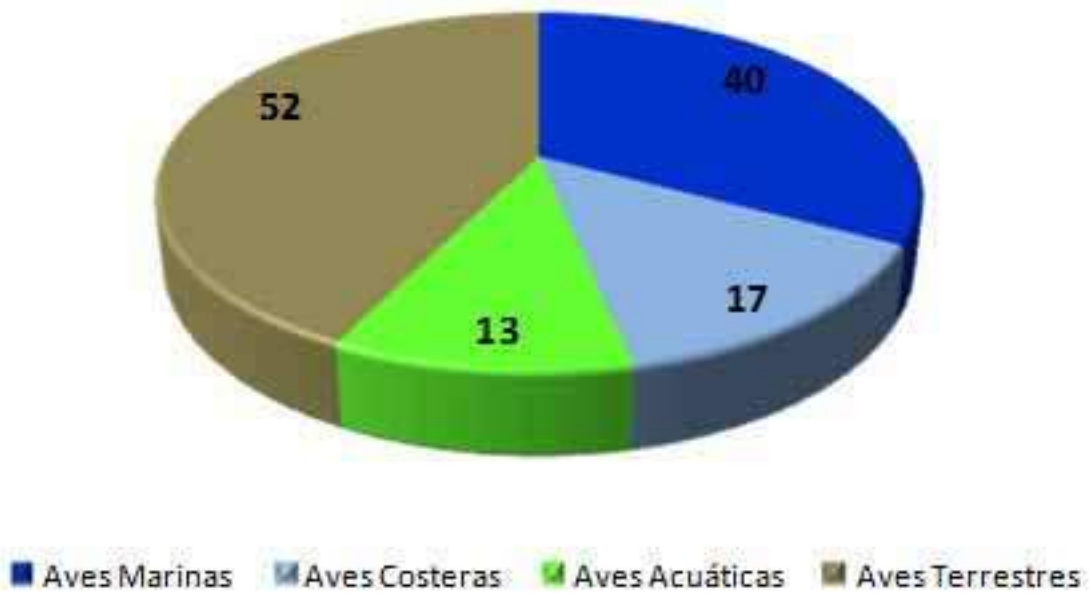
De acuerdo a su hábitat, las más representativas corresponden a las



aves terrestres y marinas con 52 y 40 especies, respectivamente (Figura 10). Es necesario destacar que de las aves marinas, el 47,5% (19 especies) se encuentra en alguna categoría de amenaza de acuerdo a criterios nacionales e internacionales y, por tanto, corresponde su protección en forma inmediata. La tabla 9 muestra el listado de estas aves y su respectiva categoría de conservación.

Figura 10: Composición del ensamble de aves en el área de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt y el área marina aledaña. Los números corresponden al total de especies.

Es posible encontrar especies residentes (permanecen gran parte del



Especies		Capella *et al.* 1999	Luna *et al.* 2005	Pérez & Moraga 2005	Thiel *et al* 2007	Flores *obs. pers.*
ORDEN CETACEA						
FAM. BALAENOPTERIDAE						
Balaenoptera musculus	ballena azul		x	x	x	x
Balaenoptera physalus	ballena de aleta	x	x	x	x	x
Balaenoptera bonaerensis	ballena minke	x	x		x	
Megaptera novaeangliae	ballena jorobada	x	x	x	x	x
FAM. PHYSETERIDAE						
Physeter macrocephalus	cachalote	x	x		x	
Kogia simus	cachalote enano				x	
FAM. PHOCOENIDAE						
Phocoena spinipinnis	marsopa espinosa		x		x	
FAM. DELPHINIDAE						
Lagenorhynchus obscurus	delfín oscuro	x	x		x	x
Delphinus delphis	delfín común	x			x	
Tursiops truncatus	delfín nariz de botella	x	x	x	x	
Lissodelphis peronii	delfín liso del sur	x			x	
Orcinus orca	orca	x	x		x	
Pseudorca crassidens	orca falsa		x		x	
Globicephala macrorhynchus	calderón de aleta corta				x	
Globicephala melas	calderón de aleta larga	x			x	
Grampus griseus	delfín de Risso		x	x	x	x
FAM. ZIPHIIDAE						
Ziphius cavirostris	ballena picuda de Cuvier		x		x	
ORDEN CARNIVORA						
FAM. OTARIIDAE						
Otaria flavescens	lobo marino común		x		x	x
Arctocephalus australis	lobo fino austral		x		x	x
FAM. PHOCIDAE						
Mirounga leonina	elefante marino del sur		x			x
FAM. MUSTELIDAE						
Lontra felina	chungungo		x		x	x

año en el área), tanto como migratorias (provenientes de otras latitudes) y visitantes, con un amplio rango de distribución geográfica, es decir, que viajan grandes distancias para alimentarse en el área. Dentro de estas especies destacan Thalassarche bulleri, Pachyptila desolata y Pterodroma externa que son las más abundantes durante el verano austral (Weichler et al., 2004). Entre los visitantes provenientes de lugares distantes como Nueva Zelandia, islas del Pacífico Sur y zona austral de Chile, destacan el albatros de Chattam (Thalassarche eremita) que sufre de muerte incidental en la pesquería de palangre de pez espada (Xyphias gladius), cuya mayor parte de la flota se encuentra en Coquimbo; la fardela negra grande (Procellaria aequinoctialis), y el albatros de ceja negra (Thalassarche melanophris) (Arata & Xavier, 2003). Todas estas especies son atraídas por la oferta de alimento que produce el sistema de surgencia. De este modo, las islas y el sistema costero de Coquimbo, hacen un aporte relevante a la diversidad local y global de las aves marinas. Esto apoya la idea de que los esfuerzos para la conservación de la biodiversidad deben incluir no sólo el espacio físico donde los animales se reproducen, sino que también es importante asegurar la mantención de los procesos oceanográficos de los cuales dependen las especies para encontrar nutrientes y alimento (Luna-Jorquera et al., 2005).

Las aves endémicas de la Corriente de Humboldt han evolucionado en el área de surgencia del SCH donde, históricamente, sus poblaciones han estado sujetas a grandes fluctuaciones. El fenómeno El Niño (ENSO) es una fuerza selectiva importante en la evolución de la biología reproductiva y en los patrones de historia de vida de las aves. Durante El Niño, algunas especies abandonan huevos y/o polluelos para desplazarse grandes distancias desde los sitios de alimentación usuales en búsqueda de alimento, ocasionando pérdida total

o parcial de la nidada (Simeone et al., 2002). Si bien se ha descrito a las aves marinas como k-estrategas, se ha planteado que tanto el piquero (Sula variegata) como el guanay (Phalacrocorax bougainvilli) poseen nidadas más grandes, tienden a reproducirse más de una vez por año y alcanzan la madurez sexual a una edad temprana (Luna-Jorquera et al., 2003). Esto les permite recuperar los tamaños poblacionales en forma rápida luego de los eventos ENSO debido a que la cantidad de alimento por ave es mucho mayor que en una población en equilibrio con el ambiente (Furness & Monaghan, 1987). Sin embargo, desde el establecimiento de la pesquería de la anchoveta, la dinámica poblacional de las aves marinas ha cambiado (Duffy et al., 1984), ya que las aves no logran responder adecuadamente a la competencia por el recurso; en otras palabras, la pesquería de la anchoveta ha eliminado la superabundancia de alimento que le permitía a las aves recuperarse luego de los colapsos producidos por perturbaciones oceanográficas (Jahncke et al., 2004).

Durante El Niño de 1997-1998, las aves marinas de Perú bajaron drásticamente, de casi 6 millones a menos de 0,4 millones de individuos. Al año 2000, el tamaño poblacional de las aves marinas de Perú fue estimado en 1,93 millones de adultos, mostrando una ligera recuperación (IMARPE, 2006). No existe información de esta naturaleza para Chile y solamente se cuenta con información producto de investigaciones puntuales como el trabajo de Simeone et al (2003).

4.8.1 Pingüino de Humboldt

Una de las principales características de esta especie es su fidelidad por el sitio de nidificación. Araya (comm pers) encontró que de mil individuos anillados en Punta San Juan (Perú), la totalidad nidificaba sólo en dicha localidad. Además de la fidelidad al hábitat existe fidelidad de pareja. En un estudio preliminar en la colonia del islote Pájaro Niño, Algarrobo (Chile central), durante 6 períodos reproductivos se determinó que el 67% de las parejas se reúne nuevamente para nidificar en la temporada siguiente, mientras que sólo un 8% se separa y busca otra pareja. Los casos restantes correspondieron a individuos que se reprodujeron con otro individuo tras la muerte o desaparición de su pareja anterior (Diebold et al.,1997). Tanto en Perú como en Chile la postura de huevos se extiende entre marzo y diciembre, mostrando dos máximos bien definidos en abril y septiembre en Perú, y mayo y octubre en Chile.

Actualmente, el pingüino de Humboldt es considerado como una especie en estado “vulnerable” y el pingüino de Magallanes con “amenaza cercana”, según la IUCN (2006) y Birdlife International.

En Chile, la caza y captura de esta especie está regulada por la ley N°18.892, sobre Pesca y Acuicultura, de acuerdo al D.S. N°5 del 7 de diciembre de 1998, por considerarse a los pingüinos un “recurso hidrobiológico”. El D.S. N°225 del 11 de noviembre de 1995, establece una veda extractiva de ambas especies por 30 años (Iriarte, 1999). Para Chile, estas especies se encuentran en las categorías de “vulnerable” (D.S N°50 del 24 de abril de 2008) y “fuera de peligro”, respectivamente (Glade, 1993). No obstante lo anterior, actualmente las colonias de nidificación de esta especie se encuentran cada vez más afectadas por disturbios de origen antropogénico, como la interacción con la pesca artesanal (Simeone et al., 1998), la extracción de guano en los sitios de nidificación (Bernal comm pers.), el impacto por el turismo no regulado (Araya & Bernal comm pers.). Todo ello ha comenzado a generar una preocupación por el estatus de

dichas poblaciones y las implicancias que pudiera tener a nivel nacional, la destrucción de alguna de las principales colonias de nidificación del pingüino de Humboldt.

Como la mayoría de los pingüinos, el de Humboldt se encuentra restringido a áreas costeras, sitios de nidificación en tierra (islas, islotes y/o playas) y áreas de alimentación cercanas a estas últimas. Estimaciones directas de los patrones de dispersión de esta especie sugieren que forman distintas poblaciones nidificantes con poca oportunidad para que ocurra flujo génico entre colonias (Wallace et al.,1999). En el contexto de la conservación de especies, uno de los aspectos más importantes es la relación que existe entre dispersión y flujo génico.

La dieta del pingüino de Humboldt se compone principalmente de pequeños peces pelágicos y secundariamente de cefalópodos (calamares como Loligo gahi) y crustáceos (Squillidae). Estudios han demostrado que la composición de la dieta puede variar marcadamente dependiendo de la localidad y el año. La tabla 10 muestra las especies de peces consumidas en distintas colonias de Chile. En el caso de isla Chañaral, las principales presas del pingüino son, en orden de importancia, la agujilla (Scomberesox saurus scombroides) y, en menor medida, la anchoveta (Engraulis ringens) y la sardina (Sardinops sagax).

Tabla 10: Peces presentes en la dieta del pingüino de Humboldt en cuatro colonias de la costa chilena (Fuente: Wilson et al., 1995 y Herling, 2001).

Estudios realizados con telemetría y marcadores satelitales, mostraron

Especie	isla Pan de Azúcar	isla Chañaral	Isla Pájaro Niño	islotes Puñihuil
Clupeidae				
Strangomera bentincki				
Sardinops sagax	●	●	●	
Engraulidae				
Engraulis ringens	● ●	●	● ● ●	● ● ●
Atherinidae				
Odontesthes regia				● ● ●
Scomberesocidae				
Scomberesox saurus scombroides	● ● ●	● ● ●		
Carangidae				
Trachurus murphyi	●			●
Merluccidae				
Merluccius gayi				●
Abundancia relativa: • =<25%; • • =25-75%; • • • =>75%				

que el área de alimentación de esta especie se encuentra a no más de 35 Km. de la colonia de nidificación (Culik & Luna-Jorquera 1997 y Culik et al., 1998). Sin embargo, durante años con anomalías ambientales como los fenómenos ENSO, Culik et al (2000), determinaron que el pingüino de Humboldt puede desplazarse casi 900 Km. y que utilizan variables como la duración del día, gradientes de temperatura, dirección del viento y olfacción para adaptarse a los cambios en las condiciones ambientales y encontrar áreas de alimentación adecuadas.

Desde 1999 hasta la fecha, grupos de investigadores han realizado censos de pingüinos de Humboldt coordinadamente tanto en Perú como en Chile. Dichos censos se han realizado durante el período de muda (principalmente febrero), ya que durante esta fase del ciclo de vida los pingüinos salen del mar para mudar en islas y puntas, lo que hace más fácil y confiable su conteo. La única desventaja es que estos conteos no entregan información sobre el estado reproductivo de las aves. Los conteos en Chile han fluctuado entre 40.000 y 47.000 pingüinos y han incluido regularmente 31 localidades. Para igual período en Perú, las estimaciones han alcanzado los 5.000 individuos en 35 localidades, con un total mundial estimado en 48.000 pingüinos (Schlosser et al., 2009). De éstos, más del 85% se encuentra en territorio nacional, siendo las principales colonias las de isla Chañaral (29°01'37.1"S;71°35'13.4"W), isla Pan de Azúcar (26°09'20"S;70°41'20"W) e Isla Grande (27°14'24.2"S;70°58'13.9"W).

4.8.2 Yunco

El yunco (*Pelecanoides garnotii*) es una especie endémica de la Corriente de Humboldt y es la única especie de petrel buceador que se encuentra en aguas que exceden los 7°C en el litoral continental del oeste de América del Sur (Murphy, 1936), distribuyéndose desde la isla Lobos de Tierra, Perú (6° 27' S.), hasta Isla Corral, Chile (37°S) y eventualmente alcanza los 42°S durante fenómenos El Niño (Harrison, 1983). Actualmente la distribución tiene su límite sur en Coquimbo, Chile (30°S).

En Chile esta especie anidaba en la Isla Santa María (37°S) y ahora es reportada como desaparecida desde principios de siglo (Paessler, 1922). Sin embargo Murphy (1936) indica su presencia en Arica (18°S), Iquique (20°S), Taltal (25°S), Valparaíso (33°S), Corral (39°49'S) y Valdivia (39°48'S). Luego existió un gran vacío de información, hasta que a mediados de los años setenta, se reporta la presencia de la especie en tan sólo dos sectores del litoral chileno, el golfo de Arauco (37°S) y en la cercanía de la Isla Chañaral (29°S). Araya & Duffy (1987) incluyen en su trabajo un carta escrita por Guillermo Millie donde menciona una colonia con un número estimado de 200.000 individuos en 1938, sin embargo, cinco años después señala que esta colonia está prácticamente extinta producto de la inserción de zorros en la isla en 1941. Vilina (1992) reporta la presencia de yuncos en las aguas adyacentes a la isla, pero ausencia total de indicios de nidificación de la especie. Actualmente en isla Choros, parte de la Reserva Nacional Pingüino de Humbolt se detectó una colonia reproductiva, conformada por 1.500 parejas que corresponde a la mayor colonia de yuncos del país. De acuerdo con los datos entregados por Simeone et al (2003), existían casi 2.672 nidos en 47 áreas

de nidificación. Luna-Jorquera et al (2005) señalan que el número de parejas variaría entre 3.100 y 4.660. Sin embargo, señala la necesidad de implementar programas de monitoreo para establecer el número en forma más precisa. Adicionalmente, señalan que los únicos sitios de nidificación serían isla Choros e isla Pájaros 2, con menos de 120 nidos en esta última.

La extracción del guano fue considerada en el pasado como la principal actividad causante del deterioro del hábitat del yunco porque esta especie localizaba sus colonias excavando en este material, las que posteriormente eran destruidas al momento de realizar una cosecha de guano. Esa actividad, deterioró su hábitat, destruyendo sus nidos, causando rápidamente una baja en las tendencias poblacionales (Schlatter & Simeone, 1999).

El yunco es una especie que obtiene su alimento por buceo en profundidades cercanas a los 35 m (Zavalaga y Janhcke, 1997). Actualmente se consideran la pesca como una de las amenazas para la población. El yunco es depredado por especies como el Pequén (Athene cunicularia) y lechuza blanca (Tyto alba), que controlan la población de yuncos naturalmente. Adicionalmente Mattern et al. (2002) reporta al chungungo (Lontra felina) como un activo depredador natural de pollos de yunco en isla Chañaral.

Las amenazas indirectas más importantes para las poblaciones de aves marinas son dos: la sobreexplotación de los recursos marinos y el fenómeno de El Niño (Wolf & Valdivia, 1983; Tovar & Cabrera, 1983) que, en conjunto, podrían provocar graves problemas a las poblaciones de aves. Aquellas que ya presentan problemas de conservación, serían las más afectadas. Es por esta razón que urge tomar medidas para implementar programas de monitoreo y conservación.

La actual competencia que existe a raíz de la escasez de recursos marinos, no involucra tan sólo a la economía nacional, sino que también a la disponibilidad de alimento para diferentes especies de aves. La falta de recurso alimenticio causa un impacto significativamente negativo en el ciclo de vida de las aves que afecta su estructura y dinámica de población.

La dieta del yunco en Chile está compuesta específicamente por juveniles de Engraulis ringens y Euphausia mucronata, especies muy abundantes en el norte de Chile. La anchoveta es un recurso pesquero de importancia económica, su explotación ahora constituye un factor altamente limitante en crecimiento de las poblaciones de aves guaneras, llegando a comportarse durante el fenómeno de El Niño como un factor regulador del tamaño de la población adulta (Jahncke, 1998).

4.8.3 Piquero

El piquero (Sula variegata) es una especie endémica del SCH y corresponde a una de las aves guaneras (Diproden, 2004). Se reproduce desde el norte de Perú hasta Chile central y, en general, las colonias de nidificación se ubican en islas desnudas y áridas a lo largo de la costa rocosa (Duffy 1983a, del Hoyo et al., 1992). En Chile sus sitios de nidificación reportados son Isla Grande (27°S, 70°W), isla Choros (29°S, 71°W), islotes Pájaros 1 y 2 (29°S, 71°W) (Simeone et al., 2003) y acantilados de Horcón (32°S, 71°W), (Philippi 1937).

Su reproducción estaría limitada a enero-febrero (Goodall et al., 1951 y del Hoyo et al., 1992), sin embargo, antecedentes no publicados sugieren que el comienzo de la actividad reproductiva cambia a lo largo de la costa chilena (Prado, 2008).

En los acantilados del sector sur-este

y norte de la isla Choros nidifican dos colonias cuyo número de parejas fluctúa entre los distintos años en que se tiene registro: 170 parejas en 2002, 60 parejas en 2003 (Luna-Jorquera et al., 2005), y 200 parejas en 2007. (Luna-Jorquera et al., 2005). En la actualidad esta especie se encuentra sujeta a una gran perturbación de origen antrópico. En el caso de isla Choros los botes con turistas se acercan a sólo un par de metros de los nidos, mientras que en las Islas Pájaros deben soportar la perturbación provocada por la extracción de guano y el libre tránsito de personas por la isla. Esto último provoca que los piqueros dejen momentáneamente el nido, lo cual es aprovechado por las gaviotas (que nidifican en gran número en la isla Pájaros 1) para atacar los huevos y polluelos. Lo mismo ocurre con la plaga de ratas que existe en la isla Pájaros 1. Este alto nivel de perturbación, sumado al hecho que el piquero es una especie muy tímida, puede explicar la drástica disminución desde 18.000 parejas en 2002, a sólo 7.289 en 2008 (Luna-Jorquera et al., 2005).

Ludynia et al. (2009) señalan que el piquero es una de las aves guaneras más abundantes de la corriente de Humboldt y que la colonia de nidificación de isla Pájaros es la mayor del país. En su estudio determinaron que los viajes de alimentación varían en tiempo entre minutos y horas, que el rango de alimentación es de 17,1±3,5 km y que los buceos tienen lugar entre 2 y 10 km desde la costa. La dieta

se compone principalmente de jurel (*Trachurus murphyi*) y de anchoveta (*Engraulis ringens*) que corresponden a las especies-presa dominantes.

4.9 Mamíferos marinos

Thiel et al. (2007) señalan que en las aguas del Sistema de Corriente de Humboldt (SCH) existe una riqueza de mamíferos marinos de, al menos, 21 especies (Tabla 10). Adicionalmente, Rendell et al. (2004) señalan que la región de surgencia entre los 18°S y 30°S son estaciones de alimentación importantes dentro de las rutas de migración de ballenas. El estado de conservación de las especies registradas en la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt y su zona marina aledaña se presenta en la tabla 11, clasificados según los criterios nacionales e internacionales (por ejemplo, International Union for the Conservation of Nature, IUCN).

Especies	Glade 1993	Yañez 1997	Aguayo-Lobo et al. 1998	Torres et al. 2000	CONAMA 2009	IUCN 2009
ORDEN CETACEA						
FAMILIA BALAENOPTERIDAE						
Balaenoptera musculus		P	CR		EP	EN
Balaenoptera physalus		P	EN			EN
Balaenoptera bonaerensis		P	FP			DD
Megaptera novaeangliae		P	VU		VU	LC
FAMILIA PHYSETERIDAE						
Physeter macrocephalus		V	LR			VU
*Kogia spp.**		I	NE			DD
FAMILIA PHOCOENIDAE						
Phocoena spinipinnis		I	CR			DD
FAMILIA DELPHINIDAE						
Lagenorhynchus obscurus		I	VU			DD
Delphinus delphis		I	DD			LC
Tursiops truncatus		V	DD		VU	LC
Lissodelphis peronii		-	DD			DD
Orcinus orca		I	FP			DD
Pseudorca crassidens		I	NE			DD
Globicephala macrorhynchus		I	NE			DD
Globicephala melas		I	FP			DD
Grampus griseus		I	DD			LC
FAMILIA ZIPHIIDAE						
Ziphius cavirostris		I	DD			LC
ORDEN CARNIVORA						
FAMILIA OTARIIDAE						
Otaria flavescens	FP	FP		FP		LC
Arctocephalus australis	FP	FP		FP		LC
FAMILIA PHOCIDAE						
Mirounga leonina	V	I		I		LC
FAMILIA MUSTELIDAE						
Lontra felina	V	P		VU	IC	EN

Tabla 10. Especies de mamíferos marinos registradas en las aguas del área de estudio y su categoría de conservación

**Incluye a Kogia sima y Kogia breviceps*
Glade (1993). V: Vulnerable; FP: Fuera de Peligro
Yáñez (1997). (P) En Peligro; (V) Vulnerable; (I) Inadecuadamente conocida; (FP) Fuera de Peligro.
Aguayo-Lobo et al (1998) & Torres et al (2000). (CR) Peligro Crítico; (EN) En Peligro; (FP) Fuera de Peligro; (VU) Vulnerable; (LR) Riesgo Menor; (NE) Sin Evaluación; (DD) Datos Insuficientes.
CONAMA (2009). (EP) En Peligro; (VU) Vulnerable; (IC) Insuficientemente Conocida

IUCN (2009).(E) Endangered; (V) Vulnerable; (NT) Near Threatened; (LC) Least Concern; (DD) Data Deficient; (LR) Lower Risk

Los taxones que más aportan a la riqueza de especies en el área son cetáceos (17); otáridos (2); fócidos (1) y mustélidos (1) (Capella et al., 1999; Luna et al., 2005; Pérez & Moraga 2005 y Thiel et al., 2007). (Tabla 11 y Figura 11).

Tabla 11

Especies		Capella *et al.* 1999	Luna *et al.* 2005	Pérez & Moraga 2005	Thiel *et al* 2007	Flores *obs. pers.*
ORDEN CETACEA						
FAM. BALAENOPTERIDAE						
Balaenoptera musculus	ballena azul		x	x	x	x
Balaenoptera physalus	ballena de aleta	x	x	x	x	x
Balaenoptera bonaerensis	ballena minke	x	x		x	
Megaptera novaeangliae	ballena jorobada	x	x	x	x	x
FAM. PHYSETERIDAE						
Physeter macrocephalus	cachalote	x	x		x	
Kogia simus	cachalote enano				x	
FAM. PHOCOENIDAE						
Phocoena spinipinnis	marsopa espinosa		x		x	
FAM. DELPHINIDAE						
Lagenorhynchus obscurus	delfín oscuro	x	x		x	x
Delphinus delphis	delfín común	x			x	
Tursiops truncatus	delfín nariz de botella	x	x	x	x	
Lissodelphis peronii	delfín liso del sur	x			x	
Orcinus orca	orca	x	x		x	
Pseudorca crassidens	orca falsa		x		x	
Globicephala macrorhynchus	calderón de aleta corta				x	
Globicephala melas	calderón de aleta larga	x			x	
Grampus griseus	delfín de Risso		x	x	x	x
FAM. ZIPHIIDAE						
Ziphius cavirostris	ballena picuda de Cuvier		x		x	
ORDEN CARNIVORA						
FAM. OTARIIDAE						
Otaria flavescens	lobo marino común		x		x	x
Arctocephalus australis	lobo fino austral		x		x	x
FAM. PHOCIDAE						
Mirounga leonina	elefante marino del sur		x			x
FAM. MUSTELIDAE						
Lontra felina	chungungo		x		x	x

Tabla 11: Listado de especies de mamíferos marinos registrados en el área. Se señala la fuente de los registros.

Figura 11

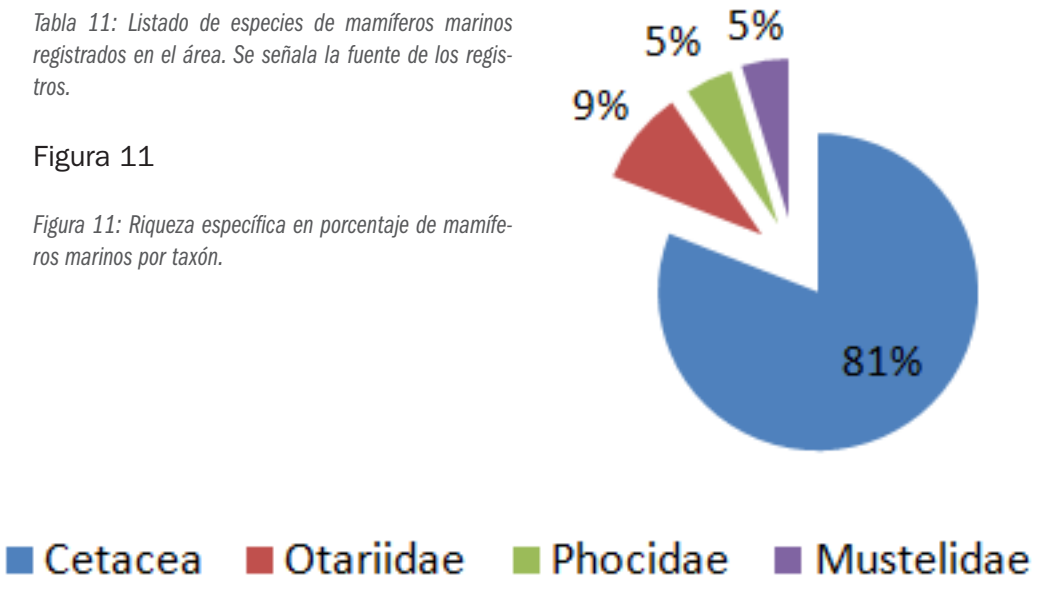


Figura 11: Riqueza específica en porcentaje de mamíferos marinos por taxón.

La presencia de 21 especies de mamíferos marinos, entre ellas, la colonia de delfines nariz de botella residente en el área, convierten a la zona de la R.N.Pingüino de Humboldt como el hot spot más importante de la zona norte y central de Chile para la observación, estudio y conservación de estos taxa. Sin embargo, la proximidad de asentamientos humanos y las interacciones que esto implica -por ejemplo, tráfico de embarcaciones, interacción con pesquerías, alteración y modificación de hábitats y una creciente industria de turismo no regulado- constituyen las principales amenazas para los mamíferos marinos en el área.

4.9.1 Cetáceos

Los cetáceos ocupan el segundo lugar entre los mamíferos mejor representados en Chile (Tamayo et. al., 1987). En las aguas nacionales se pueden encontrar 40 de las 81 especies de cetáceos presentes en el mundo (Aguayo-Lobo et. al., 1998). No obstante, el conocimiento sobre su distribución, abundancia y biología es deficitario. En general la información disponible sobre cetáceos de Chile se encuentra bastante dispersa, en su mayoría publicada como datos puntuales y, proporcionalmente, la zona norte de Chile ha recibido menos esfuerzo regular de prospección de cetáceos en comparación a la región centro-sur y austral (Capella et. al., 1999). El área de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt (29°00'S a 29°16'S) y los sectores cercanos del continente destacan como fuente de información de cetáceos, destacando:

Los trabajos de Clarke et. al. (1978) quienes realizan varios avistamientos de cachalote, Physeter macrocephalus y calderón de aleta larga, Globicephala melas, al suroeste del sistema de islas que conforman esta Reserva Nacional.

Fuentes (1987) notificó un varamiento masivo de 103 individuos de orca falsa, Pseudorca crassidens, en Los Choros (29°16'S).

Van Waerebeek et. al. (1991) en su revisión sobre la distribución del delfín liso del sur, Lissodelphis peronii, incluyeron dos esqueletos encontrados en Caleta Chañaral y Playa Mamani, frente a la Reserva.

4.9.1.1 Delfines

González et. al. (1989) y Gibbons (1992) informaron acerca de la presencia de una agrupación de delfines nariz de botella (Tursiops truncatus) residente en las aguas adyacentes a la isla Chañaral (29°01'S - 71°37'O). Sanino et. al. (1996), Tambíen registraron el varamiento de una ballena picuda de Cuvier, Ziphius cavirostris, en Isla Choros (29°16'S - 71°32'O).

El delfín nariz de botella o tursión (Tursiops truncatus) es la especie de delfín más conocida debido a que su crianza en cautiverio es la más común dentro de los delfines, y a que históricamente se ha asociado al ser humano en los sectores costeros (Lockyer, 1990). Esta especie se caracteriza por ser cosmopolita y habitar aguas templadas y tropicales, tanto oceánicas como costeras (Connor et al., 2000). En diversas regiones del planeta se ha registrado la presencia de dos formas de tursiones costeros y oceánicos, sin embargo, estas diferencias obedecen a una adaptación al hábitat por lo que se recomienda hablar de un ecotipo de aguas frías y profundas y de un ecotipo de aguas someras y cálidas (Hersh & Duffield, 1990). En Chile, éste se distribuye desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de Magallanes (Olavarria et al. in litteris). Su alimentación se basa principalmente de peces, incluyendo rayas y tiburones (Mead & Potter, 1990). Los delfines costeros se alimentan de peces e invertebrados,

mientras que los delfines oceánicos lo hacen mayoritariamente de peces y calamares pelágicos. Van Waerebeek et al. (1990) determinaron que para el Pacífico suroriental, las presas más comunes son la anchoveta (Engraulis ringens), calamar (Loligo gahi), ayenque (Cynoscion analis) y la sardina española (Sardinops sagax).

La presencia de esta especie en la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt se remonta a 1989, cuando González et al. describieron la presencia de un grupo de casi 30 individuos habitando frente a la isla Chañaral. Posteriormente, Gibbons (1992) estudió la dinámica grupal y la conducta del tursión, encontrando un grupo residente de 45 individuos que constituían una colonia reproductiva estable. En 1995, Sanino & Yañez, informaron que los delfines desaparecían de isla Chañaral debido a que eran víctimas de una matanza por parte de embarcaciones albacoreras. Desde ese mismo año, los habitantes de la caleta de Punta Choros consignaban que un grupo de delfines comenzaba a congregarse en la isla Choros.

En los últimos años, las investigaciones han incluido trabajos de tesis de pregrado de diferentes universidades del país. Es así como Hanshing (2001) estudió los efectos de las embarcaciones turísticas en la población residente de delfines nariz de botella en isla Choros. Los resultados muestran que esta actividad afecta significativamente su utilización de algunas zonas, composición grupal, actividades diarias y comportamientos aéreos. De acuerdo a los resultados obtenidos, la autora sugiere medidas de manejo para la actividad turística de Punta de Choros (regulación de horarios, número de embarcaciones, tiempo de permanencia con los animales y formas de aproximación a éstos), con el fin de interferir lo menos posible en los patrones conductuales normales de los delfines. Posteriormente, Thomas (2005) estudió la residencia de la especie en las aguas de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, entre febrero de 2003 y diciembre de 2004. En dicho estudio se elaboró un catálogo fotográfico de la especie con 72 animales, de los cuales se establecía que casi 45 individuos eran residentes, lo que constituye la única población de delfines residentes en Chile. La figura 12 muestra los avistamientos de Tursiops truncatus en la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, observándose que éstos se distribuyeron tanto en la zona de isla Chañaral como en la zona de islas Choros y Damas, por lo que se sugiere hablar de residencia en el área de la R. N. Pingüino de Humboldt y no en forma restringida a alguna isla en particular.

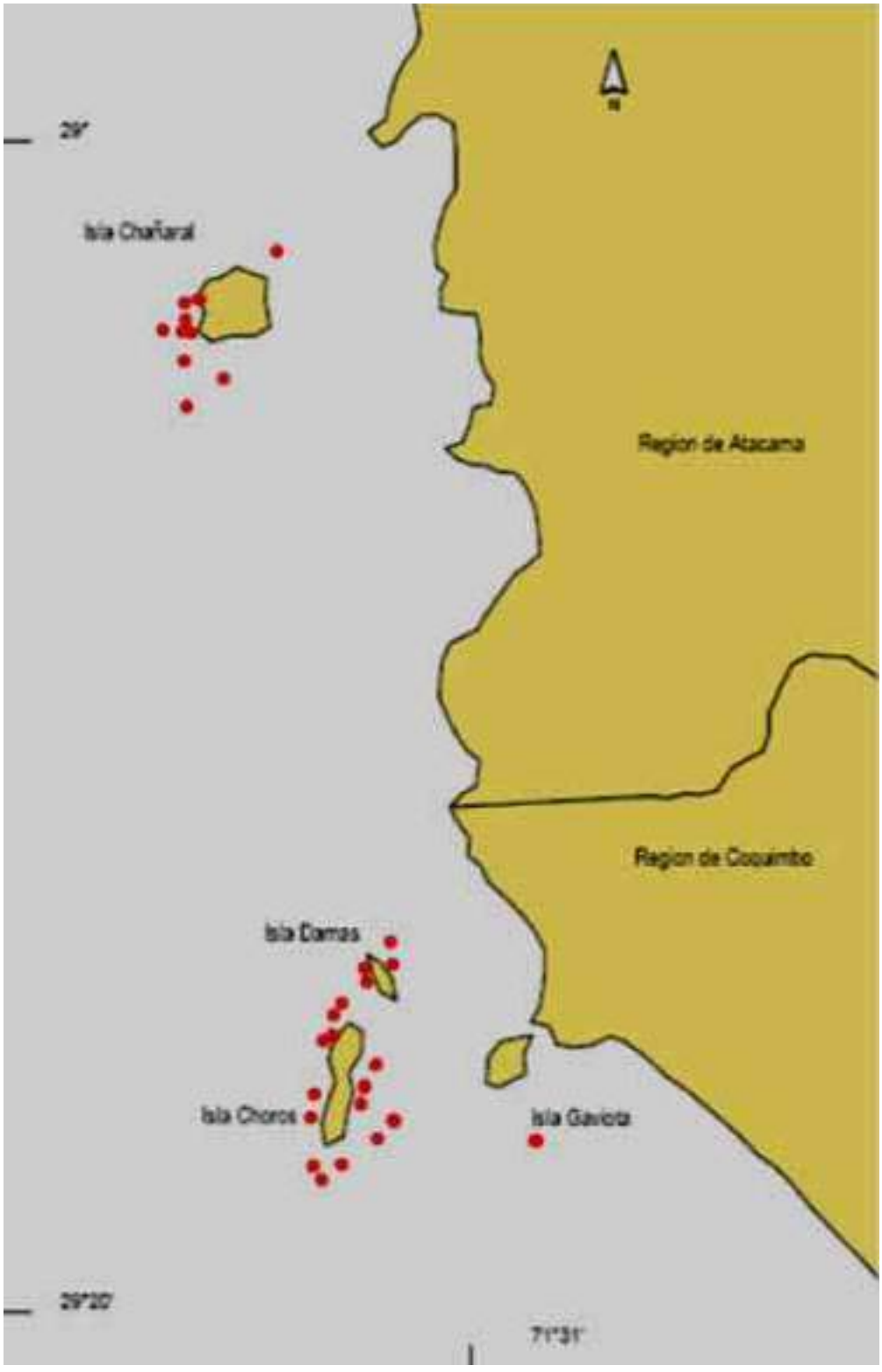


Figura 12: Avistamientos de delfín nariz de botella en la R.N. Pingüino de Humboldt (según Thomas, 2005). Los puntos rojos señalan sus posiciones.

4.10 Resumen de Especies de Importancia Ecológica para la Conservación

Entre todos los grupos de organismos marinos, existe un total de 112 especies de importancia para el ecosistema y la conservación (cuyas valorizaciones varian entre “importancia” y “muy alta importancia”). En resumen, casi un tercio de la fauna marina es importante para sostener los ecosistemas marinos del área solicitada.

Este resultado refleja que pocas especies planctónicas generan una alta biomasa y que ésta sostiene a numerosos depredadores que se encuentran permanente o temporalmente en el área solicitada (FIP 2006-56). La propuesta que aquí se presenta muestra un balance entre la conservación de especies vulnerables emblemáticas, como las aves y mamíferos marinos (pingüino de Humboldt, junco, piquero, delfín nariz de botella), y aquellas especies que garantizan su sobrevivencia como elementos claves de las cadenas tróficas. Además, es la primera propuesta para un AMCP que considera la necesidad de protección de tiburones en aguas chilenas.

Especies de Importancia Ecológica para la Conservación (EIC) de la AMCP MU La Higuera/I. Chañaral	
GRUPO	Número de Especies
FITOPLANCTON	6
ZOOPLANCTON	15
BENTOS (Invertebrados-Macroalgas)	19
PECES	24
AVES MARINAS	40
MAMÍFEROS MARINOS	8
TOTAL	112

Tabla 12

4.10.1 Diversidad de hábitats

El área solicitada reúne no sólo a una cantidad importante de especies, entre 400 a 500, sino que además a una alta diversidad de hábitats (8), cuya importancia ecológica se fundamenta en la conservación del espacio físico y los requisitos biológicos de especies vulnerables, amenazadas o en peligro de extinción (Tabla 13).

La alta diversidad de hábitats es el resultado de la combinación de factores bióticos favorables para los productores primarios y secundarios (generado por la presencia del SCH y los frecuentes eventos de surgencia) con características geomorfológicas particulares, generándose un sistema de corrientes especial dentro de la bahía grande de Coquimbo, con zonas de retención de nutrientes al sur de las islas Chañaral, Choros y Damas. En consecuencia, la zona nerítica comprende una diversidad de hábitats para todos los elementos de la cadena trófica, desde el plancton hasta los depredadores topes. Las franjas rocosas que rodean cada isla o islote albergan una fauna bentónica diversa y muy particular para la zona centro-norte, y las partes terrestres de las islas ofrecen los hábitats críticos de nidificación de aves marinas y de reposo, alimentación y posiblemente reproducción para algunas especies de mamíferos marinos.

Hábitats de Importancia Ecológica para la Conservación		
Tipo de Hábitat		Justificación
Zonas de alta producción planctónica	HPP	Garantiza el funcionamiento de la cadena trófica.
Hábitats de macroalgas	HMA	Hábitat de reclutamiento y reproducción para una gran diversidad de invertebrados y peces. Algunas especies de macroalgas se encuentran (sobre) explotadas o manejadas por la pesca artesanal (AMERBs).
Hábitats de especies de forraje	HEF	Garantizan alimento a una alta diversidad de especies claves de los ecosistemas; incluyen tanto el hábitat de especies pelágicas como bentónicas.
Hábitats de bio-ingenieros	HBI	La presencia de bio-ingenieros aumenta la diversidad al generar el hábitat para numerosas otras especies.
Hábitats de recursos bentónicos	HBR	Importante para conservar/recuperar especies de importancia económica.
Hábitats críticos de peces	HCP	Garantiza la sobrevivencia durante todo el ciclo de vida de peces considerados como importantes para el ecosistema o la pesca, especialmente de especies sobreexplotadas o de especies vulnerables como los tiburones.
Hábitats críticos de Aves Marinas	HAM	Zonas de alimentación, crianza y de reproducción, especialmente de especies vulnerables y en peligro de extinción.
Hábitats críticos de Mamíferos Marinos	HMM	Zonas de alimentación para especies de cetáceos vulnerables y en peligro. Zona de residencia y reproducción de colonia de delfín nariz de botella.

Tabla 13

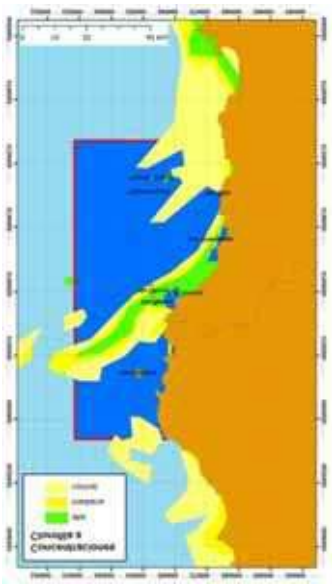
La zona nerítica costera como macro hábitat fundamental del ecosistema

La zona nerítica es aquella porción de mar que empieza cercana a la costa, donde el mar tiene unos 10 metros de profundidad, y se extiende mar adentro hasta los 200 metros de profundidad del océano. Por la penetración de la luz, los organismos fitoplanctónicos son capaces de producir, mediante fotosíntesis, la energía o el alimento que finalmente es la base para toda la cadena trófica. Es la zona donde se encuentra la biomasa planctónica, sus consumidores primarios (zooplancton herbívoros, incluyendo larvas de peces e invertebrados), sus consumidores secundarios (generalmente peces pelágicos de menor tamaño) y los depredadores que abarcan desde peces carnívoros hasta las aves y mamíferos marinos. La zona nerítica del área propuesta se caracteriza por su propio sistema de corrientes, con un área de retención al sur de las islas Chañaral, Damas y Choros, por un lado, y por el mar abierto al norte de la isla Chañaral, por otro. Además es una de las zonas más importantes de surgencia de Chile.

OCEANA

4.10.1.2 Hábitats del plancton

La distribución de la biomasa fitoplanctónica se extiende entre la superficie y los primeros 10 metros de profundidad en la franja costera del área, con núcleos de mayor abundancia de diatomeas y microflagelados entre el sur de la isla Chañaral y Coquimbo (Figura 13). Las diatomeas se concentran dentro de los primeros 5m y los microflagelados se distribuyen entre la línea costera y los 10-20m. Según los resultados del FIP 2005-26, la distribución vertical de los tamaños de las diatomeas no mostró ningún patrón horizontal definido, observándose sólo una tendencia al aumento a mayor profundidad, a diferencia de los microflagelados que disminuyen de tamaño en los estratos más profundos.



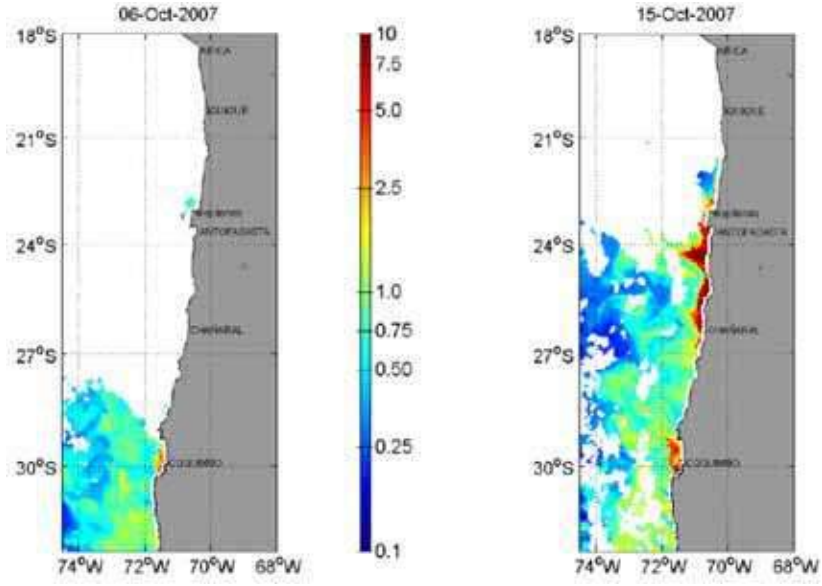


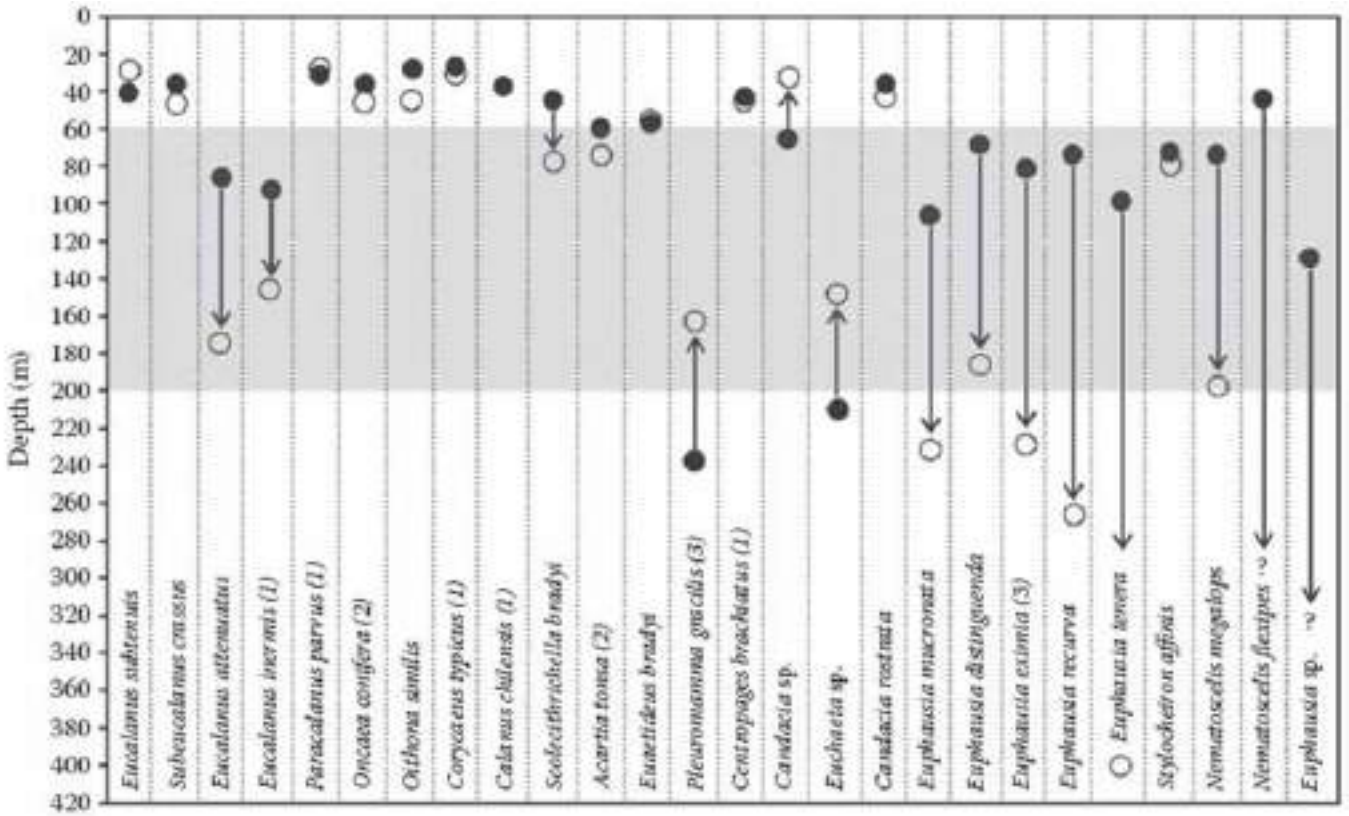
Figura 13a: Hábitat del fitoancton

Figura 13b: Hábitat del fitoancton

Figura 13: Distribución espacial del fitoplancton (en base a densidades de clorofila obtenidos mediante imágenes satelitales) indicando la zona de retención al sur de las islas Choros-Damas (según los resultados del monitoreo de las condiciones oceanográficas entre la I y IV regiones/ proyectos FIP):
Dibujo generado con los datos del año 2006 (FIP 2005-26: valores normales = 1-1,9; valores medianos = 2-2,9; valores altas > 3;
Situación del año 2007 (FIP 2008-39), confirma el patrón de la distribución especial del fitoplancton del año anterior (dimensión de la clorofila a: µg/l).

Según Thiel et al. (2007), la zona nerítica del área está bien oxigenada y por eso los organismos zooplanctónicos no realizan migraciones verticales, como sí lo hacen, por ejemplo, en las aguas costeras de la corriente de Bengala. Por lo tanto, la mayoría del zooplancton, entre otros el krill y los copépodos, se encuentran en la capa superficial, es decir a menos de 100 m (Escribano & Hidalgo 2000a; Figura 14). Bajo las condiciones de surgencia, se distribuyen dentro de la capa de los primeros 50 metros (Morales et al., 1999).

Figura 14: Distribución vertical de zooplancton en la zona centro-norte según Thiel et al. (2007)



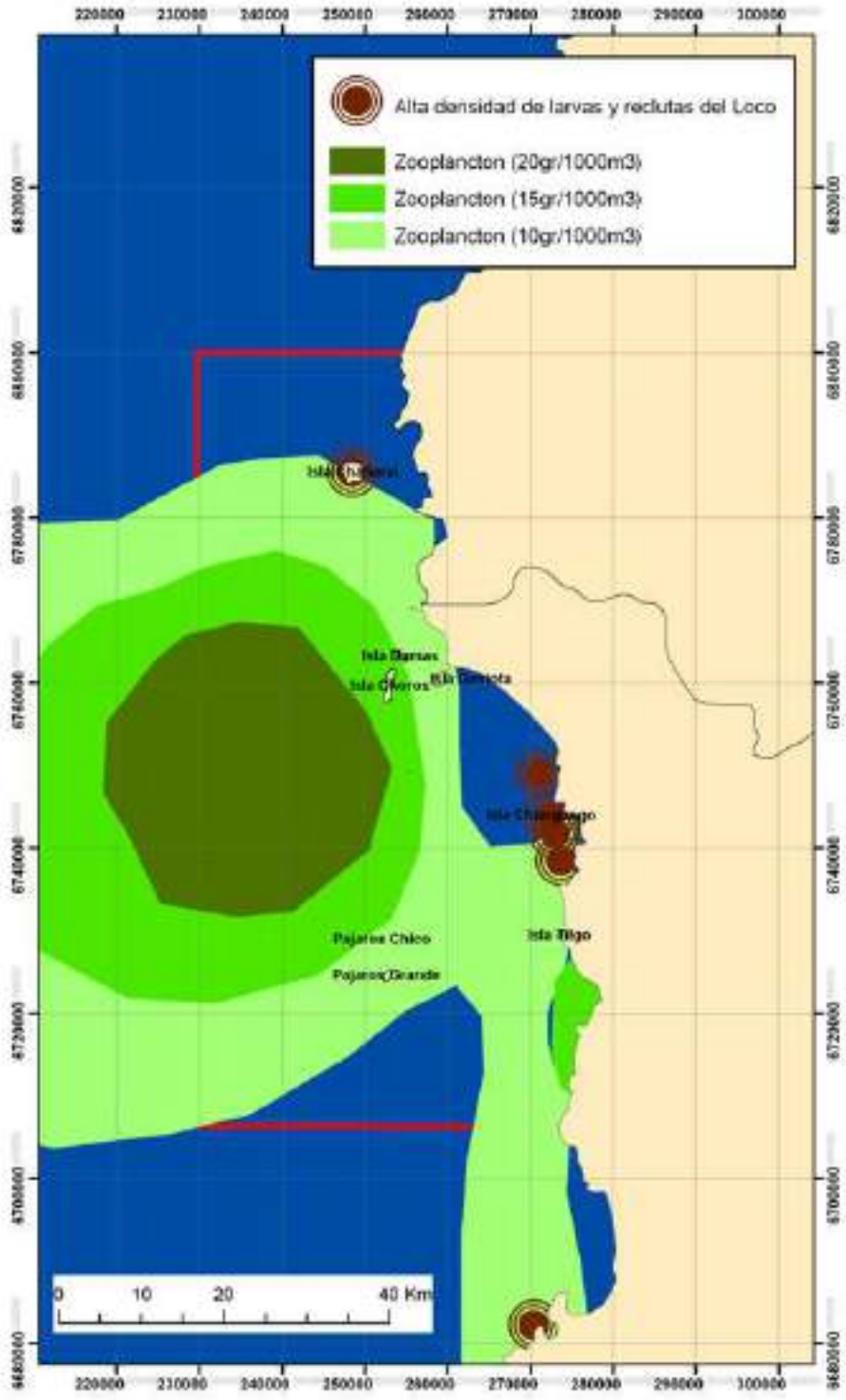
El proyecto FIP 2005-26 indica que la distribución del microzooplancton (compuesto por los ciliados aloricados, tintinados, estadios naupliares de copépodos, radiolarios, foraminíferos huevos, indeterminados, larvas de poliquetos y de moluscos) se caracteriza por la presencia de altas concentraciones de zooplancton en la zona costera, extendiéndose hacia las 20 millas, coincidente con las menores abundancias del fitoplancton. La distribución vertical mostró un patrón con altos valores entre la superficie y los 10m de profundidad. En total, la biomasa zooplanctónica (en su mayoría compuesta por larvas de peces, copépodos y krill) se distribuye dentro de un foco de abundancia situada al norte de la isla Chañaral y otro que se extiende desde el sur de esa isla hacia el sur de islas Pájaros, y dentro de una franja costera entre Caleta Punta de Choros y Coquimbo donde, según el proyecto FIP 2002-16, se encuentran también larvas y reclutas de loco Concholepas concholepas (Figura15).

OCEANA

4.10.1.3
Hábitat crítico de la anchoveta

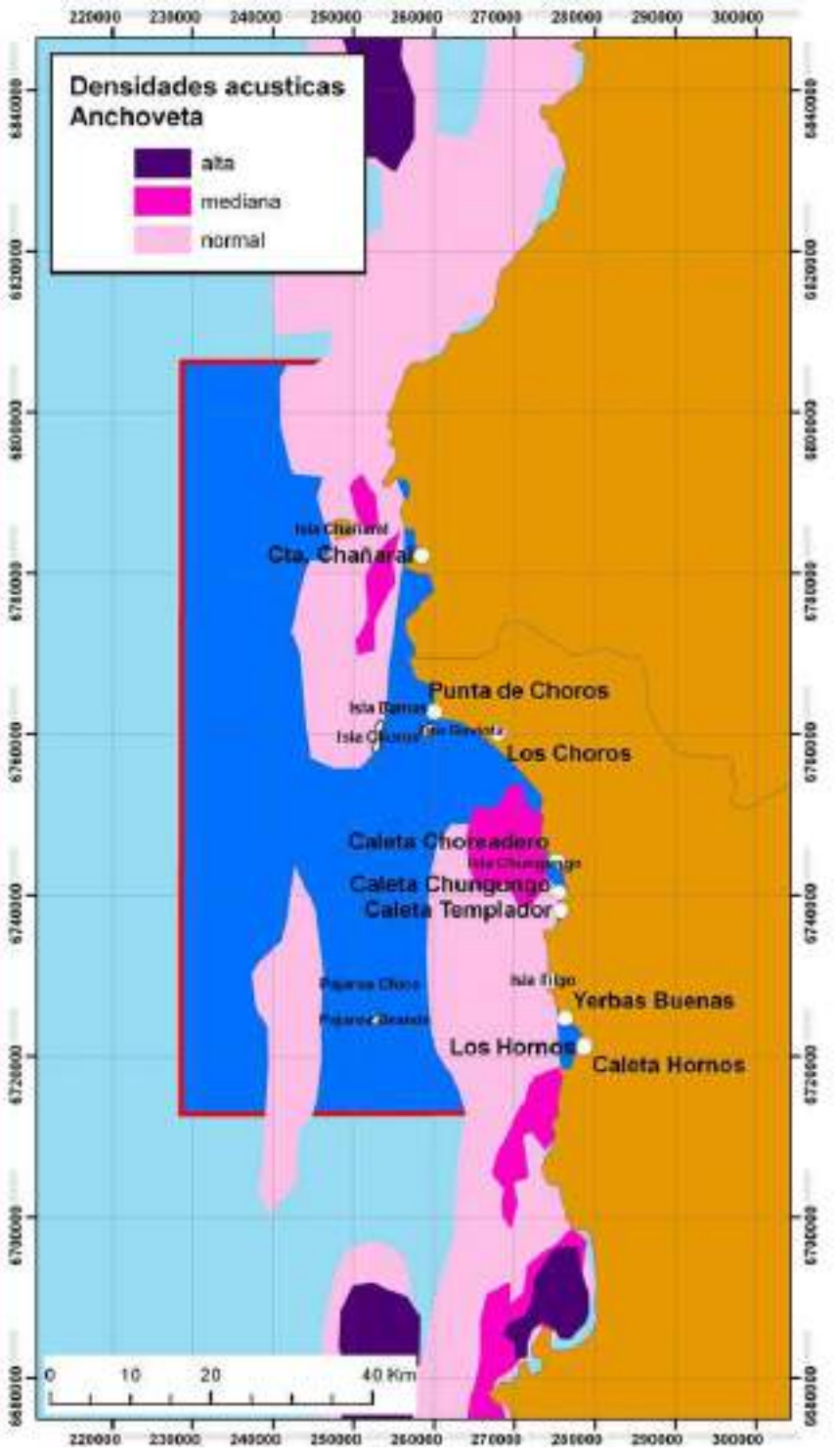
Una biomasa considerable de anchoveta (Engraulis ringens) se distribuye dentro de los primeros 5 a 10m mar adentro a lo largo de toda la costa del área, constituyendo la mayor abundancia de anchoveta adulta en las regiones III y IV (entre los 28°35´S y 30°25'S). En cuanto a su batimetría se encuentra mayoritariamente en los primeros 25 metros de profundidad, según la evaluación hidroacústica del 2005 (proyecto FIP 2005-26). Los principales focos de abundancia, en tanto, se encuentran alrededor de las islas Pájaros, entre las islas Chañaral, Choros y Damas, en la costa frente a Barrancones y al sur de Caleta Hornos (FIP 2005-26; Figura 16), exactamente entre Caleta Cruz Grande (29°30´S) y Punta Farellones (30° 20´S). Todo el área es además una zona de reclutamiento, considerando la presencia de una fracción de reclutas de 63%. Los resultados de la evaluación hidroacústica del 2005 son similares a estudios anteriores sobre este recurso (Castillo et al., 2004 y 2005) teniendo, no obstante, que los cardúmenes de anchoveta en el área se asocian por lo general con temperaturas entre 16,7°C y 18,8°C y con salinidades entre 33,96 y 34,56ppm. En resumen, la presencia de adultos, reclutas, de huevos y larvas en el plancton, indican la importancia de la zona nerítica como hábitat crítico para la anchoveta.

Figura 15: Distribución espacial, en el área, de la biomasa zooplanctónica (según resultados del proyecto FIP 2005-26) y de larvas y reclutas del loco (Concholepas concholepas) en la costa. (Resultados del proyecto FIP 2002-16).



OCEANA

Figura 16: Distribución espacial y densidades de la anchoveta (Engraulis ringens) (según el proyecto FIP 2005-26), indicando focos de abundancia dentro del área alrededor de isla Chañaral, frente a Caleta Chungungo, Caleta Hornos y en el sur de la Bahía Grande de Coquimbo (valores normales se refieren a densidades de 1-75 t/mn2, valores medianos a 76-300, y valores altos > 300 t/mn2).



4.10.1.4 Hábitat de peces pelágicos

Otros peces pelágicos, como el jurel (*Trachurus murphyi*) y la caballa (*Scomber scombrus*), comparten el mismo hábitat con la anchoveta. Según el FIP 2005-26, existe un foco de abundancia de jurel dentro de los primeros 8m desde Punta Totoralillo hasta Punta Saliente (29°59´S), y para la caballa, desde Punta Totoralillo hasta el río Limarí. Verticalmente, el jurel se ubica entre los 10 y 110m de profundidad, localizándose preferentemente entre 20 y 40m, y la caballa entre 10 y 40m de profundidad, ubicándose preferentemente entre 10 y 30m. Otras especies de la zona nerítica que se distribuyen en el hábitat de la anchoveta son la sardina (Sardinops sagax), la merluza (Merluccius gayi) y agunos cefalópodos (Neira & Arancibia, 2004).

4.10.1.5 Hábitat de tiburones

Hasta ahora existen escasos estudios sobre los condrictios en aguas chilenas y los que han sido realizados son principalmente de tipo descriptivo (Mann, 1954; Pequeño, 1983; Pequeño et al., 1990; Pequeño & Lamilla, 1993). Por lo tanto, se sabe muy poco acerca de los aspectos generales de su biología, comportamiento y distribución geográfica exacta, siendo esto último esencial para poder encontrar una relación espacio

temporal entre estos animales, los organismos que los acompañan, y las condiciones bióticas y abióticas de su hábitat. Compagno (1984) indica, por ejemplo, que la especie Etmopterus granulosum parece estar limitada por la temperatura, ya que su rango de distribución geográfica denota estar siempre asociado a masas de aguas frías. Un estudio de Andrade (2005), que compara la fauna de condrictios entre los montes submarinos alrededor de las islas del archipiélago Juan Fernández y la costa frente al continente, menciona que probablemente los condrictios se asocian a zonas de alta productividad biológica -al igual que lo estudiado por Muhlia-Melo et al. (2003)-, señalando que aquellas zonas productivas, como los alrededores de montes submarinos o de surgencias, se vuelven atractivos para ser habitados por grandes peces pelágicos y también por tiburones.

Estudios detallados sobre los hábitats esenciales de tiburones del Pacifico sólo se encuentran en relación a aquellos condrictios ubicados entre el Golfo de México y California. Estos estudios indican, por ejemplo, que los tiburones juveniles habitan las aguas costeras de pocas profundidades y que los adultos se encuentran más frecuentemente en aguas profundas alejadas de la costa (Fuente: NOAA Technical Memorandum NMFS-NE-150). Considerando toda la información disponible en dicho informe técnico se puede concluir que el hábitat de tiburones se extiende por lo general en aquellas zonas donde se ubica su alimento principal, y que las variaciones espaciales de su distribución se asocian a la presencia/ausencia de su presa. Algunos, como el tiburón gato (Aculeola nigra) y los tollos se alimentan básicamente de peces pelágicos de la familia de Clupeidae, como la sardina o la anchoveta, pero también de zooplancton (copépodos y anfípodos) crustáceos (camarones y jaibas), medusas, pulpos o pepinos del mar (Bigelow y Schroeder, 1953; Jensen 1965).

Por lo tanto se puede concluir que el hábitat de los tiburones abarca principalmente dos zonas: por un lado las aguas alejadas de la costa -con al menos 17 especies registradas durante los proyectos FIP 2006-53 y FIP 2006-11- y las aguas costeras menos profundas, con registros de por lo menos 5 especies capturados por la pesca artesanal (FIP 2006-56 y datos entregados a Oceana por el Servicio Nacional de Pesca -Sernapesca). Considerando el patrón de distribución espacial y la densidad de la anchoveta, el hábitat esencial de los tiburones en el área se extendería desde el noroeste de la isla Chañaral hasta, por lo menos, el noroeste de las islas Pájaros.

4.10.1.6 Hábitats críticos de aves marinas

El área propuesta abarca los tres principales tipos de hábitat críticos para las aves marinas, como son el hábitat de reproducción, alimentación y descanso o crianza. A través del tiempo, diversos autores han señalado que uno de los puntos críticos para el éxito de una colonia reproductiva es la presencia cercana de una fuente de alimentación que permita la sobrevivencia tanto de los adultos como de las crías. El hábitat de alimentación se refleja en la gran oferta alimenticia que se traduce en la presencia de especies migratorias (provenientes de otras latitudes), especies con un amplio rango de distribución geográfica que viajan grandes distancias para alimentarse y especies endémicas. Entre los principales alimentos destacan la sardina, anchoveta, cefalópodos y crustáceos (eufáusidos) que componen la dieta de las aves marinas.

En resumen, se puede decir que para las aves marinas el área provee los 3 hábitats críticos necesarios: los terrestres para la reproducción y el reposo, y la zona nerítica para su

alimentación. Sin duda, los más importantes son los de reproducción y alimentación, pues sustentan la presencia de las grandes colonias de nidificación y la abundancia que existe de estas especies. La competencia interespecífica es más bien baja ya que todas las especies han desarrollado distintas estrategias de alimentación (buceo, buceo de persecución, piqueros, alimentación de superficie, etc.) y, por otro lado, depredan recursos como la sardina y la anchoveta cuya abundancia permite la subsistencia de todos. Además, otras especies como yuncos y golondrinas de mar se alimentan de krill y utilizan estrategias como la detección de dimetilsulfuro para encontrar los sitios de alimentación. La presencia de las grandes extensiones de tierra (islas e islotes) hacen que la competencia por sitios de nidificación interespecífica sea baja, pero la intraespecífica puede ser alta producto de la abundancia de individuos.

En la actualidad, la isla Chañaral alberga la colonia más grande de pingüinos de Humboldt que, sumada a las colonias que habitan las demás islas, concentran el 80% de la población de estos pingüinos de Perú y Chile. En el pasado esta isla albergó la mayor colonia de yuncos de la costa de Chile, llegando a unos 200.000 animales (Araya & Duffy, 1987). Debido a la introducción de zorros para la producción de pieles, se produjo una extinción local de yuncos, acompañada por una drástica reducción de las poblaciones de pingüinos.

La única especie que nidifica en la isla Damas es la gaviota dominicana, de la cual existen unas 100 parejas (FIP 2006-56).

Las islas Pájaros albergan la colonia más grande de piqueros del norte de Chile (Ludynia et al., 2010) y es el punto más austral con registros de nidos de gaviota peruana Larus belcheri, especie endémica del SCH. Además alberga cientos de ejemplares del lobo marino común y del lobo fino austral (FIP 2006-50).

La isla Tilgo presenta una amplia cobertura vegetal y variedad de ambientes para la nidificación tanto de aves terrestres como marinas. Existe evidencia de alguna especie críptica de petrel, lo cual situaría a isla Tilgo en una categoría de mayor importancia para la diversidad de aves a nivel global (FIP 2006-56). Esta isla es también un sitio importante para la reproducción de pingüinos de Humboldt y se encuentran también pequeñas colonias de piqueros y yecos.

Según el FIP 2006-56, el islote Chungungo es el único lugar conocido hasta ahora donde nidifica la golondrina de mar chica Oceanites gracilis (registra 12 nidos en 2006), especie endémica del SCH y cuya biología es muy poco conocida. Como el islote alberga una pequeña colonia de pingüinos y otras especies de aves de hábitos costeros -como el churrete costero Cinclodes nigrofumosus, especie endémica del país-, el sitio es un hábitat relevante para la diversidad de aves marinas a nivel local y global.

El islote Totoralillo (norte) se caracteriza como sitio de descanso para varias especies de aves marinas y terrestres y, durante el proyecto FIP 2006-56, se registró la existencia de varias parejas de pingüinos de Humboldt.

4.10.1.7
Hábitat crítico de mamíferos marinos

Para estos taxones, el área se presenta como un importante hábitat para la alimentación de estos animales. Es así como Pérez et al. (2006) establecieron que el crustáceo Euphausia mucronata es la principal presa de la ballena de aleta (*Balaenoptera*

physalus) y probablemente de los otros rorcuales presentes en el área. La surgencia costera y afloramientos de agua permiten una alta productividad primaria y, por consiguiente, las diferentes especies de mamíferos marinos encuentran alimento suficiente para mantenerse en la zona durante la primavera y verano. Thiel et al. (2007) señalan que en las aguas del Sistema de Corriente de Humboldt (SCH) existe una riqueza de mamíferos marinos de, al menos, 21 especies (Tabla 11) y adicionalmente, Rendell et al. (2004) señalan que la región de surgencia entre los 18°S y 30°S son estaciones de alimentación importantes dentro de las rutas de migración de ballenas.

El área ofrece también un hábitat de reproducción, alimentación y descanso para una colonia residente de delfín nariz de botella (Tursiops truncatus). Si bien, no se han observado partos, el registro de cópula y la presencia de crías muy pequeñas permiten suponer -pero no afirmar- que sí hay reproducción de esta especie en el área. Adicionalmente, se ha registrado el ingreso de grupos (pods) de delfín nariz de botella del tipo oceánico. Estas diferencias se han establecido en base a morfometría, parámetros hematológicos y carga parasitaria (Hersh & Duffield, 1990 y Van Waerebeek et al., 1990). Sin embargo, éstas obedecen a una adaptación al hábitat por lo que es más correcto hablar de dos ecotipos, uno adaptado a aguas frías y profundas, y otro a aguas someras y cálidas (Hersh & Duffield, 1990).

La isla Chañaral alberga la colonia reproductiva de lobo marino común más importante del sistema costero de Coquimbo. Durante la ejecución del proyecto FIP 2006-50 (“Cuantificación Poblacional de Lobos Marinos en el Litoral de la I a IV región”, en 2006) se registró un total de 1.800 individuos de lobo marino común. La isla también alberga varios ejemplares de lobo fino austral (*Arctocephalus australis*). Manadas de unos 20 a 30 individuos de delfín gris o calderón gris Grampus griseus, especie en peligro de extinción, se han registrado alrededor del islote Totoralillo (norte; FIP 2006-50) y se observan frecuentemente en las cercanías de caleta Hornos e isla Chañaral (Flores obs. pers.) y también en isla Choros (Gaymer obs. pers.).

4.10.1.8 Hábitats de Importancia Ecológica de la Zona Nerítica Costera

En resumen, dentro de la zona nerítica se encuentran 6 hábitats de cuatro categorías de importancia ecológica para la conservación (Tabla 14). Por lo general se encuentra una gran biomasa de organismos planctónicos y peces en la columna de agua de todo el área, registrándose la mayor abundancia en el sector entre isla Chañaral e islas Pájaros y frente a la costa, entre Punta de Choros y Caleta Hornos, zona que forma el hábitat principal de alimentación para mamíferos y aves marinos. Paralelamente, los islotes constituyen hábitats de reproducción para aves marinas y algunas especies de mamíferos (Figura18: Mapa con los 6 hábitats principales).

OCEANA

Tabla 14.

Zona Nerítica costera: 6 Hábitats de Importancia Ecológica para la Conservación (HIC)				
Tipo de Hábitat	Límites geográficos	Categoría de Hábitat / Importancia Ecológica para la Conservación		Justificación
Hábitat de productores primarios y secundarios (Fitoplancton y Zooplancton)	Zona eufótica de toda el área, con focos de abundancia al sur de islas Choros-Damas hasta Coquimbo y aumento de la biomasa desde el sur dentro de esa área.	HPP	Muy alta en el sector entre islas Choros-Damas y Coquimbo	Hábitat esencial para el funcionamiento de la cadena trófica y con especies endémicas para la zona centro-norte (Zooplancton) y especies amenazadas (Krill).
Hábitat crítico de la anchoveta	2 zonas: a)Franja costera hasta los 10 m de todo el área, especialmente el sector entre isla Chañaral e islas Choros-Damas y entre Barrancones y Caleta Hornos; b) los alrededores de islas Pájaros	HCP	Muy alta	La anchoveta es un elemento fundamental de la cadena trófica como presa para aves, mamíferos y peces (incluyendo los tiburones) y por otro lado es un recurso pesquero importante. El área alberga tanto adultos y un stock desovante como zonas de reclutamiento.
Hábitat crítico de tiburones	2 zonas: a)Franja costera hasta los 10 m equivalente a la extensión del hábitat de la anchoveta; b) el sector hacia el océano entre el noreste de isla Chañaral hacia el noreste de islas Pájaros	HCP	Muy alta	Los tiburones cumplan un papel importante dentro de las cadenas tróficas, son considerados de alta importancia ecológica y son especies amenazadas a nivel mundial.
Hábitat crítico del pingüino de Humboldt – Yunco - Piquero	Toda el área como zona de alimentación con mayor abundancia de nidos del pingüino del Humboldt en isla Chañaral, del piquero y del Yunco en isla Choros e islas Pájaros.	HAM	Muy alta	Zonas de reproducción más grandes en la zona centro-norte. Especies endémicas del SCH y en estado vulnerable
Hábitat del delfín de nariz botella (*Tursiops truncatus)*	Isla Chañaral hasta isla Choros	HMM	Muy alta	Especie vulnerable
Hábitat de alimentación y de reposo de ballenas (4 especies), cachalotes (3 especies), delfines (9 especies), lobos marinos (2 especies), elefante marino y chungungo	Todo el área con mayor frecuencia de avistamientos alrededor de isla Chañaral (ballenas), islas Choros-Damas (delfines), lobos marinos (islas Pájaros)	HMM	Muy alta	Especies vulnerables, amenazadas o en peligro de extinción.

4.10.1.10 El bentos como macrohábitat de diversas asociaciones de organismos

Los informes de los proyectos FIP 2006-56 y BIP entregan una detallada descripción de las asociaciones o comunidades bentónicas de las islas Chañaral, Choros y Damas, incluyendo mapas digitales de los tipos de sustratos y las comunidades asociadas (ver Anexo II). Algunos lugares alrededor de isla Chañaral e islas Choros y Damas e isla Pájaros han sido también documentados visualmente con el robot submarino (ROV) durante una de las expediciones de Oceana.

Todos estos antecedentes indican la presencia de 5 tipos de hábitats bentónicos distintos, distribuidos entre el intermareal y el submareal; 9 comunidades asociadas a ellos en el intermareal y 13 asociadas en el submareal (Anexo, Tablas 7 y 8). La variedad más alta de hábitats de comunidades de fondos blandos, tanto en el intermareal como en el submareal, se distribuye alrededor de la isla Damas. Todos los hábitats de comunidades de fondos rocosos se encuentran alrededor de las pendientes de cada isla e islote y dentro de algunos sectores a lo largo de la línea costera del área.

Intermareal y playas

En la zona del intermareal (intermareal alto de playas hasta el intermareal bajo) se encuentran dos categorías principales de hábitats: por un lado los hábitats de fondos rocosos de comunidades de distintas especies de macroalgas y su fauna asociada y, por otro lado, comunidades de especies de forraje para invertebrados bentónicos, formados por poliquetos y crustáceos de tamaños pequeños (Anexo II, Tabla 7).

El hábitat importante de macroalgas está representado por las zonas de las algas verdes (Ulva sp., Chaetomorpha aerea y de Gelidium sp.) Estas macroalgas representan la mayor diversidad de invertebrados sésiles alrededor de las islas Choros, Damas y Chañaral.

Los hábitats de especies de forraje para invertebrados bentónicos se distribuyen sobre los sustratos duros de bolones y de conchuela en el sector noroeste de la isla Damas y en el intermareal arenoso alto hacia el intermareal arenoso medio.

Submareal

Dentro del rango batimétrico del submareal (hasta 100m de profundidad) se encuentran tres categorías de hábitats de importancia ecológica: hábitats de macroalgas, de bio-ingenieros y sitios de recursos de importancia para la pesca (Anexo II, Tabla 7).

En los fondos con sustratos duros (plataformas rocosas y peñascos) alrededor de las islas Chañaral, Choros, Damas y Pájaros, se localizan hábitats formados de bosques de diferentes especies de macroalgas, como áreas de protección y de crianza para numerosos invertebrados asociados a ellos (Figura 18a, b).

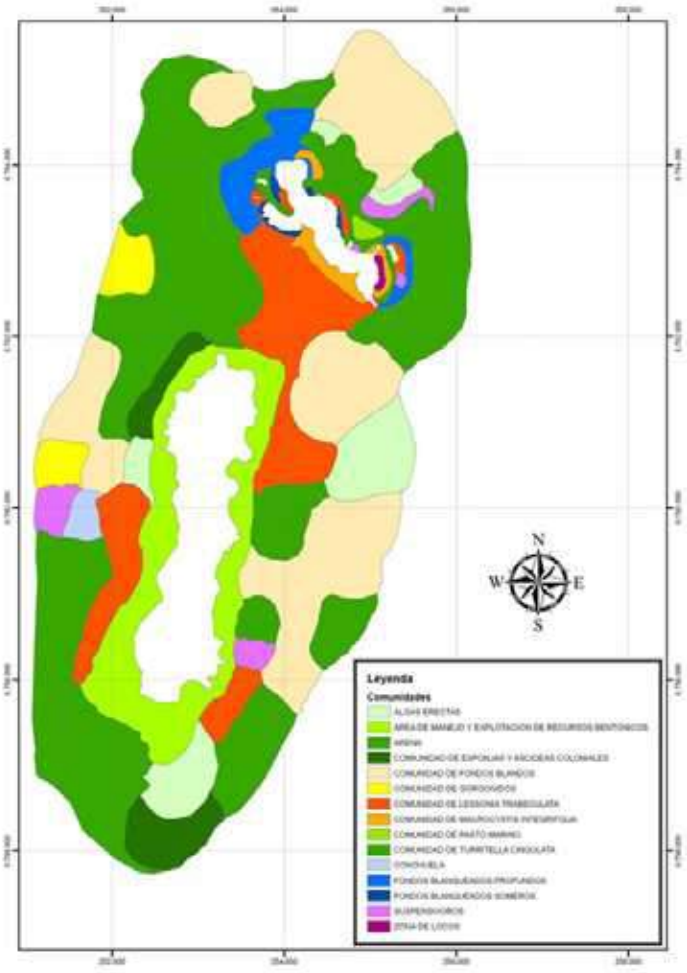
Por la alta diversidad de especies asociadas, destaca el hábitat de las macroalgas Lessonia nigrescens o huiro negro y Lessonia trabelucata o huiro palo en fondos rocosos, especies que se caracterizan también por su valor económico como recurso importante de la pesca artesanal. Las zonas de su explotación se concentran alrededor de la caleta Punta Choros y Chungungo (Stotz, 2006). L. nigrescens es la macroalga más típica de todas las franjas rocosas expuestas del sublitoral e intermareal a lo largo de la costa central de Chile (Ojeda y Santelices, 1984) y, dentro del área, se encuentra en el submareal frente a todas las playas de bolones, de peñascos, hasta las playas mixtas de las

islas y entre Caleta Chañaral hasta Caleta Hornos. Vásquez y Santelices (1990) nombran los bosques de huiro como los hábitats más comunes de la costa de la zona centro-norte. La importancia ecológica de los bosques de macroalgas se expresa en el decreto 889 (2007) de la Subsecretaría de Pesca, para regularizar la extracción de los recursos huiro negro (Lessonia nigrescens), huiro palo (Lessonia trobelucata) y huiro (Macrocystis spp.) entre las regiones I y IV mediante vedas.

Al oeste de la isla Chañaral se encuentra el hábitat del alga crustosa calcárea *Mesophyllum* sp., de esponjas, gorgónidos ("corales blandos") de color grisáceo, y de los "corales bambú" de colores llamativos como el rojo (Figura 18c). Estos corales de alto nivel de endemismo, aunque muy poco abundantes, son considerados especies muy frágiles ante perturbaciones físicas y químicas. Además, los gorgónidos están clasificados como especies vulnerables según la IUCN. Tanto el alga crustosa calcárea como las gorgonias y esponjas son bio-ingenieros y proveen el hábitat para numerosas especies de invertebrados. Asociaciones de gorgónidos y de esponjas se encuentran encima de las rocas alrededor de todas las islas incluyendo por lo menos isla Pájaros grande (documentado visualmente con ROV por Oceana) y en profundidades mayores de 30 metros.

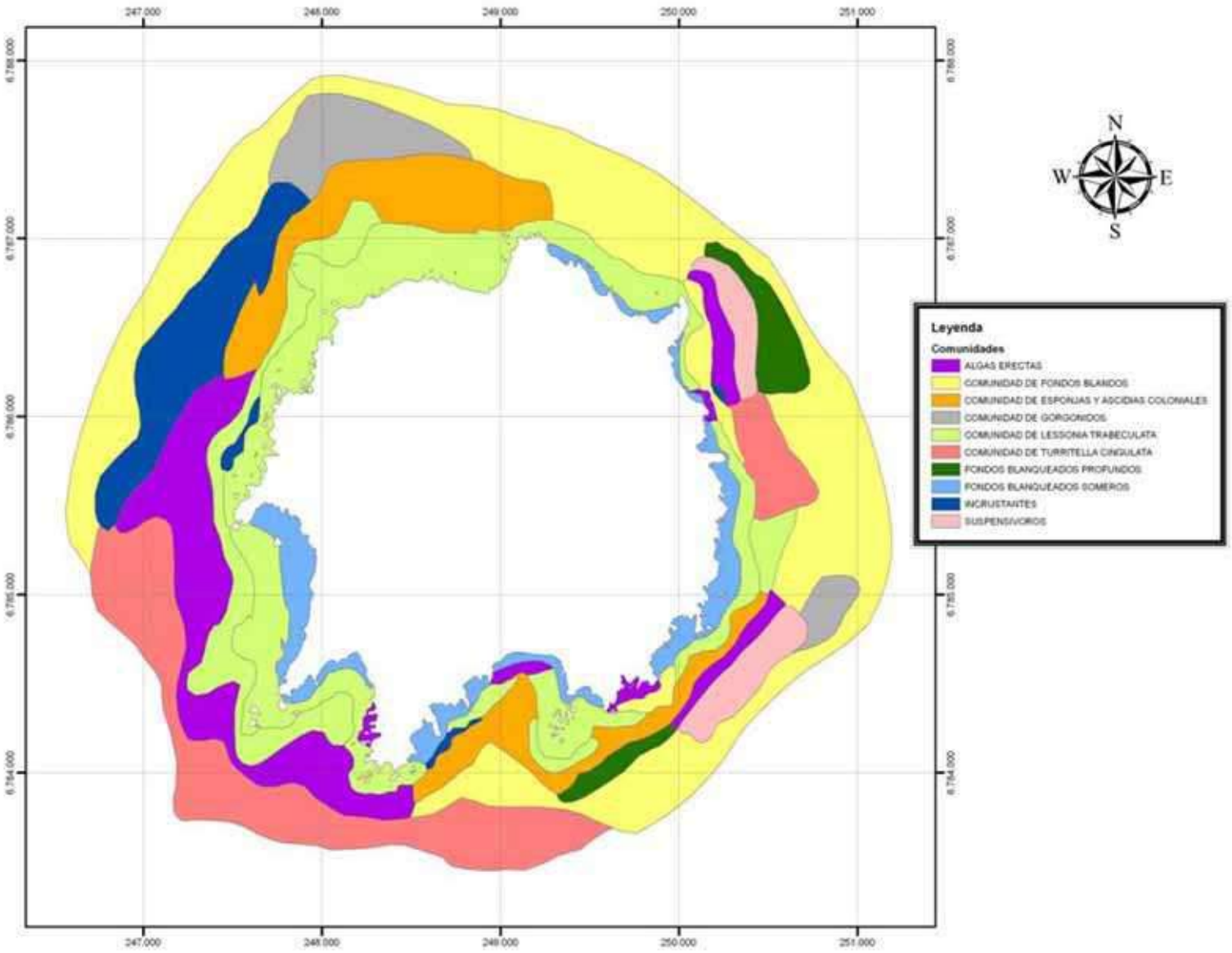
Figura 18: Comunidades submareales Choros-Damas

a) Comunidades submareales de islas Choros y Damas según el proyecto FIP 2006-56.



Folio010703

b) Figura 18b: Comunidades submareales de isla Chañaral según el proyecto FIP 2006-56.



Frente a la costa, entre Punta de Choros y Caleta Hornos, se encuentran numerosos lugares que constituyen hábitats de recursos pesqueros como el loco (Concholepas concholepas), uno de los recursos más importantes para la pesca artesanal del área. Actualmente hay 14 áreas de manejo de este recurso (AMERB's: Apolillado, Punta de Choros, Isla Choros, Chungungo A, B, C, D, E; Hornos: A, B, C; Totoralillo: A, B, C).

Cada una de estas áreas comprende el hábitat crítico del loco, considerando los lugares donde se encuentran los adultos, las áreas de postura y de reclutamiento, siendo la que se encuentra entre Punta de Choros y Los Choros (Figura 19) la más relevante en términos de desembarques. Otros recursos explotados en los mismos sitios son la lapa negra, la lapa rosada, Lapa reina (Chungungo, isla Choros, Los Choros, Totoralillo) y la macha (Los Choros).

En los fondos blandos del submareal, al este de la isla Damas, se ubica el único hábitat alrededor de las islas donde se encuentran praderas de pasto marino Heterozoostera tazmanic.

Este hábitat es el sitio de reclutamiento del ostión del norte y la única pradera de este pasto, aparte de un sitio alrededor de Punta Chascos en la III Región. Este pasto marino es muy sensible a la actividad antrópica y se puede considerar como un bioindicador del estado de los ecosistemas marinos (Gaymer, comm. pers.).

El otro tipo de hábitat en los fondos blandos son aquellos lugares con comunidades de crustáceos y moluscos -por lo general langostinos, camarones y algunas especies de jaibas- todos explotados por la pesca artesanal. Los fondos arenosos en el área representan el hábitat del langostino amarillo y del camarón nailon. Actualmente estos crustáceos se pescan al norte y al sur de islas Choros-Damas y entre islas Pájaros y Caleta Totoralillo/Caleta Hornos (Figura 20).

Figura 19: AMERB's

Figura 19: Áreas de Manejo (rojo) indicando los sectores con alta abundancia de locos y caracoles (según los resultados del proyecto FIP 2006-56); en azul las áreas de libre acceso, y en amarillo la Reserva Nacional del Pingüino de Humboldt,

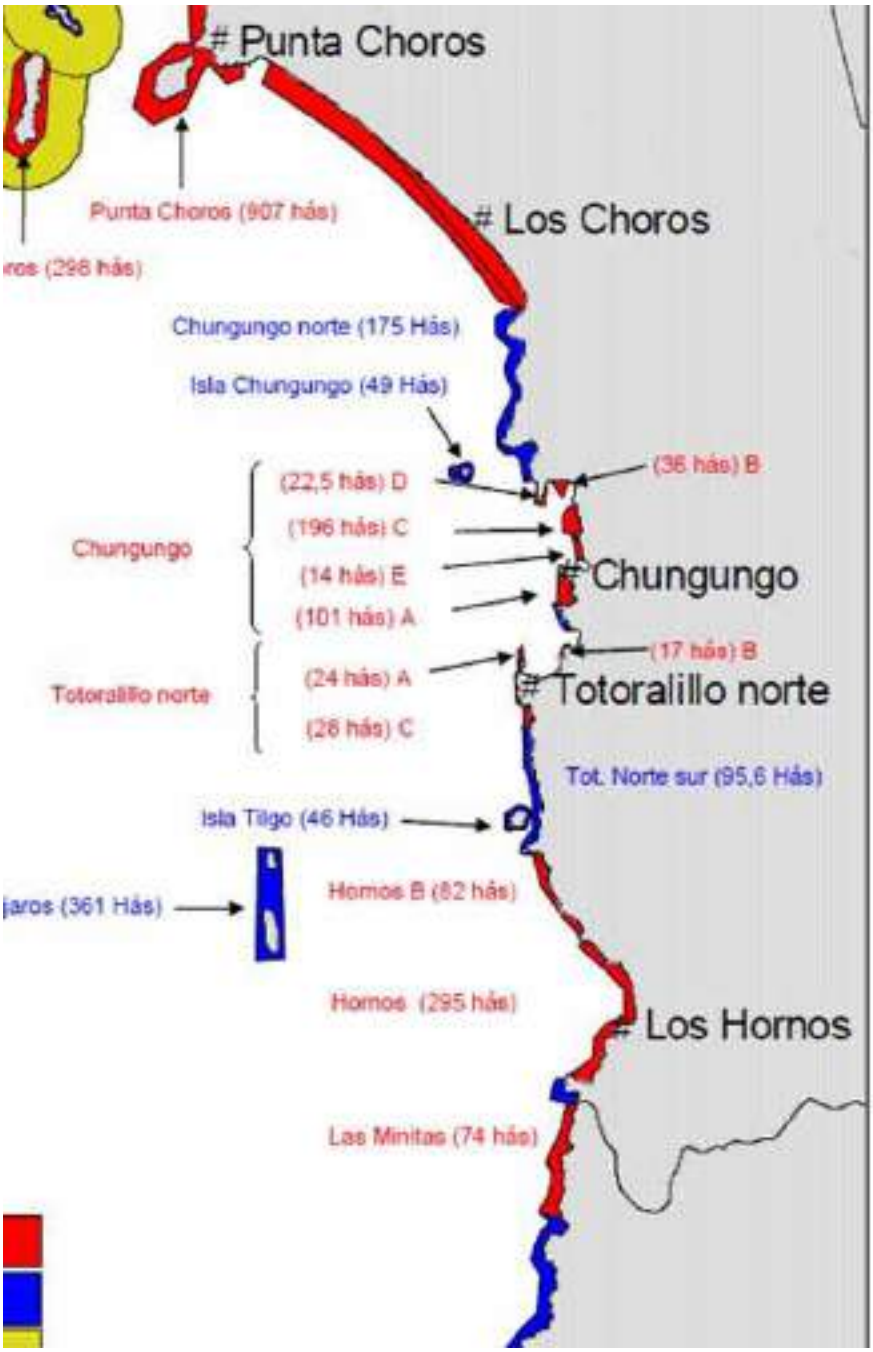
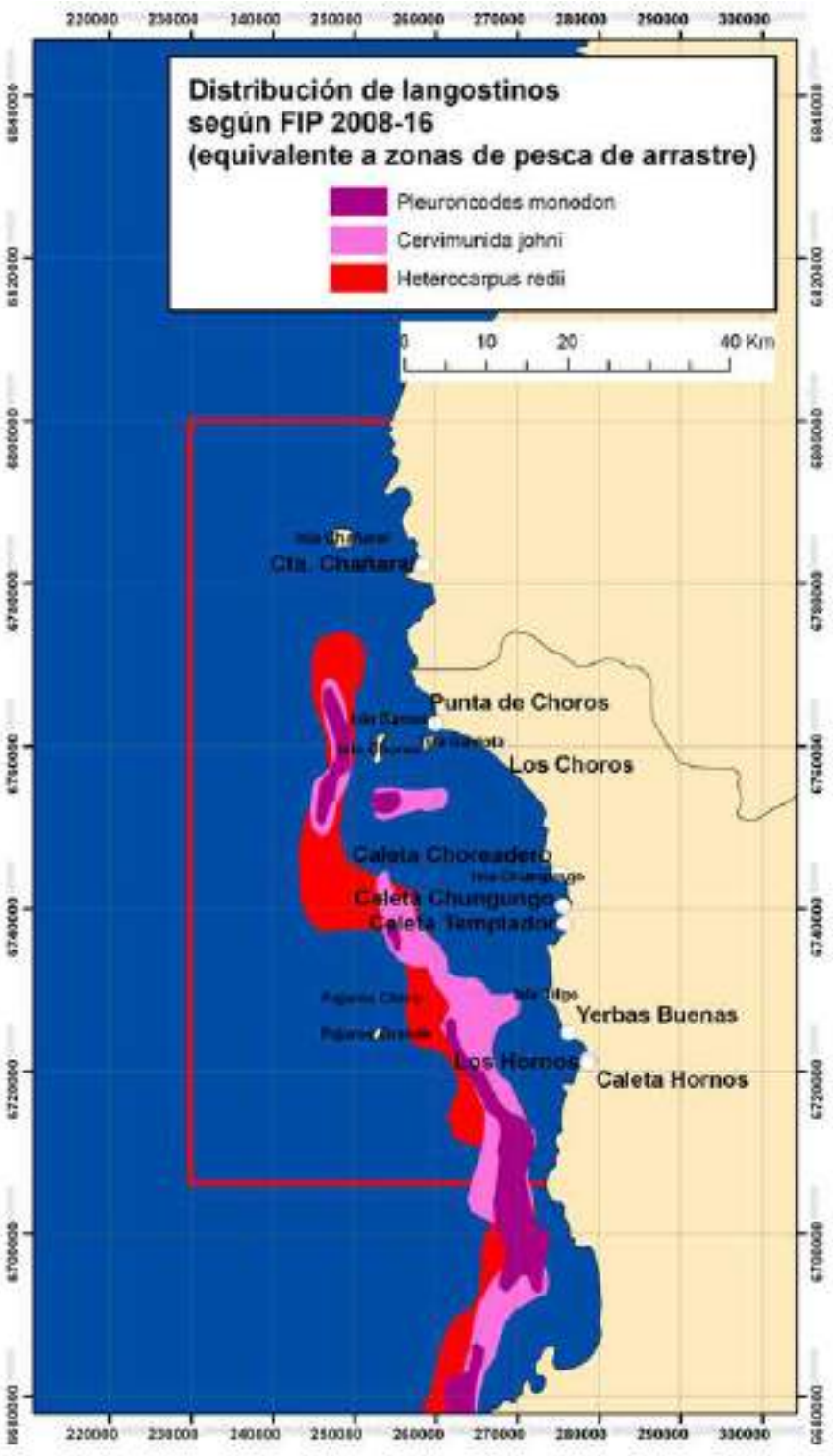


Figura 20: Distribución de langostinos

Figura 20: Distribución espacial de la biomasa de langostinos según el proyecto FIP 2008-16



OCEANA

4.10.1.11 Hábitats de Importancia Ecológica para la Conservación en el bentos

En resumen, el bentos comprende 6 hábitats importantes que representan cuatro categorías de Importancia Ecológica para la Conservación (Tabla 15). Estos hábitats se extienden sobre el fondo marino de todo el área, desde el intermareal hacia el submareal, considerando que todas las franjas rocosas tanto de las islas, como a lo largo de la costa, proveen el hábitat de macroalgas y recursos bentónicos. Por otro lado, los fondos arenosos del área albergan al langostino colorado y al camarón nailon, encontrándose focos de abundancia en el sector isleño entre Chañaral hasta islas Pájaros.

Tabla 15.

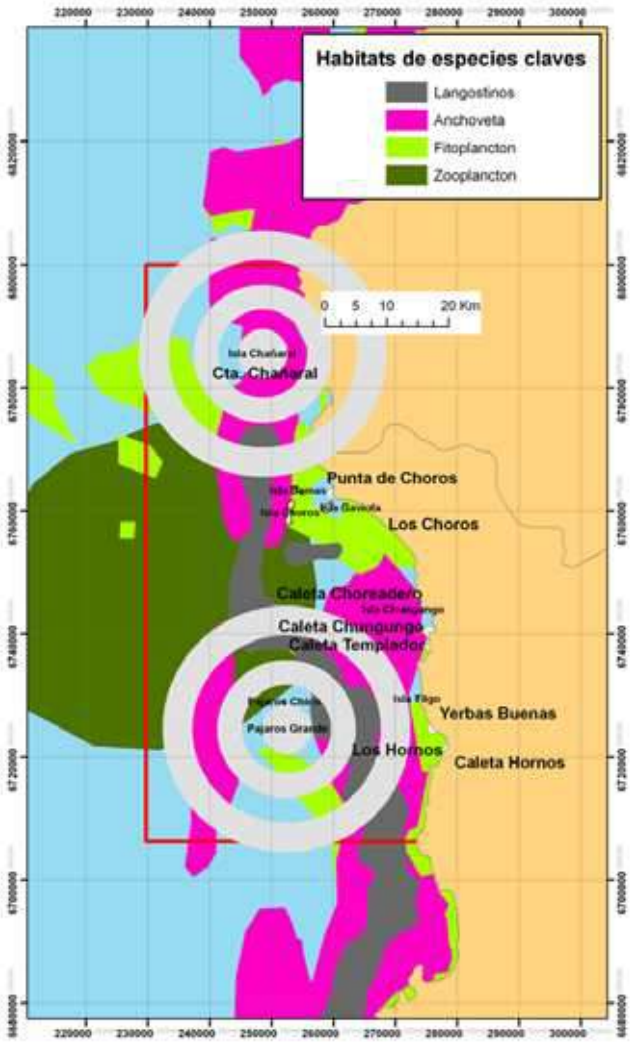
Bentos: 6 Hábitats de Importancia Ecológica para la Conservación (HIC)				
Tipo de Hábitat	Límites geográficos	Categoría de Hábitat / Importancia Ecológica para la Conservación		Justificación
Hábitats de macroalgas en el intermareal	Playas de sustratos duros de todas las islas e islotes, y entre Pta. Choros y Los Choros, al norte y sur de Chungungo, y entre Las minitas y Isla Tilgo	HMA	Muy alto	Considerados como zonas de alta diversidad, protección y crianza para invertebrados y con regulación de explotación por Subpesca.
Hábitats de recursos bentónicos (intermareal)	Hábitat de gasterópodos y crustáceos; en gran parte sobrepuesto o mixto con los hábitats de macroalgas, (Gasterópodos)	HBR	Muy alto	Los gasterópodos como la lapa negra (*Fissurella latimarginata*), lapa rosada (*Fissurella cumingi*) y Lapa reina (*Fissurella maxima*) posean un alto valor económico para la pesca artesanal del área.
Hábitats de especies de forraje en el intermareal	Playa "La Damita" en el sector N-W de la isla Damas, playas de arena de islas Damas	HEF	Alto	Garantizan la fuente alimenticia de una gran diversidad de invertebrados, entre ellos especies de importancia pesquera como decápodos anomuros (jaibas).
Hábitats de macroalgas en el submareal	Principalmente entre el noroeste y sureste de las islas Chañaral y Damas-Choros y isla Pájaros grande en profundidades hasta 30 m	HMA	Muy alto	Considerados como zonas de alta diversidad, protección y crianza para invertebrados y con regulación de explotación por Subpesca.
Hábitats de bio-ingenieros en el submareal	Principalmente entre el noroeste y sureste de las islas Chañaral y Damas-Choros y isla Pájaros grande en profundidades entre 30 hasta 80m	HBI	Muy alto	Los bio-ingenieros aumentan la biodiversidad y en el área se caracterizan por la presencia de Gorgónidos, corales considerados como vulnerables a nivel mundial.
Hábitats de recursos bentónicos (submareal)	Fondos arenosos de la bahía Grande de Coquimbo con focos de abundancia entre islas Chañaral y Pájaros.	HBR	Muy alto	El langostino amarillo (*Cervimunida johni*) y el camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) representan una fuente alimenticia importante para aves y mamíferos marinos, además son recursos pesqueros importantes de la zona.

OCEANA

4.10.2 Resumen de los Hábitats de Importancia Ecológica para la Conservación

En total, el área comprende 12 hábitats de importancia ecológica para la conservación, según los criterios establecidos en el párrafo inicial de este capítulo. Por lo general, se sobreponen diversos hábitats de diferentes grupos taxonómicos, dado el amplio rango que ocupan las especies claves como el pingüino de Humboldt o la anchoveta en la zona nerítica o los bosques de diferentes especies de macroalgas, distribuidos en parches o mezclados encima de las plataformas rocosas que rodean las islas. Sin embargo, la mayor parte de los hábitats importantes se puede localizar dentro de 3 sectores: en los alrededores de la isla Chañaral, alrededor de las islas Pájaros y entre estas islas y la costa - ubicada entre Caleta Totoralillo y Caleta Hornos (Figura 21), donde ocurren los eventos de surgencia y donde la microcirculación dentro de la bahía grande de Coquimbo produce la retención de nutrientes en el plancton. Dentro de la bahía grande de Coquimbo y sus alrededores, únicamente estos 3 sectores reúnen todos los hábitats de importancia ecológica, lo cual refuerza la solicitud de una AMCP-MU en esta área específica.

Figura 21: En este mapa se indican los dos sectores de alta presencia y las zonas de alimentación del pingüino de Humboldt. Se encuentran los patrones espaciales de la distribución de la anchoveta como especie clave de forraje y de la biomasa fito y zooplanctónica como



productores primarios y secundarios que sostienen las cadenas tróficas pelágicas del área.

4.2 REPRESENTATIVIDAD

4.2.1 Generalidades

El área solicitada se encuentra dentro del SCH, una zona con una de las más altas riquezas de recursos pelágicos en el mundo y también una de las más importantes de surgencia dentro de las costas chilenas (Cuadro 3) (Thiel et al., 2007). La importancia ecológica y la alta riqueza de especies en esta área particular es el resultado de la retención de nutrientes y del zooplancton al sur de las islas Choros-Damas, generándose el alimento para una alta variedad de organismos pelágicos y bentónicos. Además, el área significa una zona de crianza para las especies claves de la cadena trófica pelágica del SCH, entre ellas la anchoveta, el pingüino de Humboldt, los lobos marinos y numerosos recursos pesqueros pelágicos bentónicos.

Como se indica en el cuadro 7, en el área se encuentran entre 400 y 500 especies, compuestas de invertebrados planctónicos y bentónicos, peces, aves, mamíferos y micro y macroalgas, de las cuales al menos unas 100 de ellas (25%) se consideran como especies de importancia ecológica. Es de destacar que un alto porcentaje de cada grupo de especies presentes entre los alrededores de Chañaral e islas Pájaros se distribuyen a lo largo de la costa desde el centro-sur hasta el norte, y por otra parte, muchas de estas especies son endémicas en el SCH. En el caso de los cetáceos, el área solicitada constituye el límite sur de muchas especies de este grupo en aguas chilenas (cuadro 3.2.1-1; Thiel *et al*., 2007).

Dentro del área destaca la existencia de la colonia más grande de pingüino de Humboldt en el mundo (con el 80% de los individuos de la población mundial), también la presencia del yunco y del piquero, otras especies endémicas del SCH, aparte de las aves marinas de amplia distribución geográfica registradas en Chile.

Todos las especies de condrictios registradas entre 28° y 30°S se encuentran en el área y sus alrededores, y las 45 especies de peces de teleósteos representan aproximadamente el 50% de los peces conocidos en la zona norte de Chile y un 32% de la ictiofauna chilena (Ojeda *et al*., 2000).

Los bosques de macroalgas, con la dominancia de *Lessonia nigrescens* y *L. trabeculata* en el submareal de todo el área (incluyendo las islas) representan uno de los hábitats más típicos de las costas de América Latina, de playas con rocas expuestos al oleaje (Santelices *et al*., 1980), dominando la costa chilena entre los 20° y 40°S. Estos bosques de macroalgas representan uno de los componentes más importantes dentro de los ecosistemas marinos (Dayton, 1975a), ya que generan una alta diversidad de especies, tanto de aquéllas que se aprovechan del espacio y la protección que ofrecen estas macroalgas, como las especies que se alimentan de ellos. En el área solicitada, dentro de los hábitats de macroalgas, se encuentran hasta 35 de las 190 especies macrobentónicas registradas en Chile (20%).

4.2.2 Representatividad a nivel de especies

Plancton

Como se indicó en el punto 3.1, existe una distribución muy homogénea de las especies fitoplanctónicas y del zooplancton en la zona comprendida entre el centro y norte de Chile (Thiel et al., 2007). Las variaciones en la composición de las especies se

generan más que nada por los cambios en las condiciones oceanográficas físicas, como la temperatura del agua durante las distintas estaciones del año. Además, la composición y biomasa planctónica pueden cambiar drásticamente bajo eventos del ENSO (Ruttland y Montecinos, 2002), mudando la composición del fitoplancton desde especies microplanctónicos a especies del pico y nanoplancton (Iriarte y González, 2004). Los altos valores de la biomasa zooplanctónica monitoreados durante los últimos años por proyectos FIP en la bahía grande de Coquimbo indican una alta capacidad productiva del ecosistema pelágico del área. El zooplancton herbívoro, mediante sus consumidores -como la anchoveta- transforma la biomasa planctónica en una gran riqueza de especies pelágicas, bentónicas y de mamíferos y aves marinas. Hace 25 años, Pauly & Christensen (1995), apuntaron a la producción primaria del fitoplancton como la clave para sostener las pesquerías pelágicas del mundo, señalando que los valores más altos de la biomasa fitoplanctónica se encuentran en los sistemas de surgencia. Como indica la

TABLE 2 Global estimates of primary production (PP), of PPR to sustain world fisheries (mean for 1988–1991, wet weight), and of the mean trophic levels (TL) of the catches, by ecosystem type

Ecosystem type	Area (10^6 km^2)	PP (gC m^{-2} yr^{-1})	Catch (g m^{-2} yr^{-1})	Discards (g m^{-2} yr^{-1})	TL of catch	PPR (catches + discards) Mean (%)	PPR (catches + discards) 95% Confidence interval
Open ocean	332.0	103	0.01	0.002	4.0	1.8	1.3–2.7
Upwellings	0.8	973	22.2	3.36	2.8	25.1	17.8–47.9
Tropical shelves	8.6	310	2.2	0.671	3.3	24.2	16.1–48.8
Non-tropical shelves	18.4	310	1.6	0.706	3.5	35.3	19.2–85.5
Coastal/reef systems	2.0	890	8.0	2.51	2.5	8.3	5.4–19.8
Rivers and lakes	2.0	290	4.3	n.a.	3.0	23.6	11.3–62.9
Weighted means (or total)	(363.8)	126	0.26	0.07	2.8	8.0	6.3–14.4

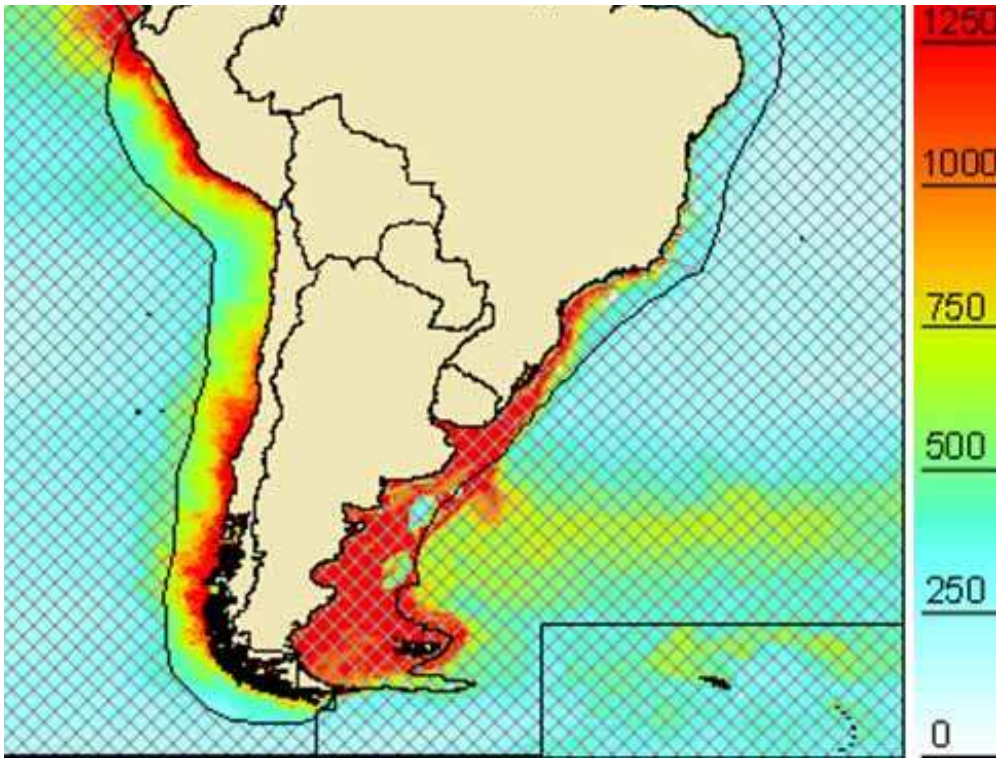
Figura 22, actualmente se señala un promedio de 876 mgCm^{2}día para el SCH (proyecto Sea Around Us: www.seaaroundus.org).

mamíferos y aves marinas, así como también para algunas especies de peces (Antezana, 1970). Los estudios de Antezana destacan la importancia de estos pequeños crustáceos pelágicos para distintas especies de ballenas, y también para la anchoveta y la merluza entre el centro-sur y el norte de Chile. El área de la bahía grande de Coquimbo es la única entre Arica y Puerto Montt donde se encuentra una abundancia constante de *E. mucronata* -la biomasa más alta de esta especie- en profundidades de sólo 100 a 200 metros. *E. mucronata* es endémica en el SCH y considerada actualmente como la especie herbívora y de presa clave del SCH, siendo el alimento fundamental del jurel *Trachurus murphyi* y de la anchoveta

Tabla16: Estimaciones globales de la producción primaria (PP) y capturas anuales de diferentes ecosistemas marinos (según Pauly y Christensen, 1995).

Figura 22: SCH clorofila

Figura 22: Mapa actual de la producción primaria alrededor del continente de América del Sur. En comparación con el Atlántico la concentración de clorofila es mas baja

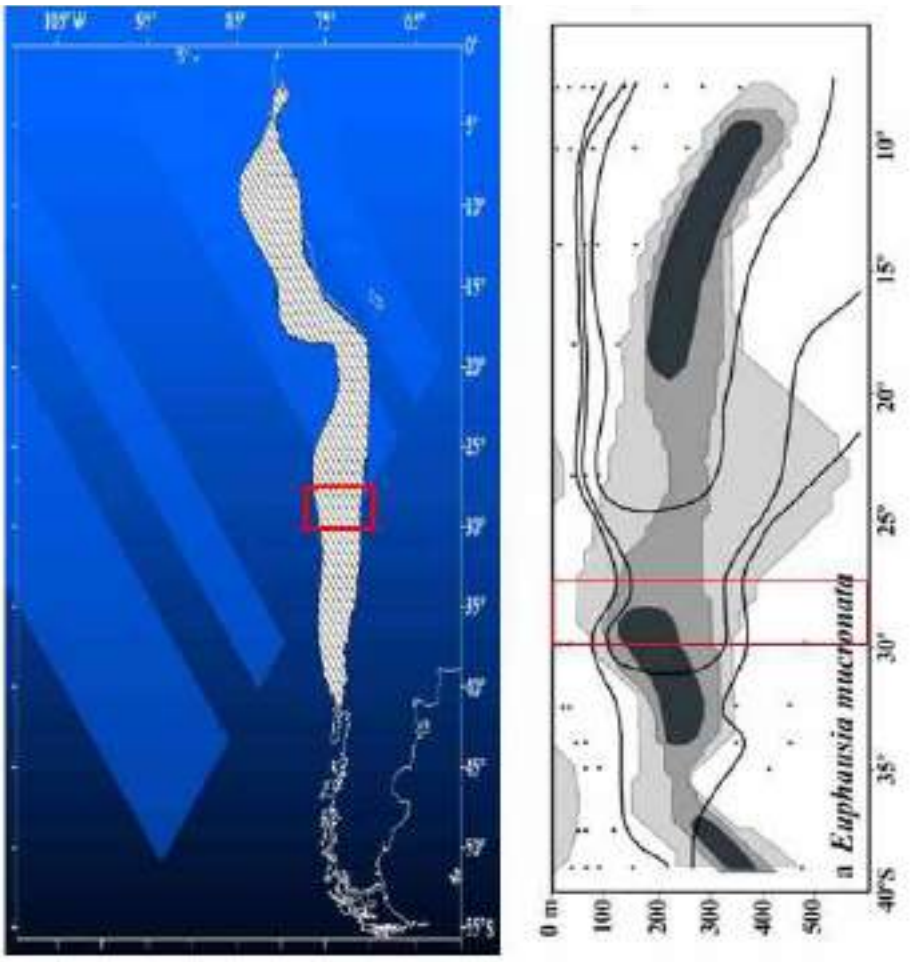


dentro del SCH, sin embargo se debe considerar que en el Atlántico sur existe una reducción menor del fitoplancton por consumidores zooplanctónicos.

El krill *Euphausia mucronata*, como especie clave del sistema pelágico, es una fuente alimenticia tanto para

Engraulis ringens (Antezana, 2010) (Figura 24).

Figura 23: Krill



a)
b)

Figura 23: Distribución de Euphausia mucronata en el SCH según Antezana, 2001 (rojo: área entre Chañaral y Coquimbo: a) Distribución geográfica, indicando el endemismo de E. mucronata dentro del SCH y b) Distribución vertical, indicando que el área solicitada es la única

dentro del SCH donde una alta biomasa de este krill se encuentra entre los 100 y 200 metros.

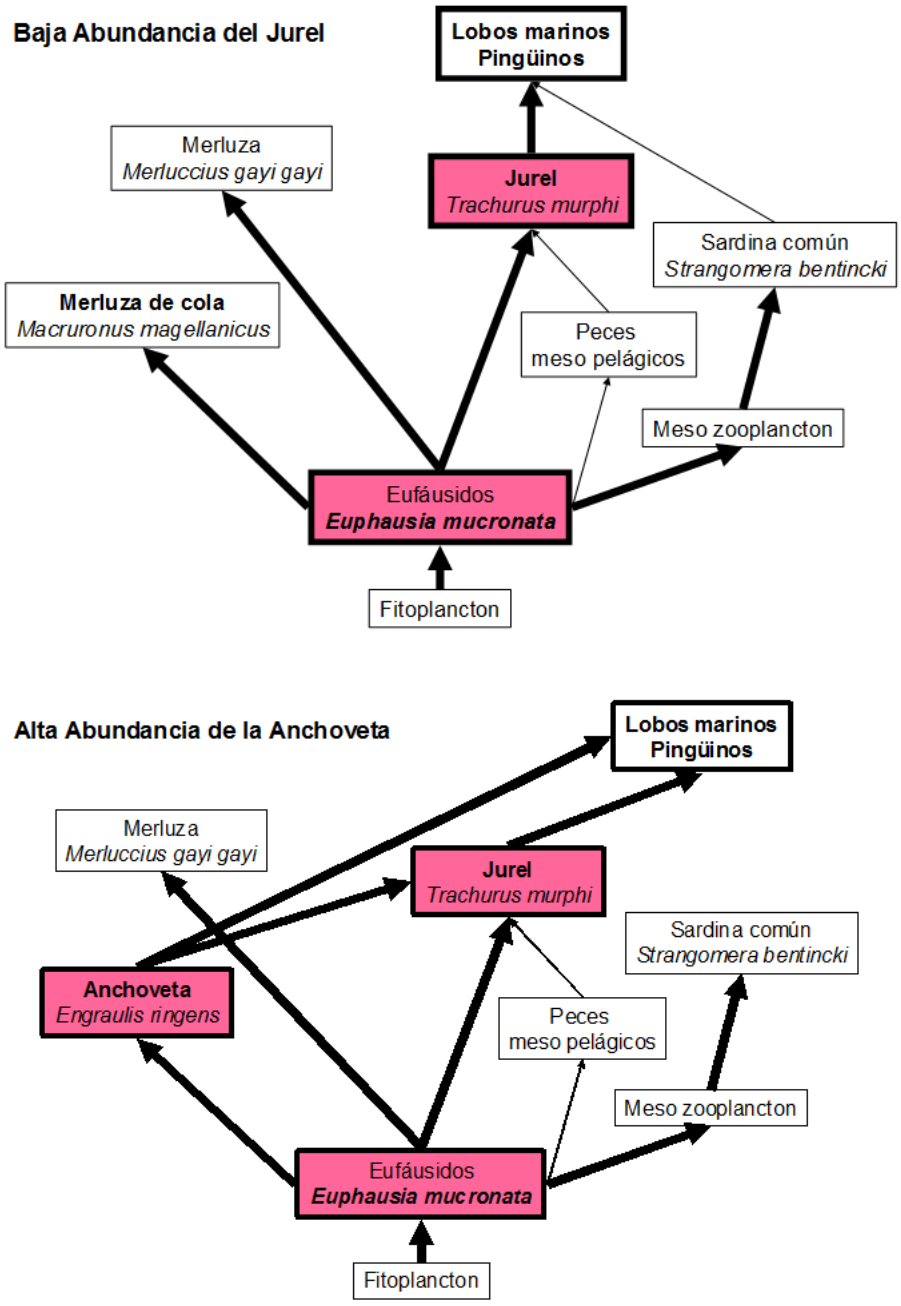


Figura 24; Importancia ecológica del krill en la cadena trófica pelágica del SCH; cortesía de Antezana (2010)

Peces

Las 68 especies de peces presentes en el área corresponden a cerca del 50% de los peces conocidos en la zona norte de Chile y a 32% de la ictiofauna chilena. Destaca la alta presencia de los condrictios, con un total de 18 especies de tiburones, lo que significa que todas estas especies conocidas en el norte de Chile se encuentran en el área y, junto con las 5 especies de rayas, representan a un 64% de todos los condrictios registrados en aguas chilenas.

Como se señaló en los capítulos anteriores, la anchoveta es posiblemente la especie fundamental del sistema pelágico del SCH. En el área solicitada se encuentra una

biomasa considerablemente alta y distribuida de manera casi homogénea. Considerando su importante rol como alimento principal para numerosas especies, se puede interpretar la distribución especial presentada en el FIP con valores más altos al norte de la isla Chañaral y al sur de islas Pájaros y valores más bajos entre las islas como resultado de la presión de depredadores en el resto del sector, ya que no existe una fuerte presión pesquera en el área (Figura 25).

planctónica, se debe apreciar también al área como una importante zona de reproducción y reclutamiento. La figura 26 (presentada en los resultados del proyecto FIP 2007-03) indica valores muy similares de la biomasa de adultos y de reclutas de la anchoveta en todo el área.

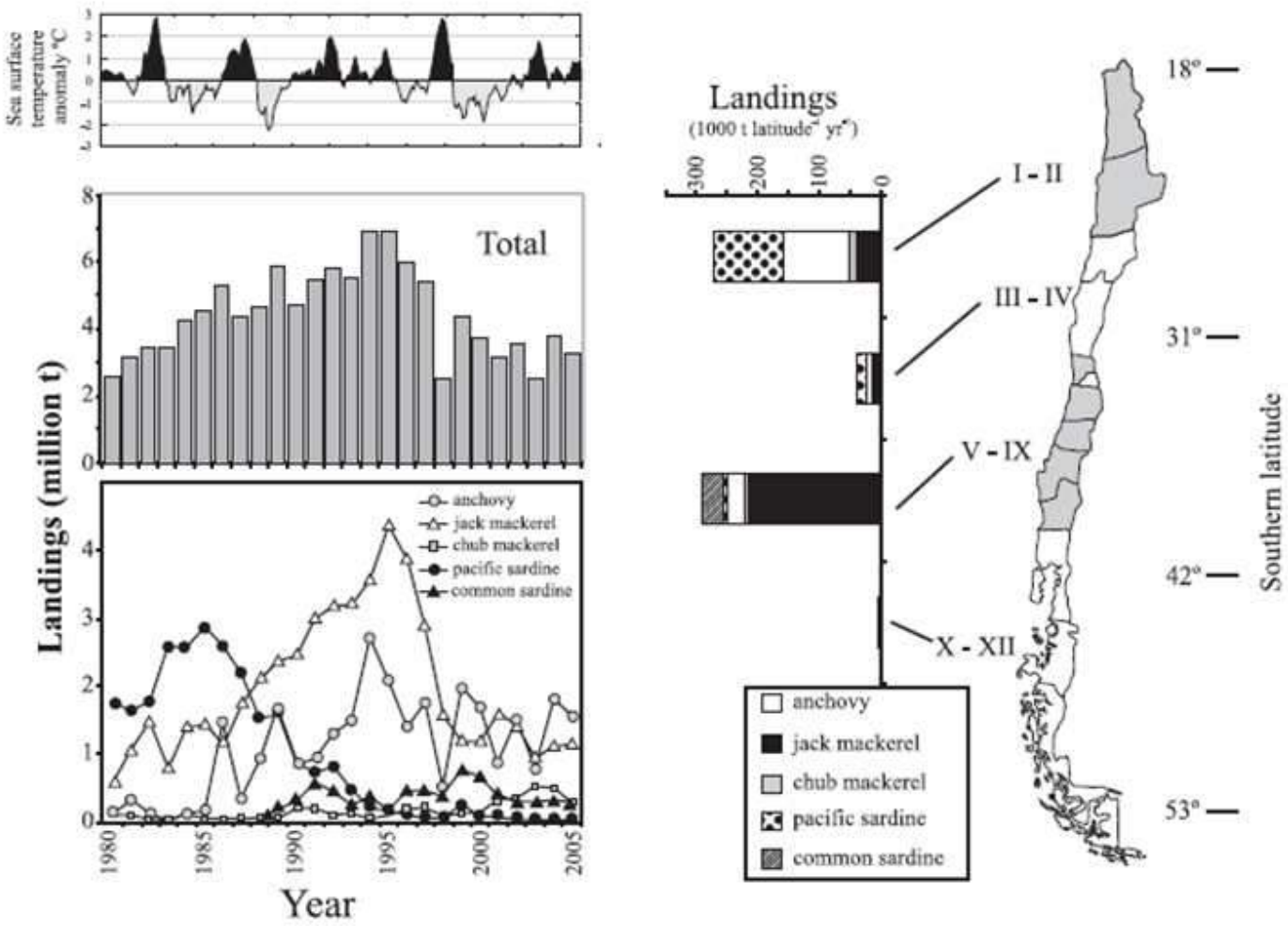
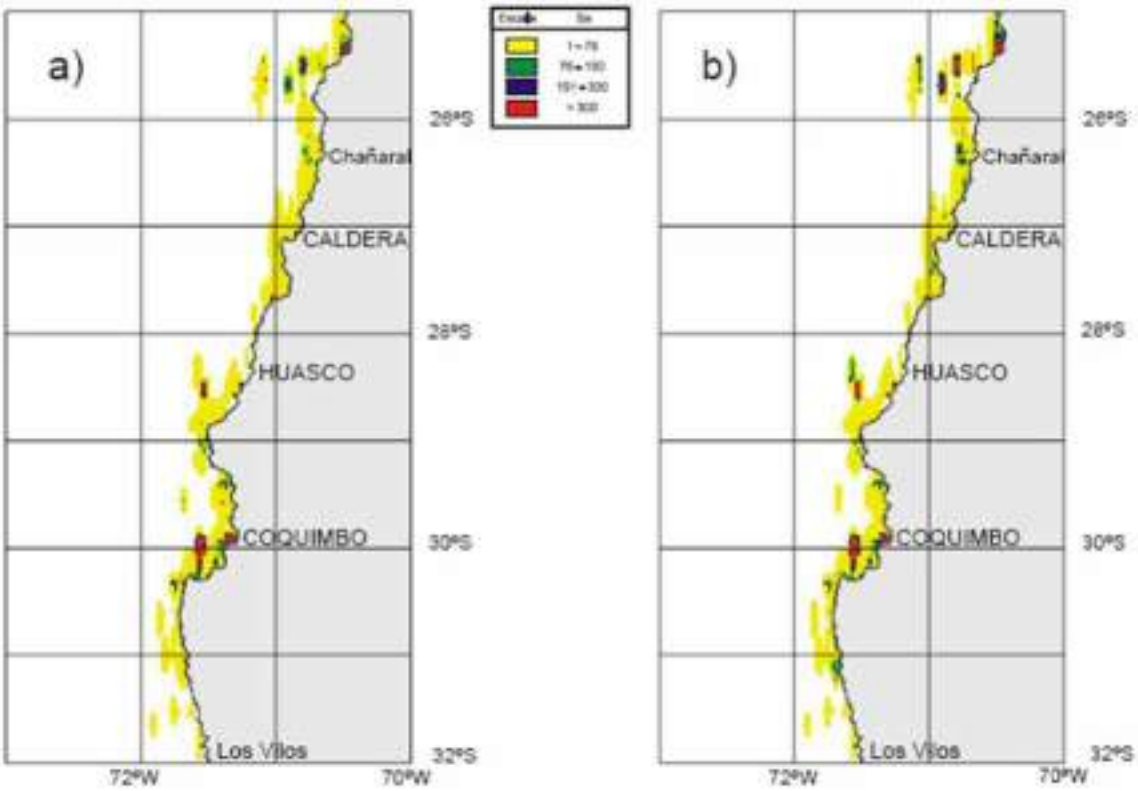


Figura 25: Contribución de las III-IV regiones a las pesquerías pelágicas de las 5 especies más importantes de la pesca con cerco según Thiel et al. (2007).

El resto de las especies de la ictiofauna representan a todos los recursos importantes de la pesca artesanal del litoral central y norte (ver Anexo II). Considerando la alta biomasa

Figura 26: Densidad acústica (a) de reclutas; y (b) de adultos de la anchoveta Engraulis ringens en la zona centro-norte del país según el proyecto FIP 2007-03.



Invertebrados bentónicos

No existen todavía estudios de patrones de la distribución a nivel de especies para todos los grupos de invertebrados en aguas chilenas, pero según los resultados del FIP 2006-56, gran parte de la fauna bentónica del área es representativa del bentos de las costas desde Puerto Montt hasta Arica. Camus (2001) recopiló toda la información biogeográfica disponible sobre distintos grupos de invertebrados y sólo para los briozoos existe una separación de la composición de especies entre 28° y 32°S, lo que significa una fauna especial de briozoos en este sector. El resto de los grupos comprende las mismas especies entre los 18° hasta por lo menos los 30° S, lo cual significa que el bentos del área es representativo para el centro-norte del país. Camus (2001) llega a la conclusión que Coquimbo es un límite geográfico significativo para especies marinas en Chile.

Escribano et al. (2003) señalan un total de 1.597 especies de invertebrados presentes entre 18° y 55°S [*Porifera, Anthozoa, Polychaeta, Mollusca (Polyplacophora, Gastropoda, Bivalvia*), crustáceos (*Cirripedia, Amphipoda, Isopoda, Brachyura, Anomura*), *Echinodermata (Asteriodea, Ophiuroidea, Echinoidea, Holothuroidea), y Ascidiacea*] y Santelices (1980) indica 508 especies de macroalgas. Considerando esa información, las 158 especies de invertebrados representan el 10% de la fauna bentónica chilena.

En el bentos, por lo menos 10% de las especies cumplen un rol ecológico fundamental como bio-ingenieros (corales y esponjas), generando una alta diversidad de especies acompañantes. Dentro de estos bio-ingenieros destacan las colonias de gorgonias, presentes en forma de parches alrededor de cada isla. Aparte de ser especies vulnerables según la IUCN

y de su alta importancia ecológica, los jardines de gorgonias en los alrededores de las islas representan un atractivo para el ecoturismo de buceo. Lugares similares con arrecifes de gorgonias, anémonas de mar, otros corales y esponjas se encuentran en Chile por ejemplo, alrededor de Isla de Pascua, archipiélago Juan Fernández y en los fiordos australes.

Uno de los invertebrados bentónicos típicos del SCH es el loco *Concholepas concholepas*; el cual tiene un alto valor de mercado nacional e internacional. Los estudios de Castilla y Paine (1987) y de Stotz (1997) indican por un lado, su importancia ecológica como depredador tope del intermareal, y por otro lado, su importancia para la pesca artesanal. Según Thiel *et al*. (2007) el sector que rodea Punta Choros es una zona de alta retención de larvas de este molusco, abundante en toda la costa centro-norte (Figura 27) y además, de intensos reclutamientos. El área propuesta incluye un total de 18 áreas de manejo de este recurso (Anexo III)

Figura 27: Zonas de distribución y de retención de larvas de loco en la costa centro-norte, según Thiel et al. (2000).

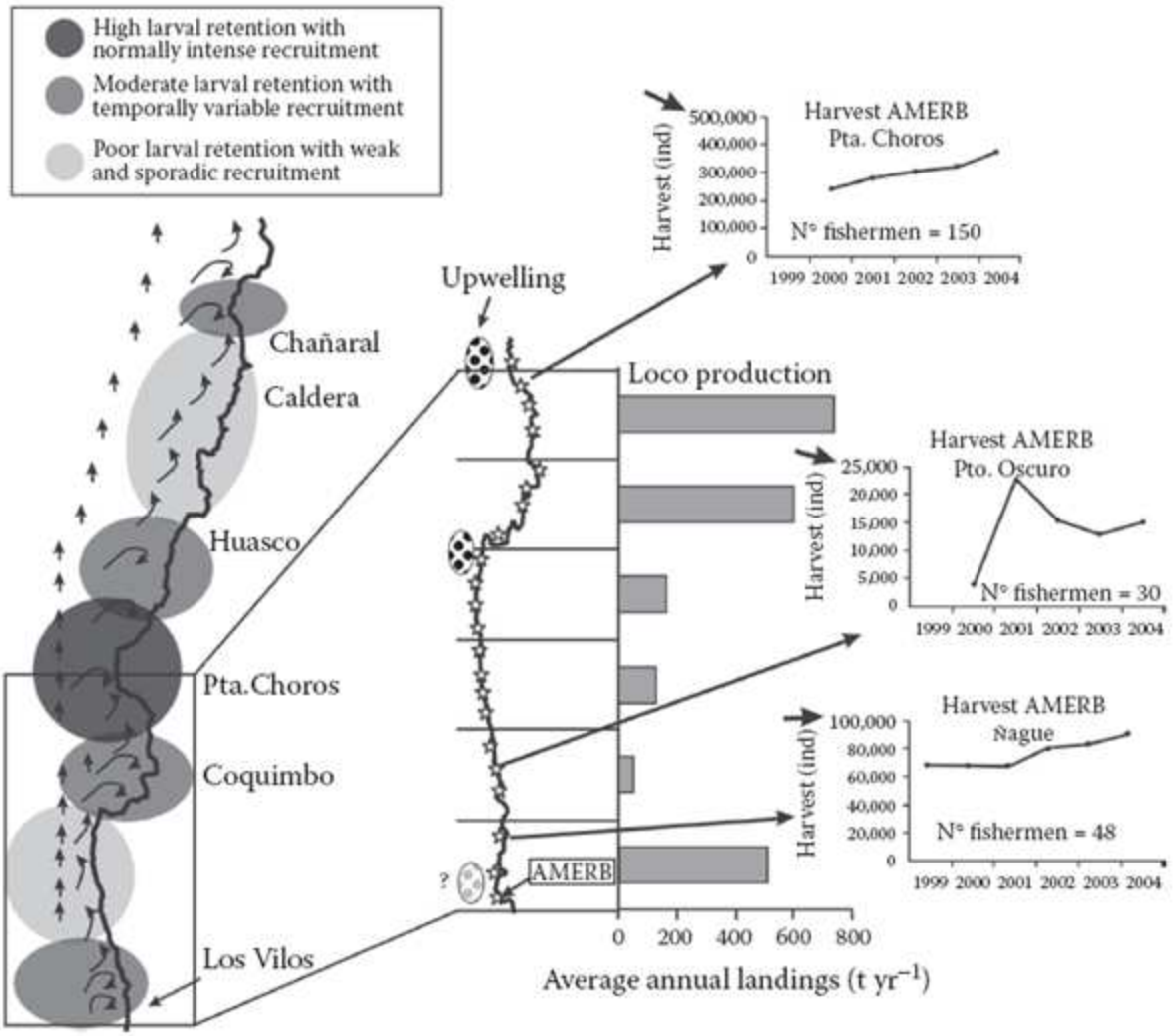


Figure 24 *Concholepas concholepas*: Variability of larval retention and recruitment along the coast of Regions III and IV, production (average of the period 1985–1995) along the coast of Region IV and harvests of three AMERBs located at coastal areas differing in production (note the scale of *y*-axis). (Figure adapted from J. González et al. (2004) and Stotz (1997)) Harvest data of AMERB obtained from SERNAPESCA (www.sernapesca.cl); stars show for Region IV the approximate locations of the AMERBs, 'Area de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos' (MEABR, Management and Exploitation Area for Benthic Resources).

Otros recursos bentónicos importantes del SCH y del área son las 3 especies de langostinos, *Pleuroncodes monodon*, *Cervimunida johni* y *Heterocarpus reedi*, distribuidos entre la I y VIII regiones. Ellas constituyen el recurso objetivo de la flota pesquera industrial, más que de la pesca artesanal. Sin embargo, los focos de abundancia de estos pequeños crustáceos en el área representan una biomasa inferior a otros lugares y regiones (FIP 2008-16). Por otro lado, ellos cumplan un rol importante como alimento para peces, mamíferos y aves marinos.

Aves

Las 122 especies de aves registradas en el área representan el 27% del total de especies del país. La alta diversidad de aves hace de este lugar un sitio muy representativo de la avifauna marina y terrestre de la zona centro-norte del país. Si a esto sumamos el hecho que durante los meses de invierno las especies de aves marinas australes utilizan esta zona como sitio de alimentación y crianza, esta área se convierte en un lugar prioritario para la conservación de las aves. Si bien las especies registradas en el área presentan, en general, un amplio rango de distribución geográfica, la presencia de las principales colonias de nidificación para el pingüino de Humboldt, yunco, piquero y otras aves marinas y terrestres hacen de este lugar único en las costas de nuestro país.

Mamíferos marinos

La presencia de 21 especies de mamíferos marinos y entre ellos, la colonia de delfines nariz de botella residente del área, convierten a la zona de la R. N. Pingüino de Humboldt en el *hot spot* más importante de la zona norte y central de Chile para la observación, estudio y conservación de estos taxones. En este sentido, sólo podría compararse con el Golfo de Corcovado en la X Región y el Parque Marino Francisco Coloane en la XII Región. Sin embargo, en relación a la observación de mamíferos marinos ninguno de los lugares antes mencionados poseen la riqueza y las condiciones ambientales de la zona de la bahía grande de Coquimbo, sumado además a que los demás sitios sólo son accesibles durante el verano. El área de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt presenta características como la antes mencionada riqueza de especies, pero además se debe sumar un clima templado y condiciones de navegación óptimas durante la mayor parte del año.

4.2.3 Representatividad de Especies de Importancia Ecológica

El área representa más de 10 especies para cada categoría de Especies de Importancia Ecológica propuestos por Oceana (sólo se encuentran menos para el fitoplancton, pero el número de estas especies parece estar subestimada dada la falta de información científica) y más del 50% de ellas son especies consideradas como vulnerables. Sin embargo, este porcentaje se genera por la alta presencia de grupos amenazados a nivel mundial como los cetáceos, los tiburones y las aves marinas.

Por otro lado, el WCS/WWF -en cooperación con el proyecto GEF Marino, la CONAMA y talleres con científicos y organizaciones ambientales- establecieron criterios para evaluar la importancia ecológica de especies, hábitats y áreas. En el último informe de estas ONG's sobre la identificación de áreas marinas y costeras en la Patagonia (Vila *et al*., 2010) se nombra un total de 53 especies (u objetos) de conservación. Entre ellos, de manera similar a esta propuesta de Oceana, se encuentran 12 especies de cetáceos, 20 especies de aves, 12 de peces y 9 especies de invertebrados. Dentro de cada grupo se encuentran

representantes con funciones ecológicas similares a aquellas especies nombradas en esta propuesta, incluyendo algunas especies presentes en el norte, como las ballenas, delfines y lobos marinos, el pingüino de Magallanes y el yunco de los canales, la merluza austral, la sardina fueguina, el chancharro, el langostino de los canales y corales de aguas frías (scleractinias), por nombrar los más importantes.

La tabla 18 presenta el resumen de las Especies de Importancia Ecológica del área. Aparte del alto porcentaje de especies vulnerables, se puede concluir que el área – rica en especies típicas de la zona centro-norte- representa una alta diversidad de funciones ecológicas de la vida marina en el SCH.

Tabla 18
*Representatividad de las 112 Especies de Importancia Ecológica para la Conservación (EIC) ordenadas por Categoría de Importancia:**

** En esta tabla se consideran, dentro de cada categoría, a las especies identificadas como de Alta Importancia Ecológica para la Conservación. Por lo tanto, algunas especies aparecen dentro de diferentes categorías según su rol ecológico.*

Categoría		Comentario	Número total de especies
Especies vulnerables	**VU**	8 especies de Mamíferos 40 Especies de Aves Krill (*Euphausia mucronata*), considera vulnerable a nivel mundial 3 especies de Langostinos (fuerte explotación pesquera) 18 especies de CONDRICHYTYES 6especies de peces pelagicos sobre-explotados	76
Especies de forraje	**FO**	Zooplancton: 9 especies de Copepodos, 1 especie de Krill dominante 5 especies de Peces: (anchoveta, sardina común, sardina española, jurel, merluza) Bentos: 3 especies de Langostinos	18
Especies bio-ingenieros	**BI**	4 especies de Macroalgas 15 especies de Hidrocorales - Esponjas	19
Productores primarios	**PP**	Biomasa significativa de fitoplancton con zona de retención al sur de islas Choros-Damas; Por lo menos 6 especies de microalgas importantes	6
Recurso pesquero	**RP**	3 especies de Invertebrados moluscos 3 especies de langostinos/camarones 6 especies de Peces	12

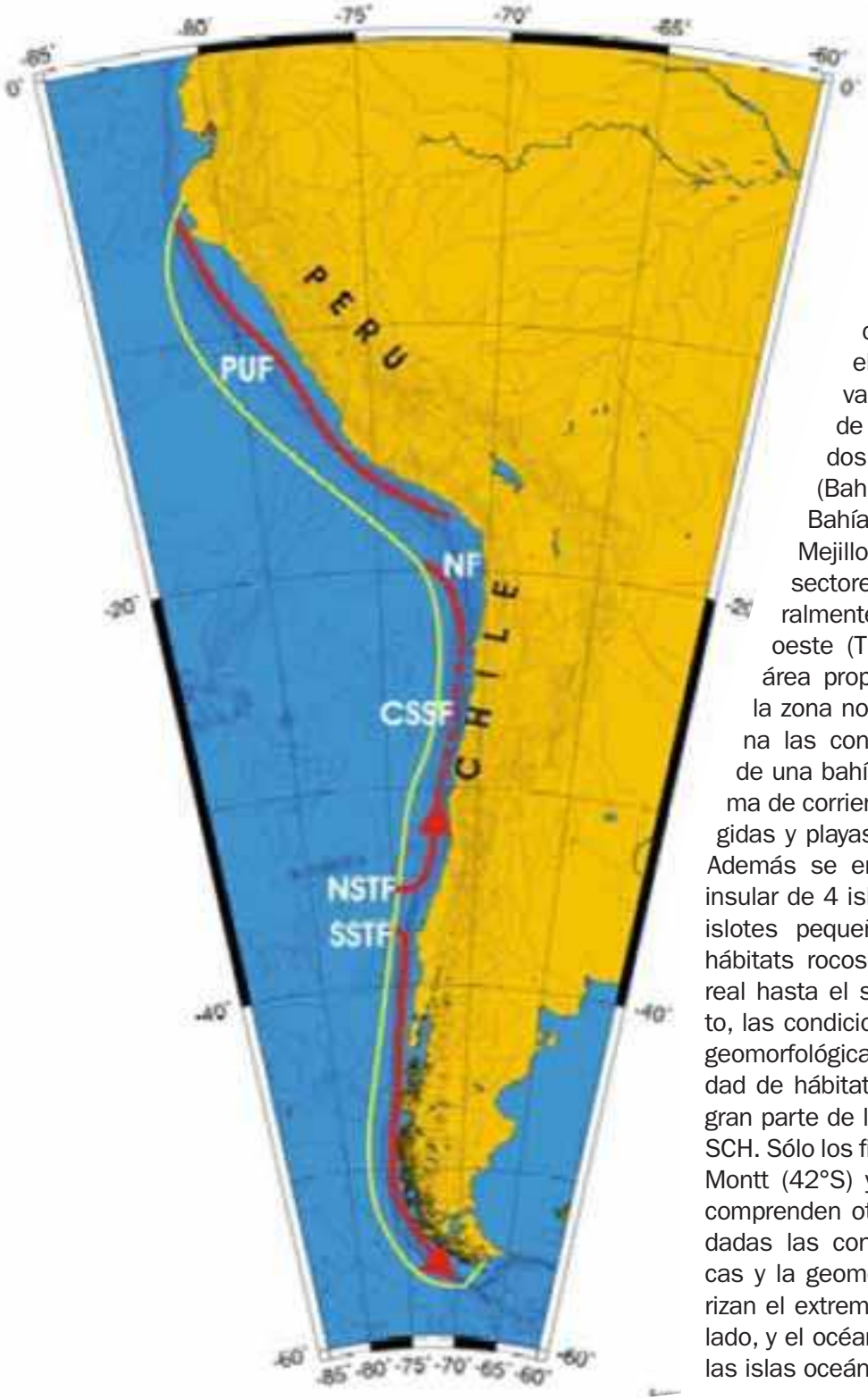
OCEANA

4.2.4
La Representatividad Ecológica de los Hábitats y del Área Total

El SCH comprende un área total de 2.619.386 Km^2. El área propuesta, de 3.445 km^2, se encuentra dentro del subsistema CSSF (*Chilean Shelf Slope Front* o Frente de la plataforma continental de Chile) (Figura 28: www.seaaroundus.org).

Figura 28: CSSF (*Chilean Shelf Slope Front* **o Frente de la plataforma continental de Chile)**

Figura 28: Sistemas grandes de corrientes marinas dentro del SCH (según www.seaaroundus.org)



La línea costera del CSSF se caracteriza por un borde costero extendiéndose generalmente en forma de una línea recta en dirección norte-sur, interrumpido por algunas bahías con su propio sistema de corrientes, afectando el transporte de larvas y el reclutamiento de peces e invertebrados entre los 40° y 18°S (Bahía de Concepción, Bahía de Coquimbo, Bahía Mejillones), y en algunos sectores con costas generalmente expuestas al oleaje oeste (Thiel et al., 2007). El área propuesta corresponde a la zona norte del CSSF y combina las condiciones ambientales de una bahía con su propio sistema de corrientes, con playas protegidas y playas expuestas al oleaje. Además se encuentra un conjunto insular de 4 islas grandes y algunos islotes pequeños, donde dominan hábitats rocosos desde el intermareal hasta el submareal. Por lo tanto, las condiciones oceanográficas y geomorfológicas generan una diversidad de hábitats representativo para gran parte de la costa de Chile y del SCH. Sólo los fiordos al sur de Puerto Montt (42°S) y las islas oceánicas comprenden otros tipos de hábitats dadas las condiciones oceanográficas y la geomorfología que caracterizan el extremo sur de Chile por un lado, y el océano profundo rodeando las islas oceánicas por otro lado.

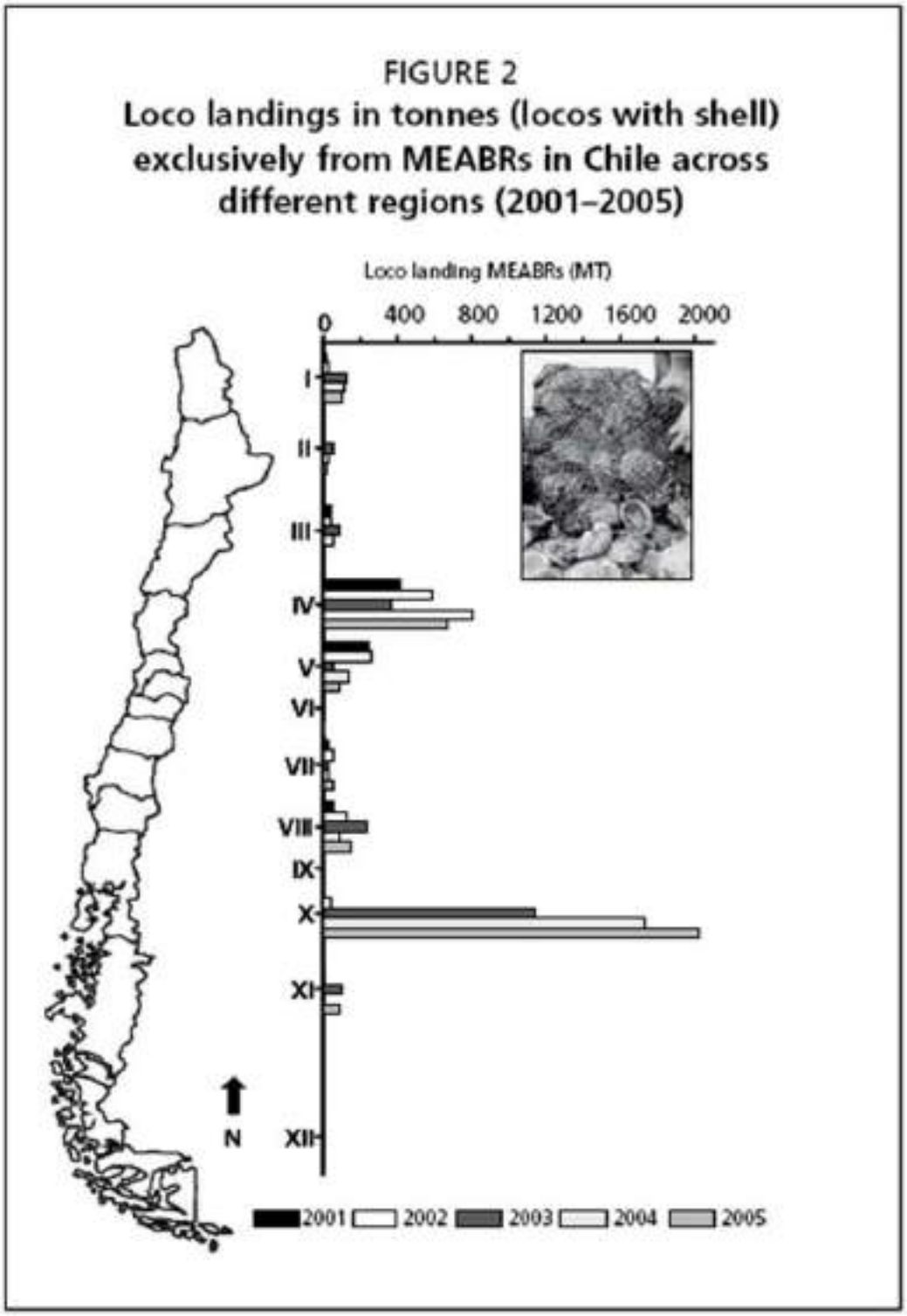
Las ecosistemas marinos del SCH se caracterizan por la presencia de hábitats críticos para 4 especies de peces pelágicos (la anchoveta, la sardina, el jurel y la caballa) aportando el 20% de las capturas de peces pelágicos en el mundo (Sea Around Us, 2007) y en el área propuesta estos peces también se encuentran en biomasas notables, donde destaca la abundancia de la anchoveta. Considerando que las condiciones bióticas (temperatura, salinidad y alimento planctónico) favorecen la presencia de adultos, larvas y reclutas, el área se puede denominar un hábitat crítico para la anchoveta. Más aún, considerando que la presión pesquera es menor en comparación a otros sectores del CSSF, toda el área entre la isla Chañaral y Coquimbo se puede considerar como un hábitat importante para la anchoveta, la que a su vez mantiene a sus depredadores que se encuentran también en gran abundancia (como los pingüinos, otras aves y algunas especies de mamíferos y peces carnívoros). La biomasa de la anchoveta es quizás fundamental para mantener la biomasa de estos recursos en sectores vecinos que son explotados.

Otra característica del SCH es la abundancia de mamíferos y aves marinas (Arntz & Fahrbach, 1991) y entre ellos destaca la presencia de las aves guaneras (*Phalacrocorax bougainvillii*, *Sula variegata* y *Pelecanus thagus*) y la presencia de grandes poblaciones de pingüinos, como el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), esta última especie endémica del SCH (Weichler et al., 2004). El área, con sus islas, ofrece el espacio adecuado para la nidificación y la riqueza de alimento en los alrededores, y constituye el hábitat ideal para mantener exitosamente las poblaciones de estas aves, lo cual explica la presencia de las poblaciones más grandes del pingüino de Humboldt en todo el SCH y la riqueza de aves marinas en comparación con otros sectores del CSSF. La avifauna del área representa el 27% de las especies de aves marinas presentes en Chile. La presencia de colonias de lobos marinos es otra característica del área, siendo éstos depredadores tope del SCH, similar a los pingüinos, en relación a la alta abundancia.

Dentro de los hábitats bentónicos destacan los sectores con fondos duros. Desde el intermareal hasta el submareal de las islas y de la costa se encuentran numerosos sectores con bosques de macroalgas, representando el hábitat más destacado las costas rocosas expuestas del CSSF (Ojeda y Santelices, 1984), dado su importancia ecológica (Dayton, 1975a). En estos sitios se encuentra también el loco *Concholepas concholepas*, recurso bentónico objetivo de la pesca artesanal en la costa central hasta el norte, siendo las capturas de la IV Región -en gran parte generado en el área entre islas Choros-Damas hasta Caleta Hornos- un porcentaje alto de las capturas anuales del país y el 60% de toda la región (Castilla y Gelcich, *FAO Fisheries Technical paper*, 2008, pp. 441-451; Figura 29).

Otro hábitat de bio-ingenieros son las plataformas rocosas alrededor de las islas con sus jardines de gorgónidos y otros corales, acompañados generalmente por anémonas de mar y esponjas, siendo este hábitat más conocido en los alrededores de la Isla de Pascua o del Archipiélago de Juan Fernández. Probablemente aún no han llamado la atención por no presentar un valor económico, sin embargo en el caso de los gorgónidos, son especies caracterizadas como “vulnerables” según IUCN y su hábitat representa un elemento típico de ecosistemas marinos vulnerables. En otros lugares a lo largo de la costa chilena, con presencia de bancos o jardines de corales, existe una fuerte amenaza por parte de la pesca de arrastre industrial, como por ejemplo en el Bajo O´Higgins, los montes submarinos alrededor de Juan Fernández, o en la plataforma continental del extremo sur.

Figura 29: Capturas de loco (Concholepas concholepas) en AMERBs (mil toneladas) a lo largo de la costa chilena según Castilla y Gelcich, FAO fisheries technical paper, 2008, pp. 441-451



Finalmente, para evaluar la representatividad e importancia del área para la conservación y un manejo sustentable de la diversidad marina y sus recursos, se debe analizar la representatividad del área a una escala global que permita una valorización de la importancia de las especies presentes y sus hábitats para los ecosistemas marinos en general y no sólo dentro de una (eco) región o del país; más aún teniendo en cuenta que el área forma parte del ecosistema del SCH. Oceana, por su parte, propone una evaluación sumando los criterios aplicados a nivel de especies y de hábitats en la caracterización de Áreas Importantes para la Conservación (AIC's), considerando que los ecosistemas están conectados o por lo menos relacionados (por ejemplo bajo la influencia de un sistema de corrientes como en el SCH), no son homogéneos, presentan variaciones de diversidad, productividad o de la estructura de hábitats presentes. Como señalan Lubchenco *et al.* (2003), los beneficios de una reserva marina deben incluir la protección de hábitats, la conservación de la biodiversidad, la protección de los servicios ecológicos, la recuperación de poblaciones y especies sobre-explotadas, exportar individuos a áreas explotadas y también asegurar el ambiente para las ciencias, la educación, recreación e inspiración.

Creemos que el área propuesta representa y reúne todas las características mencionadas anteriormente. Aplicando 12 categorías para valorizar la importancia ecológica para la conservación, el sector comprendido entre isla Chañaral e islas Pájaros, comprende hábitats que representan todas estas categorías (excepto la presencia de un estuario grande).

OCEANA

Tabla 19

Áreas de Conservación Propuesta Oceana	Justificación	La Higuera - Chañaral
Sustratos duros de alta complejidad de estructuras - arrecifes rocosos	Fundamental para mantener la presencia de especies de bio - ingenieros (invertebrados) como corales/ esponjas y su fauna acompañante y mantener la diversidad	Alrededor de las plataformas de las islas Chañaral, Choros-Damas y Pájaros
Habitats de macroalgas (bosques)	Importante como Áreas de Crianza para especies de distintos niveles tróficos	Alrededor de las plataformas de las islas Chañaral, Choros-Damas y Pájaros y en gran partes de las playas
Habitats de especies sobre explotadas	Conservación y/o recuperación de especies con importancia económica	Hábitat de los fondos arenosos de 3 especies de langostinos
Habitats críticos de depredadores tope (mamíferos-aves-tiburones)	Proteger y/o conservar y/o recuperar especies clasificadas como amenazadas o en peligro de extinción	Al norte de isla Chañaral y entre Choros-Damas hasta isla Pájaros
Zonas de surgencia	Garantizar la alta riqueza de nutrientes y el funcionamiento de todos los elementos de las cadenas tróficas	Frente a Punta Choros
Habitats y agregaciones de especies de forraje	Garantizar la fuente alimenticia para los depredadores topes (vertebrados/ invertebrados) y recursos marinos	Todo el área
Corredores de migración de depredadores tope (mamíferos-aves-tiburones)	Esencial para la reproducción y el reclutamiento	Todo el área
Áreas de agregaciones de depredadores topes (áreas reproductivos y/o de alimentación)	Proteger y/o conservar y/o recuperar especies clasificadas como amenazadas o en peligro de extinción	El sector entre Choros-Damas hasta Coquimbo
Estuarios	Proteger y conservar la riqueza biológica de especies (de aguas saladas hasta aguas dulces). Se consideran los estuarios como los habitats más productivos del mundo	No hay
Áreas de alta diversidad	Protección y conservación de especies (gen pool/reproductores)	Todo el área en el pelágico y los sustratos de fondos duros de las islas y de las playas
Áreas de alta producción primaria	Proteger y/o conservar y/o recuperar áreas de alta riqueza de nutrientes que garantizan el funcionamiento de todos los elementos de las cadenas tróficas	Todo el área
Áreas de alta biomasa de infauna	Proteger y/o conservar y/o recuperar especies importantes como alimento para especies bentónicas y/o bento demersales	Información no disponible

4.3 EXCLUSIVIDAD

El sistema marino constituido por las islas Choros,-Damas y Chañaral, ubicado en las comunas de La Higuera (IV Región) y Freirina (III Región), es un sistema representativo de la zona de transición templada del Sistema de la Corriente de Humboldt (SCH) y posee numerosas características que lo hacen particularmente interesante para desarrollar iniciativas de conservación en la costa de Chile:

1) Físicamente se encuentra en una zona donde hasta ahora el impacto de la actividad antrópica es limitado, al no existir grandes centros urbanos o industrias en sus cercanías.

2) Es el hábitat de numerosas especies emblemáticas y amenazadas (IUCN, 2006) como el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus)*, el chungungo (*Lontra felina)*, el yunco (*Pelecanoides garnotii)* y la especie emblemática, el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti).*

3) Es un área afectada por una surgencia permanente, y por lo tanto altamente productiva.

4) Es una zona con altas densidades, tasas de retención y reclutamientos de larvas de especies de gran importancia comercial y comunitaria como la anchoveta *Engraulis ringens* y el loco *Concholepas concholepas*,

5) Es una de las zonas con mayores tasas de desembarque de pesquerías bentónicas de la región, responsable del 60% del desembarque de loco de la IV Región,

6) Es un área de interés turístico, con visitantes concentrados durante el período estival, y que posee gran potencial para el desarrollo de actividades eco-turísticas, considerando el aumento exponencial del número de visitantes en los últimos años, los que han llegado a cerca de 30.000 en el 2009 según la Corporación Nacional Forestal (CONAF).

7) Existen comunidades de pescadores en el sector que dependen tanto de las actividades pesqueras como de los ingresos obtenidos a partir de las actividades turísticas.

La mayor porción terrestre de las islas constituye la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, administrada por CONAF. La falta de protección marina hasta hace poco era una amenaza para numerosas especies como el chungungo, el pingüino de Humboldt y otras especies de aves marinas, que utilizan los ambientes terrestres para sus madrigueras y nidos, y la porción marina para actividades como alimentación y reproducción. La reciente declaración de la “Reserva Marina Islas Choros-Damas” y de la “Reserva Marina Isla Chañaral”, bajo la tuición de Sernapesca, constituye un gran aporte para conservar la estructura de las comunidades marinas representativas del SCH, ayudar al manejo y recuperación de numerosos recursos bentónicos (como por ejemplo el loco, lapa y el erizo rojo) y proteger especies emblemáticas como el delfín nariz de botella, el chungungo y el pingüino de Humboldt.

Hasta la fecha, el Área Marina y Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) Isla Grande de Atacama, con una superficie marina de 3.549 ha (35,49 km^2) es la única contribución de Chile a la conservación de ecosistemas marinos del SCH. Actualmente sólo un 0,1% de la superficie de 2,5 millones de km^2 del SCH se encuentra protegido, encontrándose la mayor contribución en Perú, donde en el año 2009 se creó la tercera AMCP del país y la primera AMCP con la Reserva Nacional

"Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras", un área de 140.833 ha (1.408 km^2) con un total de 22 islas o grupos de islas y 11 cabos o puntas y sus alrededores.

El AMCP-MU La Higuera/Isla Chañaral será entonces la AMCP más grande del SCH y aumentará la superficie de conservación de estos ecosistemas marinos únicos del mundo en su riqueza y diversidad a un 0,2%, convirtiéndose en la AMCP-MU más grande de todo el sistema (Tabla 20). En este sentido, la creación de la AMCP-MU La Higuera/Isla Chañaral será una contribución importante por parte del Estado chileno a la conservación de los ecosistemas y, por otro lado, ayudará a cumplir el compromiso de conservar al año 2012 un 10% de la superficie marina según los acuerdos alcanzados a partir de la Convención de Diversidad Biológica.

Esta área es una de las más importantes del gran ecosistema de la corriente de Humboldt (*Large Marine Ecosystem, LME*), que ha sido definido como uno de los 10 LME con alta prioridad para ser protegido en el mundo (Boersma et al. (2004).

Desde el punto de vista biológico/ecológico y pesquero el área destaca por ser un ecosistema marino autosustentable: hay índices que revelan que las biomasas de especies claves e importantes como la anchoveta o el loco representan poblaciones independientes de aquéllos distribuidos más al norte o sur del área, dada la retención de nutrientes al sur de las islas Choros-Damas (C. Gaymer/UCN, *comm. pers*.). La existencia de poblaciones separadas dentro del área se confirma por la alta abundancia de larvas y de reclutas de la anchoveta y de loco (ver Figuras 26 y 27). Además se puede asumir que la riqueza planctónica y el reclutamiento de la anchoveta en el área sustenta otras poblaciones de adultos más al norte o al sur, donde existe una fuerte presión pesquera sobre este recurso y por lo cual el área destaca como un hábitat crítico de peces de la zona centro-norte del país, considerando el rol fundamental de esta especie en la cadena trófica pelágica.

El área ofrece una diversidad de especies mucho mayor que el único AMCP-MU chileno dentro del SCH de la Isla Grande de Atacama, especialmente de aves y mamíferos marinos (Tabla 21). Sin embargo, la dimensión de la AMCP-MU Isla Grande de Atacama es mucho menor que el área propuesta, especialmente en lo que respecta a la parte marina.

Área	Superficie (Km2)	% de superficie del SCH (2.500.000 km2)
Propuesta AMCP-MU La Higuera	3445	> 0,1 (0,13)
AMCP-MU Isla Grande de Atacama	35	< 0,001 (0,0014)
CHILE total		
AMCP-MU Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras	1408	> 0,1 (0,56)
Área Marina conservada total (con un AMCP-MU La Higuera / Chañaral)	4888	0,2

Tabla 20: Contribución de AMCP's a la conservación marina del SCH

Tabla 21: Comparación AMCP-MU La Higuera – Isla Grande de Atacama

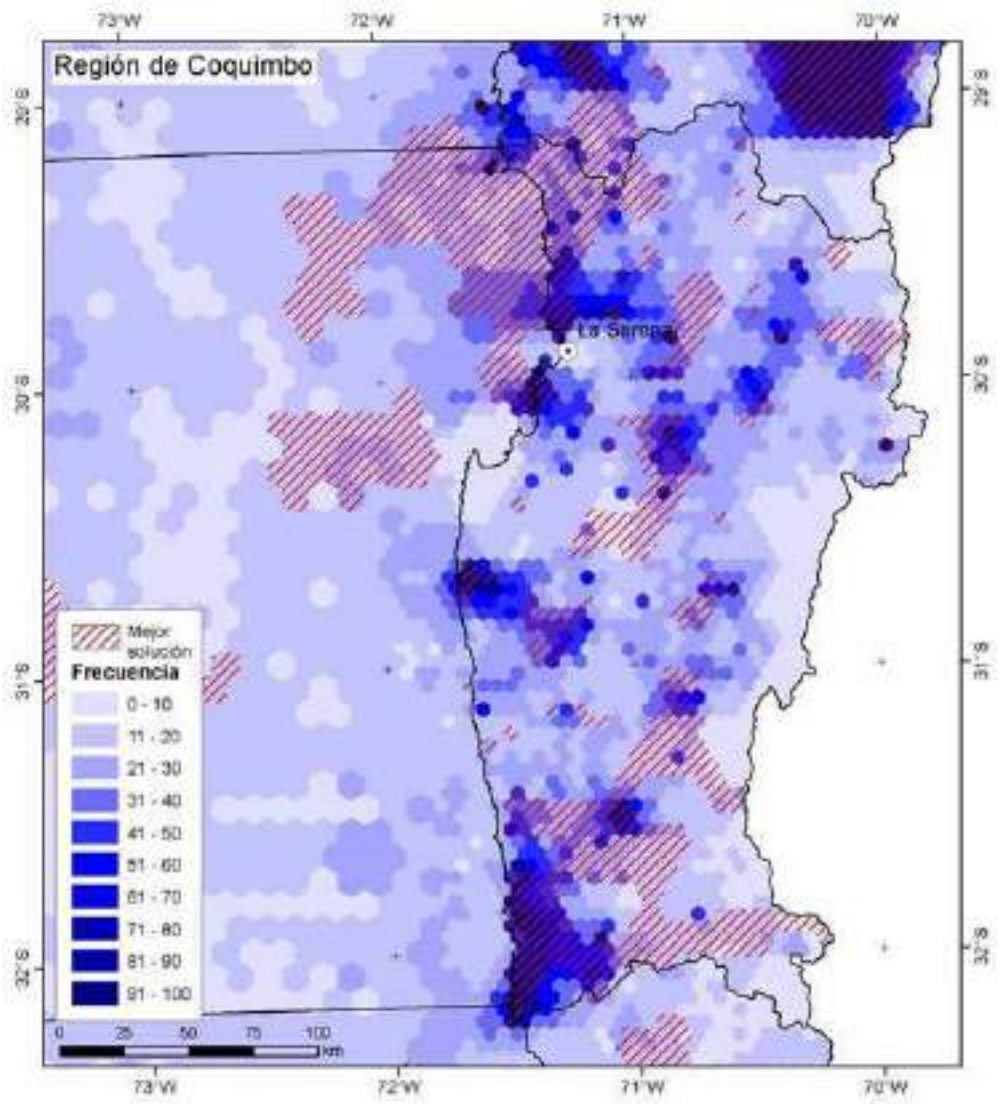
	Propuesta AMCP-MU La Higuera	AMCP-MU Isla Grande de Atacama
Superficie marina	344.500 ha 3445 km^2	3.549 ha 35 km^2
Especies bentónicas (invertebrados, macroalgas, peces)	255	164
Aves marinas y terrestres	122	85
Mamíferos marinos	21	3

El área se caracteriza no sólo por una alta diversidad de aves y mamíferos marinos, sino por el alto porcentaje de especies vulnerables, algunas incluso declaradas en peligro de extinción en ambos grupos, donde destaca la existencia de la colonia más grande del mundo del pingüino de Humboldt. Además será la única AMCP-MU de todas las áreas de conservación marina del país (incluyendo reservas naturales) donde se reúne la presencia de especies importantes para la conservación con la abundancia de recursos pesqueros de importancia, lo cual transforma el área en una zona de alto valor socio-económico.

Cabe señalar que el recién redactado informe final del proyecto "Estudio de Análisis de Omisiones y Vacíos de Representatividad en los Esfuerzos de Conservación de la Biodiversidad en Chile (GAP-Chile 2009)", elaborado por un equipo de científicos multidisciplinarios de la Corporación Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB) selecciona -dentro de la IV Región de Coquimbo- al área de esta propuesta como una zona prioritaria para formar parte de un sistema de áreas protegidas desde el norte al sur del país (Squea *et al*., 2010). La importancia de estos resultados radica en que éstos son el respaldo estadístico de esta propuesta de AMCP-MU, considerando que los científicos aplicaron el programa computacional Marxan (actualmente usado para este tipo de análisis a nivel mundial y también en el GEF Marino) sobre una amplia base de datos tanto de especies como de hábitats marinos y terrestres en todo el país (Figura 30). Los resultados de este tipo de análisis respetan el hecho de que dentro de una gran área (como un país/continente/océano), un sitio contiene el mayor número de objetos de conservación importantes (especies/hábitats) de la ecorregión que representa, con alta importancia de conservación en base a criterios ampliamente reconocidos, tales como las categorías propuestas por la IUCN.

Destaca que en un sólo sector, entre isla Chañaral y las islas Choros-Damas, se pueden observar ballenas, delfines, pingüinos y otras aves en conjunto, siendo este sector accesible desde cualquier caleta del área. En contraste, la AMCP-MU Isla Grande de Atacama o la AMCP Francisco Coloane en la Patagonia, poseen como atractivos turísticos a los pingüinos y/o ballenas, pero nunca en abundancias y frecuencias tan altas y en conjunto, como en el área propuesta. Además los arrecifes rocosos alrededor de cada isla con jardines de corales, anémonas de mar y peces representan un lugar único para el ecoturismo de buceo, comparable sólo con lugares como Isla de Pascua o el Archipiélago de Juan Fernández, ambos alejados de la costa chilena.

Figura 30: Propuesta de áreas prioritarias para ser protegidas en la IV Región (mejor solución) en base al programa de Marxan (resultado del proyecto GAP 2009, *Squea et al*. 2010)



4.4 Porción terrestre de playas y dunas en la costa continental

4.4.1 Antecedentes

Dada la presencia y alta importancia ecológica de las aves marinas, esta propuesta incluye – tal como se menciona en los capítulos anteriores- la fracción terrestre de islas e islotes, justificando estos lugares como parte de los hábitats críticos para la reproducción de aves y mamíferos marinos.

Además se solicita la incorporación de una franja costera frente al área marina donde existen varios sitios recomendados por los científicos como sitios prioritarios de conservación y complejos de dunas. Estas dunas poseen una alta importancia ecológica y además representan una zona de protección natural del borde costero, absorbiendo directamente la energía de las olas del mar y de los vientos -contribuyendo así a disminuir el efecto

de la erosión- y aportando, a su vez, arena a las playas.

Aparte del valor ecológico, la incorporación de una porción terrestre significa una zona importante de amortiguación para una futura AMCP-MU. El concepto de zona de amortiguación alrededor de áreas protegidas se encuentra mencionado en el numeral iv del "Protocolo Para la Conservación y Administración de las Áreas Marinas Costeras del Pacífico Sudeste (1989)", firmado por Chile en Paipa, Colombia, y promulgado a través del Decreto N° 827 del año 1995. En este protocolo se indica como obligación de los países firmantes el establecimiento de "Zonas de Amortiguación alrededor de las áreas protegidas", con el objeto de excluir actividades que puedan producir daño a sus valores ambientales.

Información acerca de la Biodiversidad y Ecosistemas Terrestres de la Región de Coquimbo se encuentra en la publicación de Cepeda-Pizarro *et al.* (2000), y Squeo *et al.* (2001), a su vez, redactaron el "Libro Rojo de la Flora de la Región de Coquimbo y de los Sitios Prioritarios para su Conservación". Posteriormente Squeo *et al.* (2008) publicaron el "Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama", una iniciativa financiada por el Gobierno Regional de Atacama, bajo la responsabilidad de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) asociada con el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) y la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). En este documento se indican los antecedentes y argumentos principales para luego identificar sitios prioritarios para la conservación en la Región de Atacama, incluyendo un catálogo de especies de la flora y fauna.

Finalmente, es importante destacar que la incorporación de una franja terrestre forma parte de los sitios prioritarios para una AMCP-MU, propuestos por CONAF-Sernapesca (Figura 1) y en la microzonificación aprobada por la CRUBC y la CNUBC, de la cual se entregan más antecedentes en el capítulo de aspectos socioeconómicos.

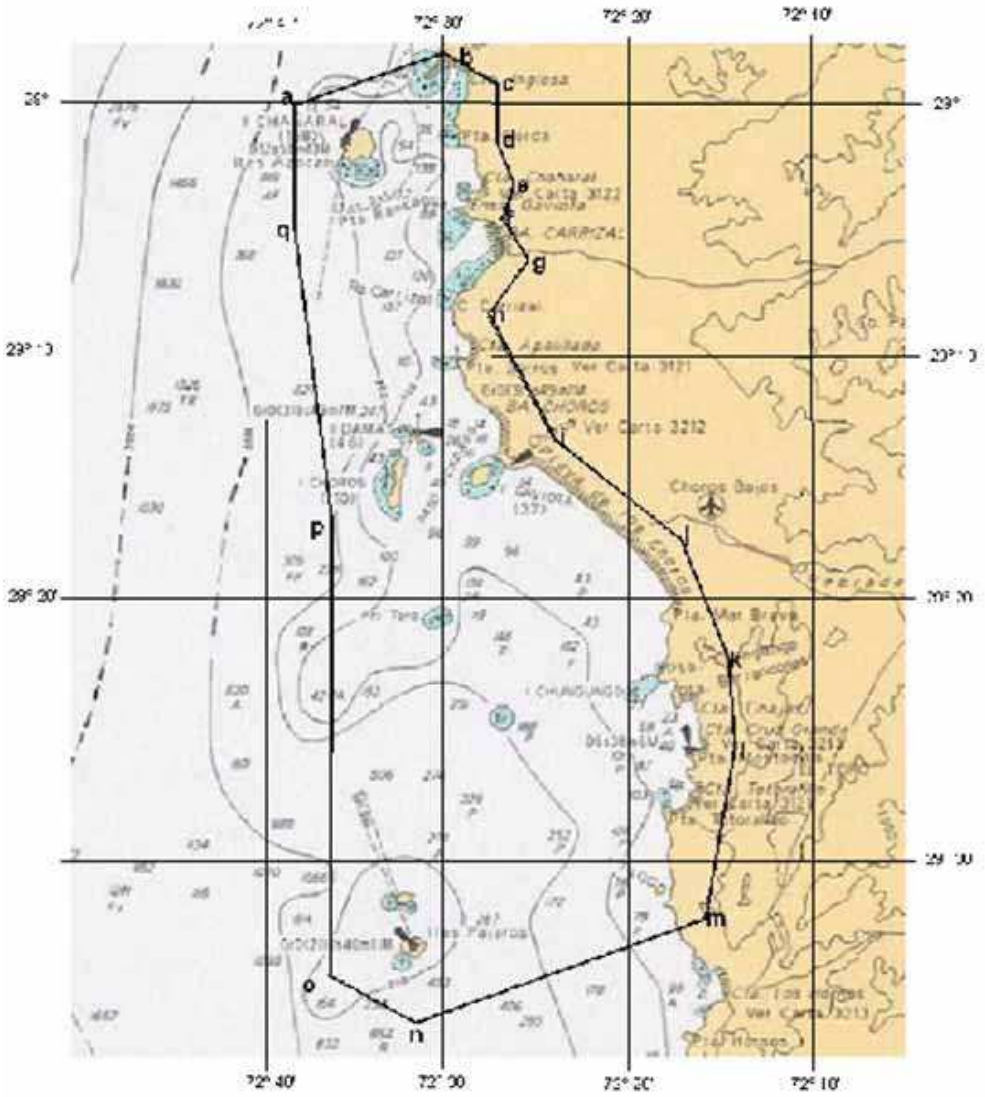
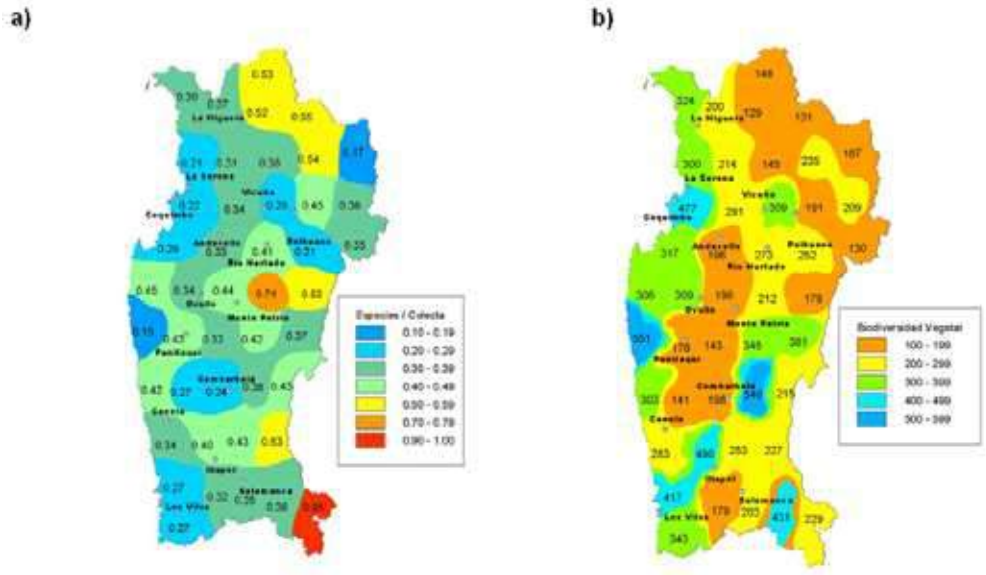


Figura: Área propuesta para una AMCP-MU por parte de la CONAF-SERNAPESCA.

Diversidad de Especies y Hábitats

La justificación ecológica para la incorporación de la franja costera terrestre se basa principalmente en la diversidad de la flora terrestre, sin embargo, también se encuentran diversas especies de animales (por lo general aves y roedores pequeños) y también se han registrado 8 especies de reptiles, todos ellos considerados con problemas de conservación. Squeo *et al.* (2001) indican la presencia de 324 especies de plantas vasculares nativas en el borde costero de la comuna de La Higuera (Figura 2) y, entre ellos, el 19% tiene problemas de conservación. La zona sur de la Región de Atacama posee un 5 a 10% de especies de plantas con problemas de conservación y una alta concentración de endemismos (Letelier *et al*., 2008) y destaca su fauna de vertebrados (Ramírez de Arellano *et al*., 2008). En esta zona, el sitio prioritario Carrizalillo forma parte del portafolio de conservación para Atacama (Squeo *et al.,* 2008).

Figura 2: Biodiversidad vegetal y especies con problemas



de conservación en la IV Región Squeo et al. (2001).
a) Número de especies vegetales / Número de colectas en áreas de 900 km2
b) Biodiversidad vegetal

Flora

Según Cavieres *et al.* (2001) el sector entre el Cerro Juan Soldado y Punta de Choros representa un 73% de las especies de plantas endémicas de Chile y un 8% de las plantas endémicas de la Región de Coquimbo.

La flora terrestre de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt destaca con 58 especies, de las cuales 12 tienen el límite norte o sur de su distribución geográfica en estas islas (Arancio & Jara, 2007). Además, el 28% de las especies presentan problemas de conservación, tres de ellas están en la categoría "en peligro" (*Alstroemeria phillippii*, *Chorizanthe franquenioides* y *Solanum albiflorum*) y 13 "vulnerables" (Arancio & Jara, 2007 y Squeo *et al.,* 2001). Entre las especies endémicas de la Región de Coquimbo, con muy alto riesgo de extinción -"en peligro"- se encuentran la varilla *Adesmia littoralis*, la *Calceolaria picta* y el lucumillo *Myrcianthes coquimbensis*.

Fauna

Estudios sobre la diversidad de la fauna en los complejos de dunas son entregados por el proyecto FPA-04-007-05 de la Universidad de La Serena. Para el complejo de dunas de Los Choros se indican que las aves contribuyen con el 81% de las especies presentes, los mamíferos con un 11% (con 17 especies) y los reptiles con el 8% de las especies (Zuleta & Hiriat; ver citación dentro de la Figura 6). Las 8 especies de reptiles presentes (*Liolaemus atacamensis, Liolaemus nitidus, Liolaemus lemniscatus, Liolaemus zapallarensis, Callopistes palluma, Homonota (=Garthia) gaudichaudii,* y *Tachymenis chilensis)* se encuentran en estado vulnerable según el listado de IUCN. De acuerdo a la CONAMA, en toda la Región de Coquimbo se encuentran 21 especies de reptiles.

Según la CONAMA (CD de educación ambiental en la Región de Coquimbo), en la IV Región existen cerca de 63 especies de mamíferos, de los cuales 8 son endémicos (mayoritariamente roedores) y cinco introducidos. La CONAMA señala que el estado de conservación de los mamíferos es preocupante ya que en la categoría "en peligro de extinción" se encuentran las especies Chinchilla chilena (*Chinchilla lanigera*), zorro culpeo (*Pseudalopex culpaeus*), zorrro chilla (*Pseudalopex griseus*), chungungo (*Lutra felina*), gato colo-colo (*Felis*

colocola), gato montés (*Felis guigna*), guanaco (*Lama guanicoe*) y el ratón topo (*Chelemys megalonyx*).

Para el sistema de dunas y el humedal de La Boca, Zuleta & Hiriat nombran la presencia de 11 especies de mamíferos, más 6 especies de micromamíferos. Entre ellos, destaca el zorro culpeo *Pseudalopex culpaeus* que es el segundo cánido vivo más grande de Sudamérica y el zorro mas grande de Chile. Actualmente se encuentra protegido por la Ley de Caza y es considerada una especie benéfica para el equilibrio de los ecosistemas naturales. Según la CONAMA, su estado de conservación es "Inadecuadamente Conocido" y, por otro lado, se encuentra "en peligro de extinción". Otras especies fuertemente amenazadas y presentes en la costa son el guanaco, la chinchilla y el ratón topo, como se mencionó anteriormente.

En resumen, se puede concluir que en la franja costera –según los datos de la III Región- se encuentran por lo menos 4 especies de Alta Importancia Ecológica de mamíferos con estado de conservación "en peligro", más las 8 especies de reptiles.

4.2.3 Especies de Importancia Ecológica para la Conservación

Considerando que rol el de las plantas terrestres es similar al de las microalgas y zooplancton, los conceptos propuestos para la categorización de Especies de Importancia Ecológica para la Conservación en el ambiente marino, se puede aplicar efectivamente a las especies terrestres de la flora y fauna también. Además, se debe considerar que un número importante de las plantas vasculares son endémicas de la zona norte y que, por otro lado, muchas de ellas se encuentran con problemas de conservación, siendo este último un criterio importante para destacar el valor de su conservación y protección.

Especies de Plantas de Importancia Ecológica para la Conservación

Tabla 1a. Listado de especies de plantas vasculares en categoría "en peligro de extinción" en la Región de Coquimbo y presentes en la provincia de Elqui (basado en Squeo et al,. 2001).

Forma de vida	Nombre cientifico		Nombre comun
A	*Viola aurata*	Phil.	Escarapela
H	*Calceolaria picta*	Phil.	Argüenita pintada
H	*Galium leptum*	Phil.	
H	*Peperomia doellii*	Phil.	Congonilla
K	*Eriosyce kunzei*	(C.F.Först.) Katt.	Viejito
K	*Eulychnia breviflora*	Phil.	Copao
S	*Adesmia littoralis*	Burkart	Varilla
S	*Chorizanthe frankenioides*	J.Remy	Sanguinaria
HS	*Dennstaedtia glauca*	(Cav.) C.Chr. ex Looser	Helecho
F	*Atriplex coquimbana*	Phil.	
F	*Balsamocarpon brevifolium*	Clos	Algarrobilla
FT	*Monttea chilensis*	Gay	Uvillo
F	*Myrcianthes coquimbensis*	(Barnéoud) Landrum et Grifo	Lucumillo
F	*Senecio coquimbensis*	Phil.	
F	*Skytanthus acutus*	Meyen	Cuerno de cabra
F	*Verbesina saubinetia*	Klatt	
T	*Caesalpinia spinosa*	(Molina) Kuntze	Tara
T	*Drimys winteri*	J.R.Forst. et G. Forst	Canelo
T	*Prosopis flexuosa*	DC.	Algarrobo dulce

T= Árbol, F= Arbusto, S= Sufrútice, K= Cactácea, H= Hierba perenne, A= Hierba anual.

de especies consideradas vulnerables y/o con problemas de conservación y la importancia de zonas de amortiguación para una AMCP-MU, podemos definir 4 áreas de importancia ecológica dentro de la franja costera:

	Nombre cientifico	Nombre comun	Estado de conservacion	Fuente
Reptiles	*Liolaemus atacamensis*		VU (segun IUCN)	Zuleta y Hiriat
	Liolaemus nitidus		VU (segun IUCN)	
	Liolaemus lemniscatus		VU (segun IUCN)	
	Liolaemus zapallarensis		VU (segun IUCN)	
	Callopistes palluma		VU (segun IUCN)	
	Homonota (= Garthia) gaudichaudii		VU (segun IUCN)	
	Tachymenis chilensis		VU (segun IUCN)	
Mamíferos	*Pseudalopex culpaeus*	*zorro culpeo*	EP (segun IUCN)	CONAMA
	Lama guanicoe)	guanaco	EP (segun IUCN)	
	Chinchilla lanigera	chinchilla chilena	EP (segun IUCN)	
	Chelemys megalonyx	ratón topo	EP (segun IUCN)	

Tabla 1b: Listado de especies de vertebrados con problemas de conservación.

En total podemos identificar a lo menos 19 especies de plantas vasculares de Alta Importancia Ecológica, dado que ellas se encuentran en peligro de extinción y además hay 4 especies de vertebrados. Sin embargo, estas cifras se refieren sólo a la flora y fauna de la franja costera continental de la IV Región, basado en los estudios existentes. En dicha región, sólo existen hasta la fecha estudios publicados sobre la composición de la flora pero no sobre la fauna terrestre, por lo que es imposible generar un listado de la composición de especies para cada sector o sitio dentro del área propuesto. Sin embargo, los científicos señalan que existe una flora muy similar entre las regiones II y IV (Squeo *et al*., 2008) y por eso se puede asumir que la mayoría de las especies de plantas (y la fauna asociada a ellos dentro de la franja costera de la propuesta) sufren de problemas similares a los de sus vecinos que habitan la costa de la Región de Coquimbo.

4.2.4 Sitios Ecológicos Importantes y Prioritarios para la Conservación

Tomando en cuenta la alta presencia

- El Sitio Prioritario Carrizalillo (III Región).
- El complejo de las dunas entre Caleta Mamani y Caleta Apolillado (regiones III y IV).
- El complejo de dunas de Playa Los Choros y el Humedal de Los Choros (IV Región).
- El sitio prioritario Cerro Juan Soldado (IV Región)

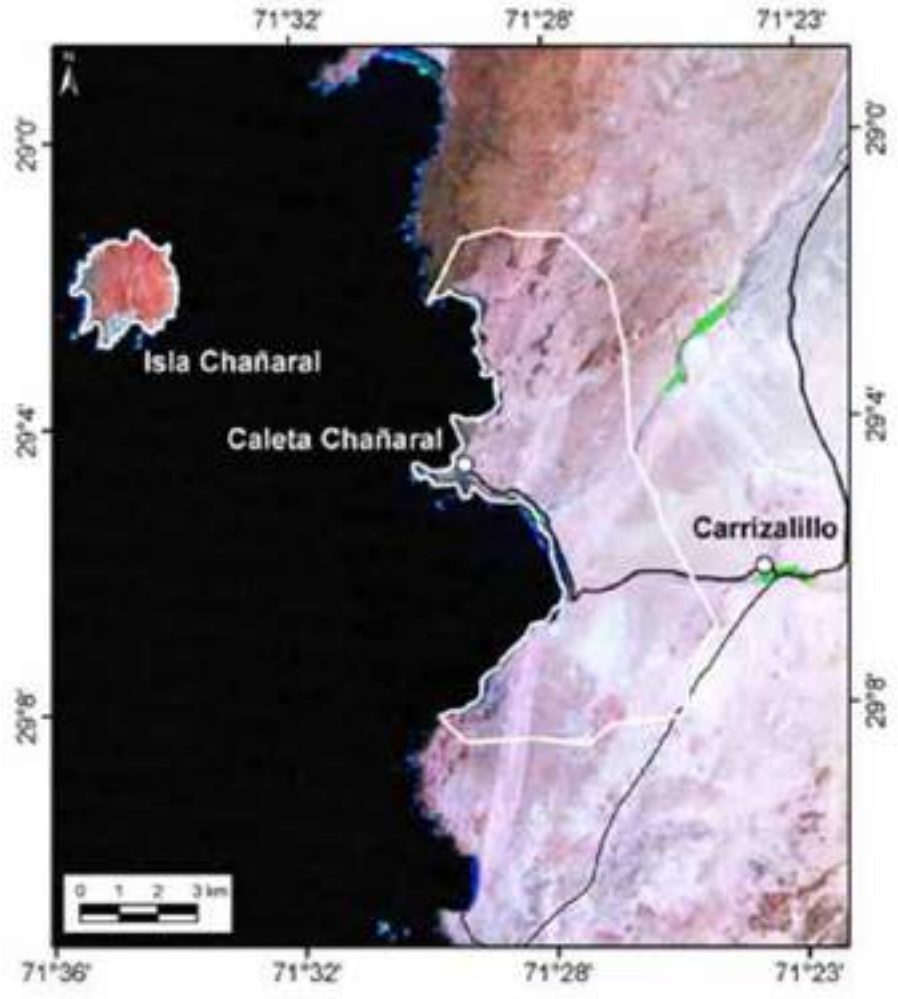


Figura 3: Ubicación geográfica del Sitio Prioritario Carrizalillo (según Squeo et al., 2008).

4.2.4.1 El Sitio Prioritario Carrizalillo

Según Squeo *et al.* (2008), el sector de Carrizalillo, ubicado en la costa de la comuna de Freirina, frente a la isla Chañaral (la que ya forma parte de la R.N. Pingüino de Humboldt) e incluye la Caleta Chañaral de Aceituno (Figura 3) se debe considerar como Sitio Prioritario para la Conservación, justificado por la presencia de 52 especies de plantas nativas con una especie en la categoría de amenaza y peligro de extinción y de 4 especies vulnerables. Squeo *et al.* (2008) identificaron este sector como el Sitio Prioritario Carrizalillo, que se extiende por una superficie de 53,7 km².



Figura 4: Franja costera con complejos de dunas entre Caleta Mamani y Caleta Apolillado.

4.2.4.2 El complejo de las dunas entre Caleta Mamani y Caleta Apolillado

Desde la caleta Mamani (29°6'S), en el sur de la bahía Carrizal, hasta la caleta Apolillado (IV región, cerca de Punta Zorros; 29° 10'S) se extiende un estrecho complejo de dunas

Según Squeo *et al.* (2001), y basado en el análisis de la diversidad y vulnerabilidad de la flora terrestre, en la IV Región de Coquimbo se encuentra un sitio con prioridad urgente para la conservación que corresponde al sector de "Punta Teatinos hasta Quebrada Honda, incluyendo Isla Pájaros". Dentro del sector número 1 de la Figura 5 destacan en la franja costera el área entre el cerro Juan Soldado hasta el sur de la comuna La Higuera y el complejo de dunas de Playa Los Choros, ubicado en el norte de la comuna La Higuera.

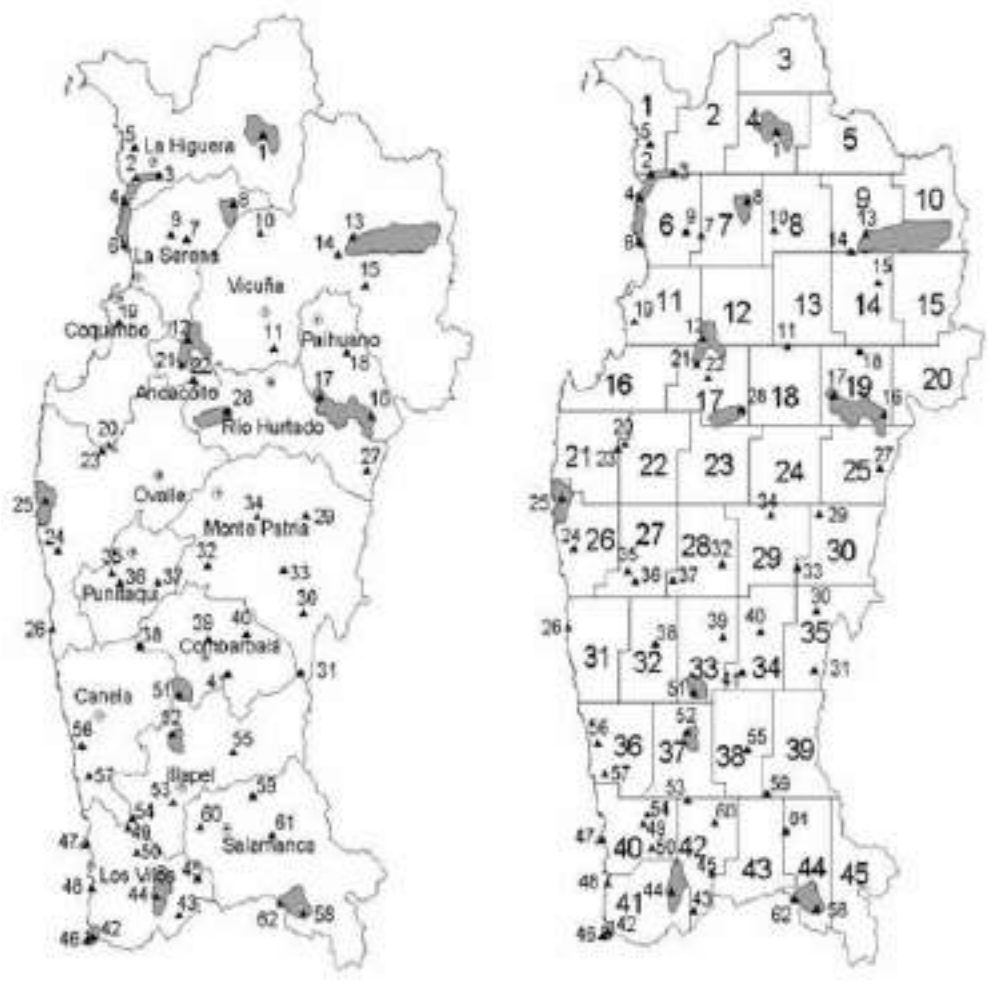


Figura 5: Localización de sitios prioritarios en la IV Región, según propuestas de la literatura, encuestas e identificados según el muestreo de terreno (Squeo et al., 2001):
a) Ordenados por comunas de la región
b) Ordenados por cuadrantes de 900 km2.
Para la propuesta presente, el cuadrante relevante es aquel del número 1 de la comuna La Higuera.

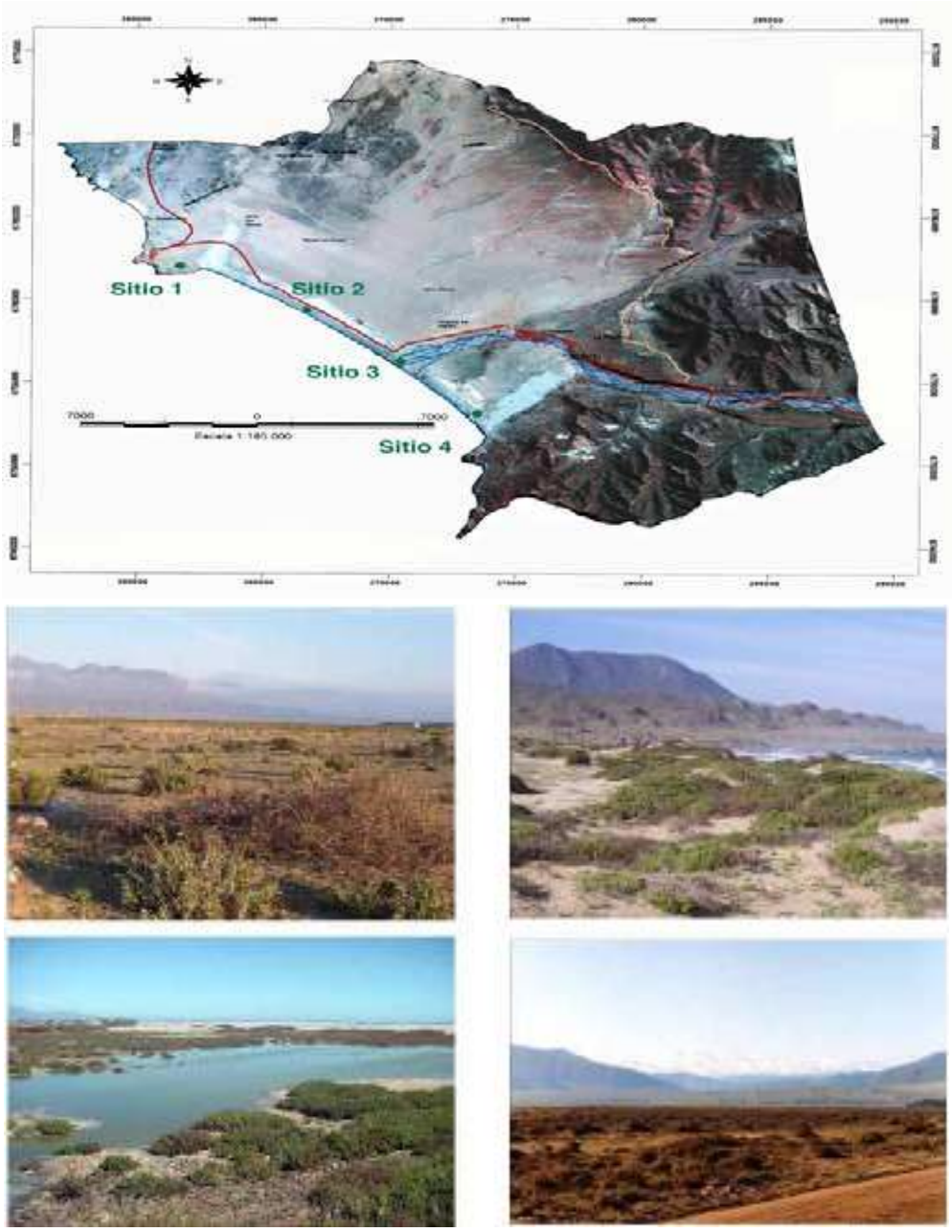


Figura 6: a) Sectores de dunas y del humedal Los Choros (sitio 3) en la IV Región
b) Impresiones de los sitios 1 a 4. Fuente: Presentación del proyecto FPA-04-007-05 de la Universidad de La Serena: "Biodiversidad y conservación de vertebrados del humedal de La Boca y dunas costeras de Los Choros"

4.2.4.3
El complejo de dunas de Playa Los Choros y el Humedal de Los Choros (IV Región)

En comparación con el complejo de dunas entre las caleta Mamani y Apolillado, este sector representa un sistema de dunas-humedal con la presencia del Humedal de La Boca (Figura 6). Este complejo de dunas y el humedal albergan una fauna que se compone en un 81% de aves, 11% de mamíferos y 8% de reptiles.



(Zuleta & Hiriat, cortesía de Carlos Gaymer).

4.2.4.4
El sitio prioritario Juan Soldado

Este sitio se refiere al sector costero norte de La Serena, de ambiente litoral con cerca de 12.000 há y se extiende desde el norte de La Serena por un trayecto de 40 km en torno a la Ruta Panamericana, desde Punta Teatinos hasta Quebrada Honda, incluyendo el Cerro Juan Soldado (Figura 7; Arancio & Jara, 2007).

Figura 7: Ubicación del sitio prioritario Juan Soldado dentro de la provincia de Elqui/IV Región. Todos los sitios considerados en base de plantas vasculares como prioritarios para la conservación están marcados en negro (*de:* Arancio & Jara 2007)

Según Arancio & Jara (2007) en el sitio prioritario Juan Soldado habitan 224 especies de plantas nativas (6 especies en peligro y 25 vulnerables), y 162 de éstas son endémicas de Chile mientras que 22 son endémicas de la Región de Coquimbo.

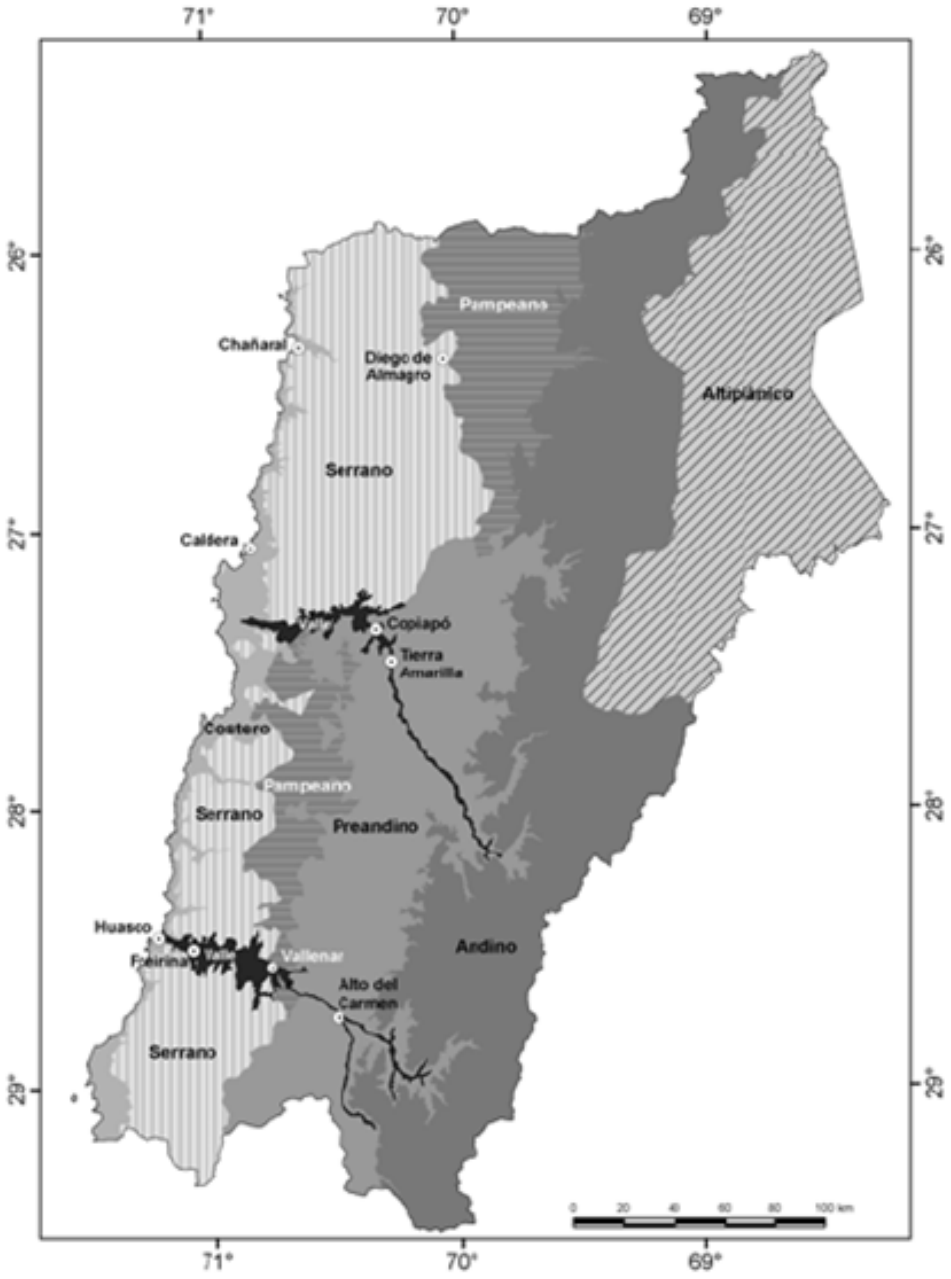


Figura 8: Paisajes eco-geográficos de la III Región de Atacama, basado en Novoa et al. (2008). Fuente: Squeo et al. (2008).

Representatividad y Exclusividad

4.1 Representatividad

Según Novoa *et al*. (2008) existen 7 paisajes eco-geográficos en la Región de Atacama y dentro de ellos predomina el "Andino" con una superficie de 28,1% de la región. El paisaje eco-geográfico "Costero" representa solo un 3,5% (Figura 8), sin embargo – aparte de los alrededores de Caldera- una fracción importante de este ambiente natural se encuentra en el sur de la región entre el sitio prioritario Carrizalillo y el límite con la Región de Coquimbo.

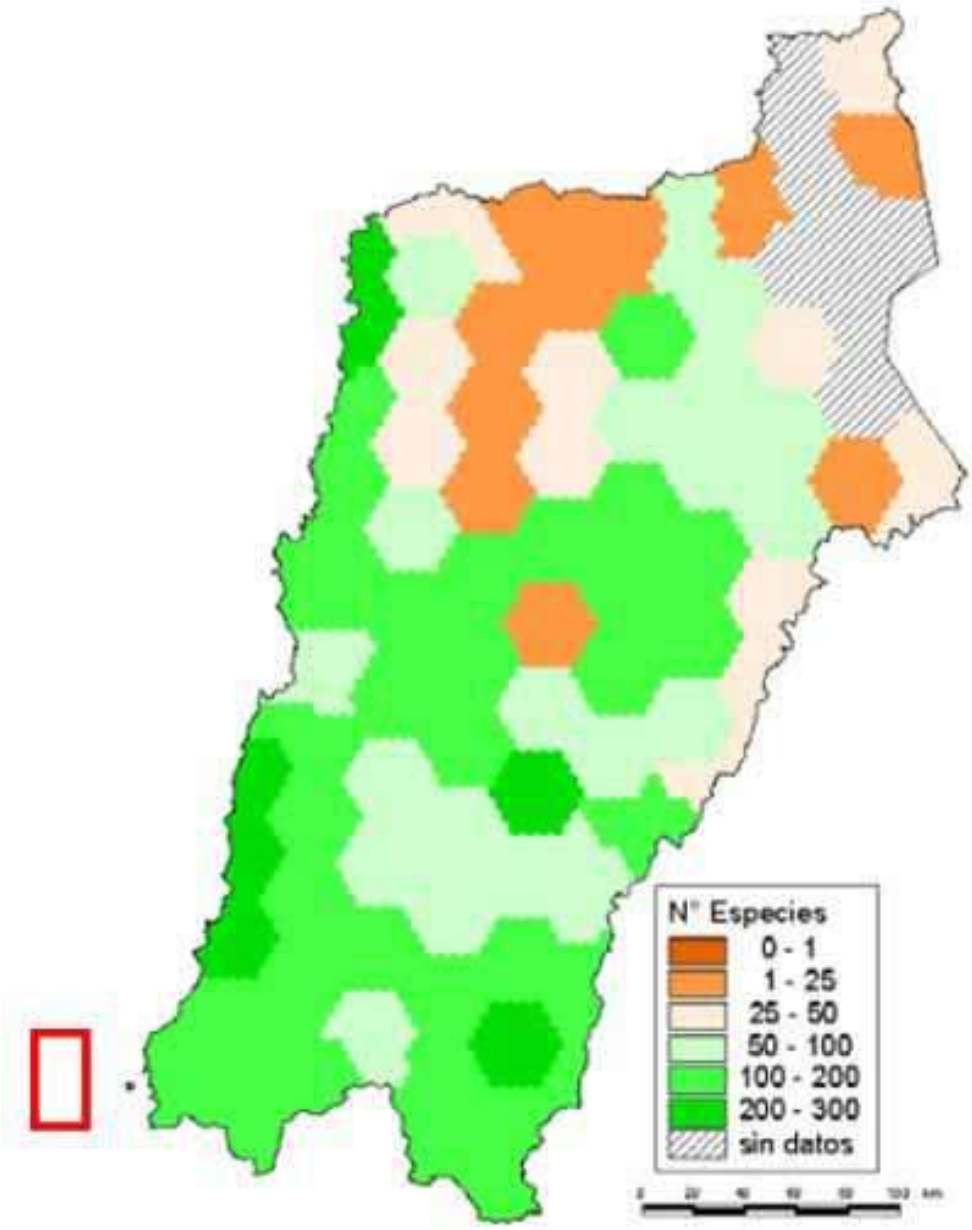
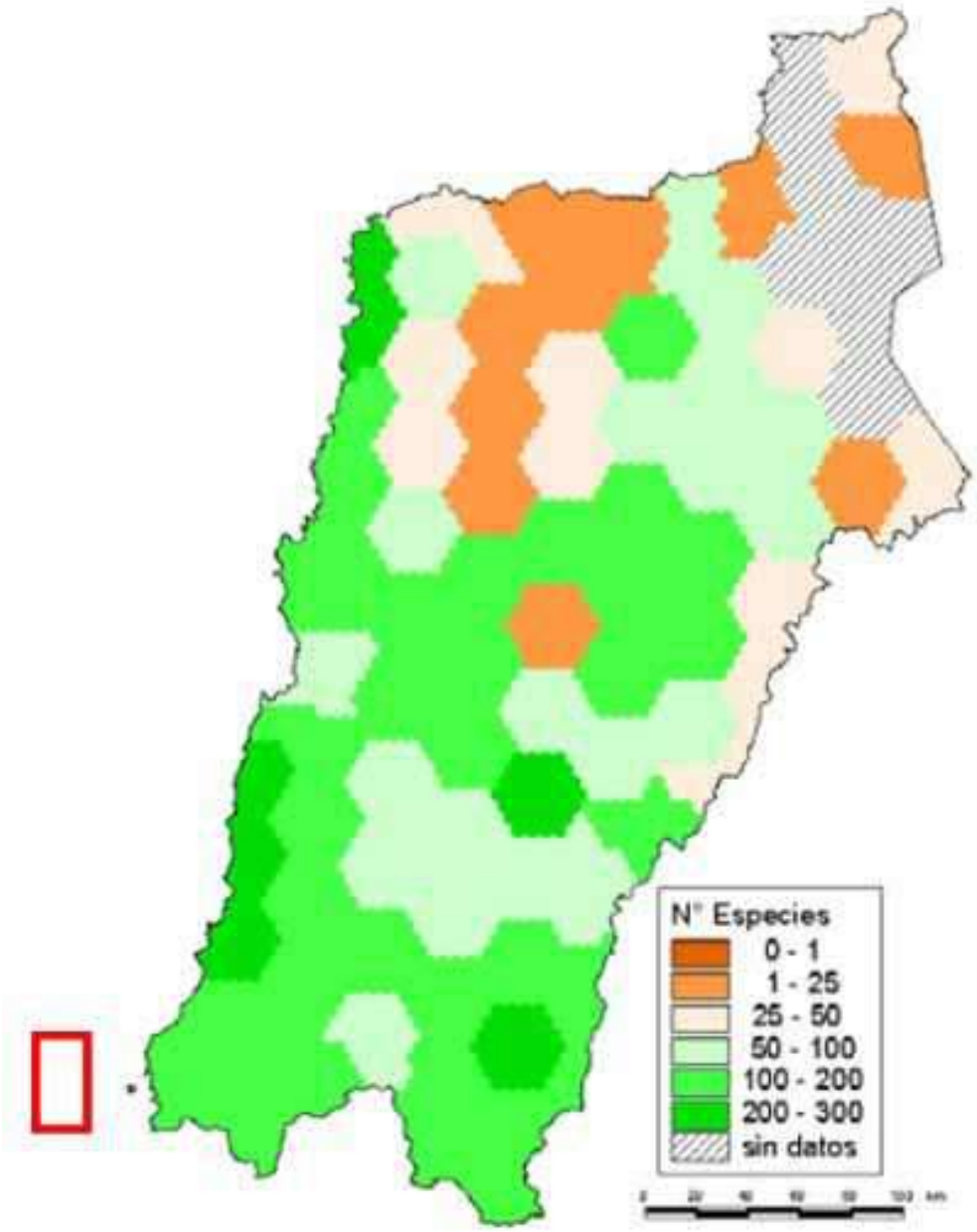


Figura 9: Áreas de concentración de biodiversidad de plantas en la III Región de Atacama, en base al número de especies estimado en áreas de 925 km2 (de: Squeo et al., 2008). El cuadro rojo marca el área considerado en esta propuesta.

Según Letelier *et al*. (2008), la Región de Atacama posee una de las floras con mayores niveles de endemismo en Chile y de las 980 especies nativas (más 119 especies introducidas naturalizadas) representan más de 19% de las especies de la flora de Chile Continental. El 54% de las especies nativas son endémicas de Chile y el 37% son endémicas de las regiones de Atacama, Coquimbo y Antofagasta.

Dentro de la Región de Atacama, la franja costera incluida en esta propuesta forma parte de las zonas de alta diversidad de especies (Figura 9).

En comparación con las cifras anteriores, las 51 especies de plantas identificadas en el sitio prioritario Carrizalillo representan un porcentaje de entre 25-50% de las 100-200 especies descritas para la zona eco-



geográfica costera del norte de Chile, y de ellas el 10% se encuentra con problemas de conservación.

Arancio *et al.* (2001) señalan, para la IV Región de Coquimbo, la existencia de 207 especies con problemas de conservación y 2 especies ya extintas, correspondiendo al 14,1% de la fauna nativa regional. En comparación con el resto de la región, la franja costera se caracteriza por valores elevados de especies con problemas de conservación (Figura 10).

Figura 10: Áreas de concentración de especies de plantas con problemas de conservación (los números indican, para áreas de 900 km2, el cuociente entre número de especies con problemas y el número total de especies nativas).

4.2 Exclusividad

A nivel de la distribución geográfica de las plantas vasculares y los ambientes naturales terrestres, existe obviamente un quiebre a los 27°S, correspondiente al límite austral del altiplano (Figura 7), lo que se refleja en el ya mencionado alto grado de endemismo de plantas entre las regiones III y IV. Por lo tanto, la incorporación de una franja terrestre costera no representará solo una zona de amortiguación para el beneficio de la porción marina de una futura AMCP-MU, sino la conservación de una flora típica del norte del país y de la fauna asociada. Aparte de la importancia ecológica, cabe destacar el valor paisajístico/turístico de la conservación de este ambiente natural único en el país, que se difunde hasta en los sitios web oficiales del gobierno (www.regioncoquimbo.cl/ Ver Anexo de Fotografías). En resumen, se ofrece la posibilidad única de conservar y proteger un complejo conjunto de ecosistemas marinos y terrestres, característicos del SCH. Algo parecido se encuentra sólo en Perú, con la creación de la AMCP-MU “Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras”, que incluye algunas pocas franjas terrestres del continente.

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS Y CULTURALES

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE USUARIOS

Antecedentes Generales

Definición de Unidades Territoriales
Chañaral de Aceituno: caleta ubicada al sur de la Región de Atacama, 50 km al suroeste de Vallenar. En esta localidad se encuentra la Isla de Chañaral, la más grande de las que conforman la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt.
Ubicación Geográfica: LAT. S. 29° 04‘, LONG. W. 71° 13´

Punta de Choros[1]: se origina como resultado de sucesivos asentamientos de pescadores de las caletas existentes, ubicadas en terrenos pertenecientes a la Comunidad Agrícola Los Choros.
Ubicación Geográfica: LAT. S. 29° 19‘LONG. W. 71° 30‘

Los Choros: su origen es preincaico y era un reducto de los indios Changos. La ocupación hispana proviene de 1726. También se le llama San José de Los Choros, caserío dedicado a la explotación de olivos. En la actualidad este asentamiento es el centro de la actividad de los comuneros de la Comunidad Agrícola Los Choros.
Ubicación Geográfica: LAT. S. 29° 18‘LONG. W. 71° 23’

Chungungo: caleta que se origina con el antiguo puerto de la Minera El Tofo. Luego del cierre de la mina, ha subsistido gracias al asentamiento de pescadores artesanales.
Ubicación Geográfica: LAT. S. 29° 21‘, LONG. W. 71° 21‘

Caleta Totoralillo Norte: caleta vecina a Chungungo y también relacionada en su origen con la Minera El Tofo.
Ubicación Geográfica: LAT. S. 29° 28‘, LONG. W. 71° 20´

Caleta Los Hornos: localidad que se surge inicialmente como caleta de pescadores y cuya evolución posterior está relacionada con su proximidad a la carretera 5 Norte.
Ubicación Geográfica: LAT. S. 29° 37‘,



LONG. W. 71° 18´

Caleta Chañaral de Aceituno[2]

La caleta Chañaral de Aceituno y la localidad de Carrizalillo se encuentran ubicados en la comuna de Freirina, provincia del Huasco, al sur de la Región de Atacama.

La Caleta tiene red de agua potable y electricidad a nivel domiciliario, sin embargo, no cuenta con alumbrado público. La red comunicacional es deficitaria: la telefonía fija es inexistente y sólo una compañía de telefonía celular tiene cobertura.

En la Caleta existen tres grupos organizados: el Sindicato de Pescadores, la Agrupación de Turismo y la Junta de Vecinos. El Sindicato de Pescadores cuenta con 114 socios (todos

1 *Las siguientes 5 unidades territoriales son definidas en el Pladeco 2006- 2013 de la comuna de La Higuera.*

2 *Basado en Informe Final Proyecto FIP 2006-56.*

hombres) y un total de 32 embarcaciones del tipo bote a motor (López y Chávez, 2005). No obstante, el número total de pescadores inscritos en Chañaral de Aceituno es de 207. De estos, los mariscadores son los más numerosos, seguidos por los algueros (de los cuales 5 son mujeres).

El Sindicato tiene a su cargo tres áreas de manejo de recursos bentónicos (AMERB) en las zonas aledañas a la caleta: Chañaral de Aceituno, Chañaral de Aceituno Sector B y Chañaral de Aceituno Sector C.

La comunidad de pescadores está distribuida en caleta Chañaral de Aceituno, Bahía Carrizalillo y Carrizalillo. Un número significativo (hasta un 60%) trabaja fuera de la Caleta durante gran parte del año (hasta 10 meses) y vuelven para el período de cosecha de recursos de las áreas de manejo. Los pescadores emigrantes trabajan en labores de pesca, tanto en el norte como en el sur del país, y en actividades mineras o en la construcción en centros urbanos mayores.

La población femenina sigue los patrones de asentamiento temporal de los pescadores. Aquellas familias con hijos en edad escolar sobre quinto básico emigra durante el año a las urbes más cercanas: Vallenar, La Serena y Coquimbo. En el sector de Carrizalillo hay sólo una escuela que imparte hasta cuarto básico y un centro de salud que es atendido por un paramédico.

Caleta Punta de Choros y Los Choros[3]

Estas localidades pertenecen a la comuna de La Higuera, provincia del Elqui, Región de Coquimbo.

Los Choros no cuenta con servicio de transporte público y el traslado desde y hacia La Serena se hace por medio de furgones que son coordinados con los lugareños.

La localidad de Punta de Choros se ubica en la unidad Faja Costera Litoral Norte y tiene un clima caracterizado como desértico costero de abundante nubosidad. La zona carece de cauces superficiales que permitan definir la hidrología local. Se estima que los cauces subterráneos localizados en la quebrada Los Choros Bajos tiene un potencial considerable.

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda de 2002, el que incorpora Punta de Choros y Los Choros, ambas localidades han sido clasificadas como sectores rurales. En conjunto cuentan con 303 viviendas y una población de 569 habitantes. La población es mayoritariamente masculina, representando un 60% (Dirección Desarrollo Comunitario, Municipalidad de La Higuera, diciembre de 2007).

Punta de Choros y Los Choros cuentan con escuelas básicas que imparten hasta sexto año básico. Según datos del Censo de 2002, el promedio de escolaridad asciende a 6,58 años y el índice de alfabetización bordea el 80%.

La salud de la población es atendida en un consultorio y cuatro postas rurales. Las comunidades cuentan con sistemas eléctricos de alumbrado público y domiciliario además de agua potable rural. Sin embargo, no hay instalaciones de alcantarillado ni plantas de tratamiento de aguas servidas. No obstante, las viviendas cuentan con pozos negros (44,7%) y fosas sépticas (55,3%). (Municipalidad de La Higuera).

Existe una infraestructura vial de acceso a las localidades y de conexión con la carretera en estado regular. Los sistemas de telecomunicaciones son deficientes, la mayoría de las localidades cuentan con un teléfono de uso público y gran parte de la población posee teléfonos celulares.

3 *Ídem.*

La actividad laboral masculina predominante en la localidad en estudio corresponde a la pesca artesanal, la que abarca prácticamente el 100% en Punta de Choros y aproximadamente el 68,8% de las actividades laborales en Los Choros. Entre ambas localidades agrupan a 222 pescadores[4], los que están organizados en dos asociaciones gremiales[5] y administran en conjunto cuatro áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos.

Caleta Chungungo

En caleta Chungungo existen tres organizaciones de pescadores, las que en conjunto agrupan a 92 pescadores inscritos en el RPA[6] (muchos pescadores están afiliados a más de una organización). En total, estas organizaciones administran cinco áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos.

Totoralillo Norte

En Totoralillo Norte existe una organización de pescadores que se compone de 36 miembros, 34 de los cuales están inscritos en el RPA. Esta organización administra tres áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos: Totoralillo A, Totoralillo B y Totoralillo C.

Caleta Hornos

Se trata de un tipo de caleta rural con 41 embarcaciones y 130 pescadores inscritos en el RPA. Cuenta con electricidad, agua mediante red, alcantarillado, una escuela y una posta médica. Existen dos organizaciones de pescadores artesanales que administran tres áreas de manejo: Hornos, Hornos sector B y Las Minitas.

USOS ACTUALES Y POTENCIALES EN EL ÁREA Y ZONA DE INFLUENCIA

I. Macrozonificación y Microzonificación del Borde Costero en las Regiones de Coquimbo y Atacama

La Región de Coquimbo cuenta con una macrozonificación y microzonificación (a nivel comunal) del borde costero.

De acuerdo a la Memoria de Zonificación (Comisión Regional de Uso del Borde Costero CRUBC, septiembre de 2005), la propuesta de macrozonificación permitió establecer siete macro zonas, a saber: zonas de multiuso; zonas de caletas de pescadores fuera de zonas multiuso; zonas de restricción y protección; zonas de usos variables; zonas de relevancia ecológica; zonas de protección legal y zonas de pesca artesanal e industrial y ejercicio de la acuicultura[7].

A partir de la macrozonificación y sus materiales se constituyó la estructura para trabajar las microzonificaciones en las seis comunas costeras de la Región de Coquimbo, entre ellas la comuna de La Higuera.

De acuerdo con la Política Nacional de Uso del Borde Costero existen una serie de zonas definidas que son de competencia exclusiva de la CRUBC, entre las cuales están: zona preferentemente reservada para el Estado; zona preferentemente portuaria; zona

4 Informe de la Pesca Artesanal 2008, Sernapesca, Región de Coquimbo, en base a información entregada por las propias organizaciones de pescadores.

5 A estas organizaciones debería agregarse la Organización Comunitaria Funcional de Pescadores Unidos Comuna de la Higuera, ya que si bien incorpora a pescadores de varias organizaciones de la comuna de La Higuera, administran el área de manejo de Los Choros y es la localidad utilizada por esta organización como lugar de inscripción.

6 Siglas de Registro Pesquero Artesanal.

7 Esta información se plasmó en tres mapas temáticos: Patrimonio Ambiental y Cultural; Usos del Territorio y Conflictos Ambientales y Zonificación Zona Costera.

preferentemente de industria de construcción y reparación de naves; zona preferentemente de pesca artesanal y caletas[8]; zona preferentemente de infraestructura de apoyo a las actividades acuícola y pesquera; zona preferentemente de áreas apropiadas para el ejercicio de acuicultura (AAA); zona preferentemente turística y recreacional; zona condicionada; zona preferentemente de conservación de la naturaleza[9] y zona de restricción por riesgo.

Ahora bien, dentro del contexto de la zonificación del borde costero, la CRUBC tiene competencia para incluir, tanto dentro de los planes de los instrumentos de planificación territorial como de los planes reguladores comunales, una serie de zonas de intención de usos, entre las que pueden mencionarse para el caso de la Región de Coquimbo: zona de asentamientos humanos; zona industrial (peligrosa, molesta e inofensiva); zona agropecuaria; zona minera; zona turística; zona de conservación de la naturaleza[10]; zona de conservación del patrimonio cultural y arqueológico; zonas de protección (protección de la naturaleza[11], protección ecológica[12], santuario de la naturaleza[13], de protección legal)[14], con valor paisajístico y zonas de restricción por riesgo. (Ver Anexo III-2)

Respecto de estas zonas es que la Comisión Regional de Uso del Borde Costero de Coquimbo zonifica el borde costero, atendiendo a los objetivos planteados en la Política Nacional de Uso del Borde Costero[15], en especial, procurando la compatibilización de todos los usos posibles del Borde Costero, en las distintas áreas y zonas, promoviendo su desarrollo armónico, integral y equilibrado, maximizando su racional utilización, precaviendo posibles requerimientos futuros y tomando en cuenta la realidad actual del uso del mismo.

De esta manera se proponen los usos preferentes del Borde Costero, teniendo en consideración factores

8 Incluye puertos pesqueros artesanales, zonas habituales de extracción y áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos.

9 Corresponde a zonas que presentan características naturales y/o ambientales especiales, muchas veces únicas en riqueza de biodiversidad y que además presentan grados de fragilidad ambiental, por lo cual se restringe la intervención antrópica con el objeto de permitir la protección y /o conservación del ecosistema o condiciones naturales del territorio. Eventualmente, podrían asociarse a usos turísticos o recreativos de baja carga, siendo estos usos secundarios a su objetivo principal; en ningún caso dichas actividades podrán contravenir el objetivo de protección de uno o más elementos del medio ambiente.

10 Son aquellas zonas que en razón de sus características naturales, tanto físicas como de biodiversidad, deben ser reconocidas en forma especial con el fin de orientar su uso a la protección y/o al aprovechamiento adecuado y eficiente de los recursos naturales y su ambiente, con el objeto de asegurar su permanencia en el tiempo y su capacidad de regeneración.

11 Son áreas en las cuales se permiten usos pero bajo ciertas restricciones, de manera de cumplir con requerimientos de conservación, es decir, permitir usos que no generen impactos que alteren el nivel de riesgo del área, por ejemplo: "uso controlado".

12 Corresponde a aquellas áreas que por su condición natural presentan un aporte importante para la conservación y/o protección de la biodiversidad, existiendo en estas áreas especies que se encuentren en algún estado de conservación según la legislación vigente. Dadas las condiciones de estas áreas, no se permiten usos en ellas a fin de no poner en riesgo su valor en términos de biodiversidad, por cual deben ser mantenidas en su estado natural.

13 Corresponde a todos aquellos sitios terrestres o marinos que ofrezcan posibilidades especiales para estudios o investigaciones geológicas, paleontológicas, zoológicas, botánicas o de ecología, o que posean formaciones naturales, cuya conservación sea de interés para la ciencia o para el Estado.

14 Son áreas que están supeditadas a las normativas de protección que las declaran, por lo que tienen un carácter exclusivo, correspondiendo a algunas de las siguientes categorías: Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado (SNASPE), Santuarios de la Naturaleza, Lugares de Interés Científico y, en general, todas aquellas áreas que conforman Monumentos Naturales.

15 En punto IV. Objetivos Específicos. "Política Nacional de Uso del Borde Costero del Litoral de la República", D.S. Nº 475, de fecha 14 de diciembre de 1994, del Ministerio de Defensa Nacional.

geográficos, naturales, recursos existentes, planes de desarrollo, centros poblados próximos o aledaños y definiciones de usos ya establecidos por organismos competentes.

Dentro del área propuesta para un AMCP – MU, la macrozonificación de la IV Región y posterior microzonificación de la comuna de La Higuera, establecieron los siguientes usos preferentes:

Áreas de Manejo para la Explotación de Recursos Bentónicos, (AMERBs)

Sector El Apolillado
Sector Punta de Choros (entorno Isla Gaviota)
Sector Los Choros B
Sector Choreaderos
Sector Chungungo A
Sector Chungungo B
Sector Chungungo C
Sector Chungungo D
Sector Chungungo E
Sector Totoralillo Norte A
Sector Totoralillo Norte B
Sector Totoralillo Norte C
Sector Hornos
Sector Hornos B
Caletas Artesanales
Apolillado
San Agustín
Los Corrales
Choreadero
Chungungo
Totoralillo Norte
Hornos
Industrial Inofensiva
Sector sur Punta de Choros
Sector Playa Totoralillo norte

Restricción Ecológica

Sector Punta Choros, hasta Caleta Choreadero
Isla Chungungo
Isla Tilgo
Islote Pájaros
Islotes Los Farellones

Áreas Marinas Costeras Protegidas

Sistema Insular sector Punta Choros.

Reservas Marinas

Entorno de Isla Chungungo e Isla Dama.

Zona Turística

Sector Playa Choros
Sector Isla Damas
Sector Isla Gaviota
Bahía Choros
Sector Playa Chungungo
Sector Playa Totoralillo Norte
Sector Cruz Grande
Sector Playa Temblador
Sector Playa Los Hornos

Zona Agropecuaria

Sector Los Choros

Sitios SNASPE

Reserva Pingüino de Humboldt, comuna La Higuera

Zona de Conservación Patrimonial

Sector Sur Playa Los Choros (Restos Arqueológicos)

Zona de Riesgo por Quebradas

Sector Los Choros

A. A. A. (Áreas Aptas para la Acuicultura)

Ciertos sectores costeros aledaños a caleta Chungungo y a Punta de Choros. En general usados para el cultivo de mitílidos.

Por otro lado, de acuerdo a la macrozonificación del borde costero de la Región de Atacama, el área de interés para esta propuesta está zonificada

de la siguiente manera[16].
Isla Chañaral, por ser parte de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, es un área que pertenece al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE), y por lo tanto es una zona oficial de protección ambiental. A esto se agrega la Reserva Marina Isla Chañaral la que también es considerada zona oficial de protección ambiental.

El sector Carrizalillo -ubicado en la costa de la comuna de Freirina, frente a la isla Chañaral- está considerado como sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad regional, registrándose un total de 52 especies de plantas nativas.

Chañaral de Aceituno fue declarada zona de relevancia ecológica marina. Esto incluye el área que abarca aproximadamente entre cabo Leones hasta el límite con la IV Región. El área concentra una diversidad importante de especies marinas, incluyendo aves marinas, como por ejemplo el Pingüino de Humboldt, además de lobos marinos y chungungos. Fuera de la Reserva Marina se observan delfines y constituye una zona de tráfico de, al menos, cinco especies de ballenas.

Adicionalmente, dos sectores en torno a Punta Rancagua son considerados zonas de relevancia turística marina. Uno de ellos está localizado en Chañaral de Aceituno y el otro en Carrizalillo. Estas áreas son relevadas al Sindicato de Pescadores de Caleta Chañaral de Aceituno para la pesca submarina y el buceo. A lo anterior habría que agregar la caleta de pescadores y las tres áreas de manejo que también son de interés para la pesca artesanal.

Finalmente, Chañaral de Aceituno es una zona terrestre de funciones múltiples. Esta área, de 1.802 ha aproximadas, abarca desde cabo Los Leones hasta el límite con la IV Región, incluyendo la bahía Chañaral de Aceituno y Playa Carrizalillo. El carácter de funciones múltiples ocurre por la conjunción de usos asociados a la existencia de una caleta pesquera con usos habitacionales, AMERB, recolección de orilla y actividades turísticas (playas, pesca de orilla y ecoturismo). Adicionalmente, presenta un valor arqueológico relevado por la Agrupación Patrimonial de la provincia de Huasco, mediante el trabajo de reconocimiento y catastro de sitios arqueológicos que se están llevando a cabo en la actualidad. Según la zonificación del borde costero, a esta zona se le ha asignado una gran extensión de litoral, por cuanto se le quiere dar un carácter de bajo impacto a las actividades que en ella se desarrollen a futuro, potenciando el carácter sensible que tiene el espacio marítimo inmediato (Reserva Marina Isla Chañaral).

Caleta	Organizaciones	Socios por Organización	Pescadores en RPA
Punta de Choros	A. G. de Trabajadores del Mar Independientes Pta. Choros	161	188
Los Choros	A.G. de Peacadores y Mariscadores de Los Choros	61	59
Chungungo	A.G. de Trabajadores del Mar Independientes de Cta. Chungungo	67	113
	Sindicato de T.I. Buzos, Ayudantes, Pescadores y Recolectores de Cta. Chungungo	20	
	Sindicato de T.A. Buzos Mariscadores, Recolectores de Orilla La Cruz de Chungungo	26	
	Organización Comunitaria Los Castillo	20	
Totoralillo Norte	Sindicato Trabajadores Independientes Pescadores Artesanales Totoralillo Norte	37	32
Caleta Hornos	A.G. Trabajadores del Mar Panamericana Norte, Los Hornos	52	130
	Sindicato de T.I. Buzos y Pescadores Artesanales de Caleta Hornos	32	

PESCADORES DE LA COMUNA DE LA HIGUERA INSCRITOS POR AÑO Y ACTIVOS AL 19-01-2010

	AÑO																		
CALETA	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total general
CHUNGUNGO	46	15	1	5	3	4			1	3	4	1	8	11	5	5	5	4	121
HORNOS	33	11		1	4	8	5	8	2	23		2	2	18	10	4	30	10	169
LOS CHOROS	7	23	1	7	1	11	2	3		5	2			2			2	1	67
PUNTA CHOROS	79	19	9	2	6	15	1	5	1	7	12	9	4	9	5	1	3	1	188
TOTORALILLO NORTE	12	2		1	3	3	1	2			2	3	2	1	1		3		38
Total General	177	70	11	16	17	41	9	18	4	38	20	15	16	39	21	10	43	16	581

Región de Atacama "Zonificación de los Usos del Borde Costero Región de Atacama, Memoria Explicativa".

OCEANA

II. Pesca

Sector Pesquero Artesanal

En la zona propuesta como AMCP, que abarca la zona norte de la Región de Coquimbo, se encuentran cinco caletas de pescadores artesanales: Punta de Choros, Choros, Chungungo, Totoralillo Norte y Hornos. De acuerdo a los datos del Registro Pesquero Artesanal publicados por Sernapesca, hasta el año 2008 había 522 pescadores artesanales inscritos. Al 19 de enero de 2010 esta cifra había aumentado a 581 pescadores inscritos y activos.

En el caso de Chañaral de Aceituno -la única caleta dentro del área propuesta que pertenece a la III Región- el Sindicato de Pescadores cuenta con 114 socios.

En términos pesqueros administrativos, la zona propuesta como AMCP-MU se encuentra dividida en áreas de manejo para la explotación de recursos bentónicos (AMERBs), áreas de libre acceso y dos reservas marinas. De acuerdo con González et al. (2005) el área que comprendida entre Chañaral de Aceituno y Punta Teatinos posee una superficie de fondo rocoso apta para recursos bentónicos de 3.777 ha (29,5% del total regional). Por otra parte y de acuerdo con Aburto (2006), un 60% del área comprendida entre el límite norte de la Región de Coquimbo y caleta Hornos se encuentra bajo el régimen de AMERBs. En total se tienen quince AMERBs en la IV Región a los cuales se les suman tres AMERBs de caleta Chañaral de Aceituno. Éstas se describen en los siguientes cuadros.

Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos ubicadas en el sector entre Caleta Chañaral de Aceituno y Caleta Hornos. Se indica la Caleta a la cual pertenece y el nombre de la organización titular de cada área, su nombre y las especies objetivo de cada área.

Caleta	Organización	Área	Especies
Chañaral de Aceituno	Sindicato de Pescadores Caleta Chañaral de Aceituno	Chañaral de Aceituno	Loco, Lapa negra, Lapa rosada
		Chañaral de Aceituno Sector B	Loco, Lapa negra, Lapa rosada
		Chañaral de Aceituno Sector C	Loco, Lapa negra, Lapa rosada
Punta de Choros	Acos. Gremial de trabajadores del mar independientes de Punta de Choros	Pta. Choros	Loco, Lapa negra, Lapa rosada
	Acos. Gremial de trabajadores del mar independientes de Punta de Choros	Isla Choros	Loco, Lapa negra, Lapa rosada, Lapa reina
Los Choros		Apolillado	Loco, Lapa negra, Lapa rosada
	Asoc. Gremial de pescadores y mariscadores de los Choros		
	Organización comunitaria y funcional de pescadores bahía Los Choros	Los Choros	Macha
Chungungo	Asoc. Gremial de tranajadores del mar independiente de caleta Chungungo	Chungungo A	Loco, Lapa negra, Lapa rosada
	Asoc. Gremial de tranajadores del mar independiente de caleta Chungungo	Chungungo C	Loco, Lapa negra, Lapa rosada
	Sindicato de trabajadores independientes, buzos, ayudantes, pescadores y recolectores de caleta Chungungo	Chungungo D	Loco, Lapa negra, Lapa rosada
	Sindicato de trabajadores independientes, buzos, ayudantes, pescadores y recolectores de caleta Chungungo	Chungungo E	Loco, Lapa negra, Lapa rosada
	Organización comunitaria Los Castillo	Chungungo B	Loco, Lapa negra, Lapa rosada
Totoralillo Norte	Sindicato de trabajadores independientes de pescadores artesanales de Totoralillo Norte	Totoralillo A	Loco, Lapa negra, Lapa rosada
	Sindicato de trabajadores independientes de pescadores artesanales de Totoralillo Norte	Totoralillo B	Loco, Lapa negra, Lapa rosada
	Sindicato de trabajadores independientes de pescadores artesanales de Totoralillo Norte	Totoralillo C	Loco, Lapa negra, Lapa rosada
Hornos	AG Trabajadores del Mar Panamericana Norte Los Hornos	Hornos	Loco, Lapa negra, Lapa rosada
	AG Trabajadores del Mar Panamericana Norte Los Hornos	Hornos B	Loco, Lapa negra, Lapa rosada
	Sindicato de trabajadores independientes, buzos y pescadores independientes Caleta Hornos	Hornos C	Loco, Lapa negra, Lapa rosada

Fuente: Sernapesca, Stotz, 2005.

Desembarques

El siguiente cuadro resume los desembarques pesqueros totales realizados entre los años 2000 y 2009 en las caletas que se incluyen dentro del

OCEANA

Desembarque de Peces en las caletas del sector propuesto como AMCP Se indica el total de los años 2000-2009 en toneladas

PECES	TOTORALILLO NORTE	CHUNGUNGO	LOS CHOROS	PUNTA DE CHOROS	HORNOS	CHAÑARAL DE ACEITUNO
ANCHOVETA		6.106			0.040	
ANGUILA		6.456			15.428	0.9
APAÑADO	3.241	0.459	0.275	1.476	4.241	0.589
BACALAO DE J. FERNANDEZ		0.032				
BACALAO DE PROFUNDIDAD			0.369			
BILAGAY	0.200	0.022	0.087			0.066
BLANQUILLO	3.653	5.070	0.067	0.491	1.173	
BONITO				0.004	0.051	
BRECA	26.142	4.487	11.420	12.861	17.971	2.285
BROTULA						0.01
CABALLA		12.516		0.589	66.030	
CABINZA	1.318	0.345		0.896	13.260	
CABRILLA	6.883	8.764	1.045	4.995	3.220	
CABRILLA COMUN	0.875	2.868	0.068	0.947	0.071	0.095
CANQUE				2.587	0.060	
CAZON	0.059					
CHANCHARRO	0.455					
COCHINILLA					0.014	
COJINOBA DEL NORTE	3.906	10.118	0.116	27.783	16.375	1.145
COJINOBA MOTEADA					0.233	
CONGRIO COLORADO	35.067	28.546	22.522	80.784	61.860	20.609
CONGRIO DORADO	0.032	4.020	0.075	0.82	0.547	0.188
CONGRIO NEGRO	6.064	13.686	2.230	7.307	3.864	4.915
CORVINA	0.579	12.862	23.286	24.078	2.203	1.431
DORADO				2.219		0.23
JERGUILLA	2.524	0.051	1.672	0.282	0.646	0.026
JIBIA	0.010	7.230		91.56	14.286	3.5
JUREL	1.712	46.795	12.526	17.086	671.527	3.529
LENGUADO	4.301	12.353	7.528	9.929	7.529	27.263
LISA			0.075	0.041	0.002	
MACHUELO		0.150		0.07		
MERLUZA COMUN	0.040	22.875		1.486	4.180	0.04
PALOMETA	0.948	7.310	0.006	38.608	12.022	
PAMPANITO			0.009			
PEJEGALLO	0.556	10.447	1.500	5.506	0.361	0.245
PEJEPERRO	8.127	0.980	2.448	13.357	14.062	14.419
PEJESAPO		0.050		0.866	0.613	
PEJERREY DE MAR				0.004		
PESCADO NO CLASIFICADO	0.119	0.758	0.012	0.063	0.065	0.056
RAYA VOLANTIN		0.185		0.15		
REINETA				0.249		
ROLLIZO	34.729	11.580	13.599	35.586	35.209	12.71
RONCACHO		0.048		0.016		0.013
SARGO		0.006	0.694	0.021		0.019
SARDINA COMUN		80.384			0.060	
SARDINA ESPAÑOLA		7.270				
SIERRA	0.690	1.078	0.108	2.912	12.141	0.453
TIBURON MARRAJO		0.044		0.018		
TOLLO	0.025	7.989	3.659	8.302	2.736	1.525
VIEJA	12.824	7.720	2.977	17.029	26.629	11.933

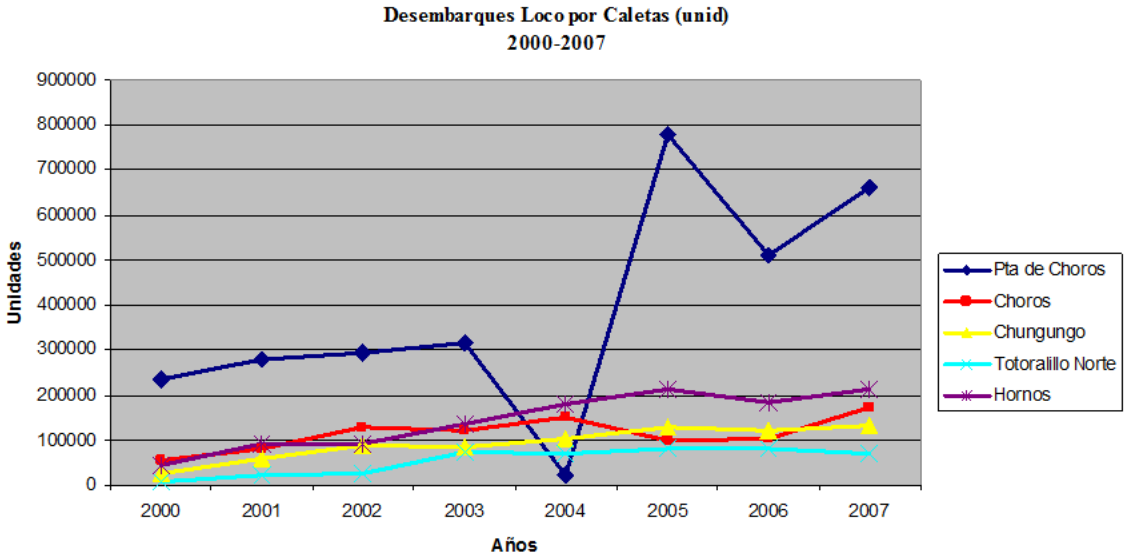
Fuente: SERNAPESCA, 2009

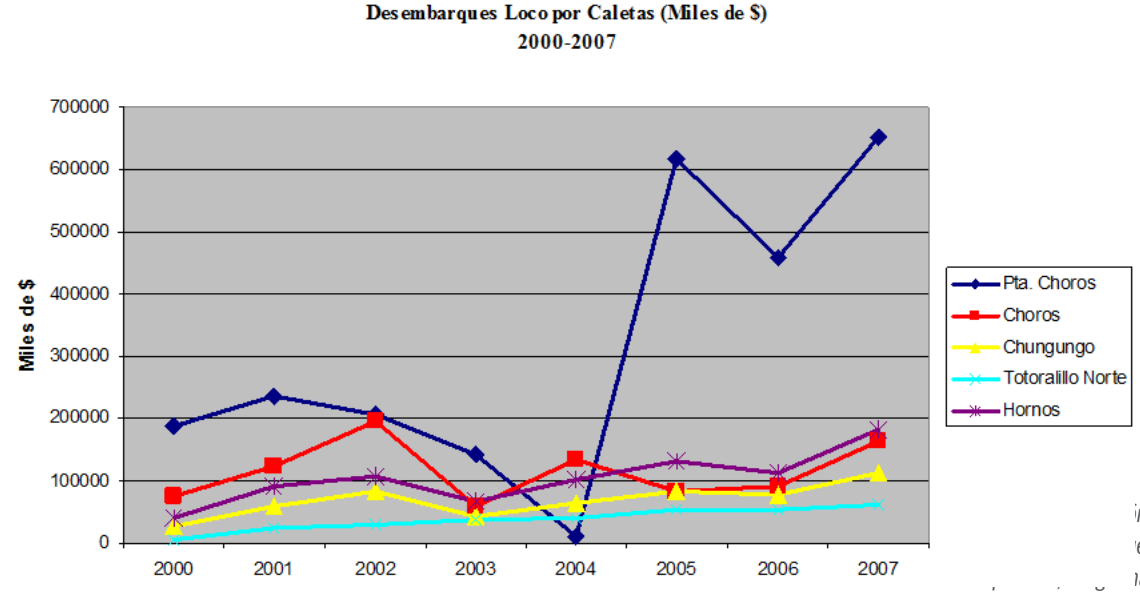
área solicitada para su protección.

De acuerdo a los datos presentados en las tablas anteriores, aquellos recursos explotados en AMERBs como el loco y la lapa, presentan una importancia mucho más alta que aquellos obtenidos desde áreas de libre acceso (descontando a las algas). Lo anterior indicaría una alta productividad en recursos bentónicos en esta área en relación a otros sectores de la región. (Stotz, et al. 2009)

La explicación de esta alta productividad se explica -de acuerdo con la literatura- por la surgencia descrita para el sector, la que es aprovechada por los organismos suspensívoros, tales como cirripedios y piures, los que, a su vez, son las principales fuentes alimenticias del loco. A su vez, esta producción más alta genera crecimiento y mayor productividad del loco. A lo anterior se debe agregar que este sector se caracteriza por la alta retención y reclutamiento, especialmente el sector de Punta de Choros. (Stotz, 2003; González et al., 2005; Stotz et al., 2006)

Es indudable que entre las caletas de la IV Región existe una fuerte asimetría en los resultados de sus áreas de manejo, particularmente en el caso del recurso loco. Claramente, Punta de Choros es la caleta con mayor número de desembarques de loco, y con los mayores ingresos fruto de estos desembarques. Esta diferencia implica potenciar el sector pesquero en las caletas al sur de la zona, pero es indispensable pensar en actividades económicas que sustituyan el pobre desempeño (relativo) de sus áreas de manejo, siendo el turismo la actividad con mayores probabilidades de éxito.





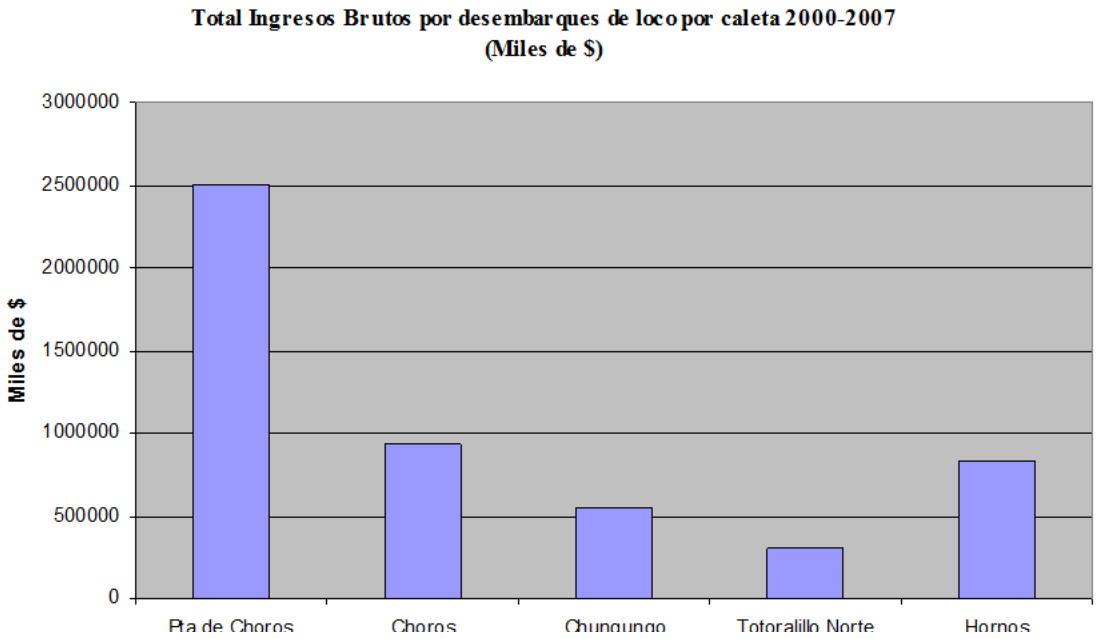
En los siguientes gráficos se presentan los desembarques históricos de loco por caleta; los ingresos brutos anuales por estos desembarques; los ingresos brutos totales del período y el ingreso bruto anual promedio para cada una de las caletas de la IV Región[17].

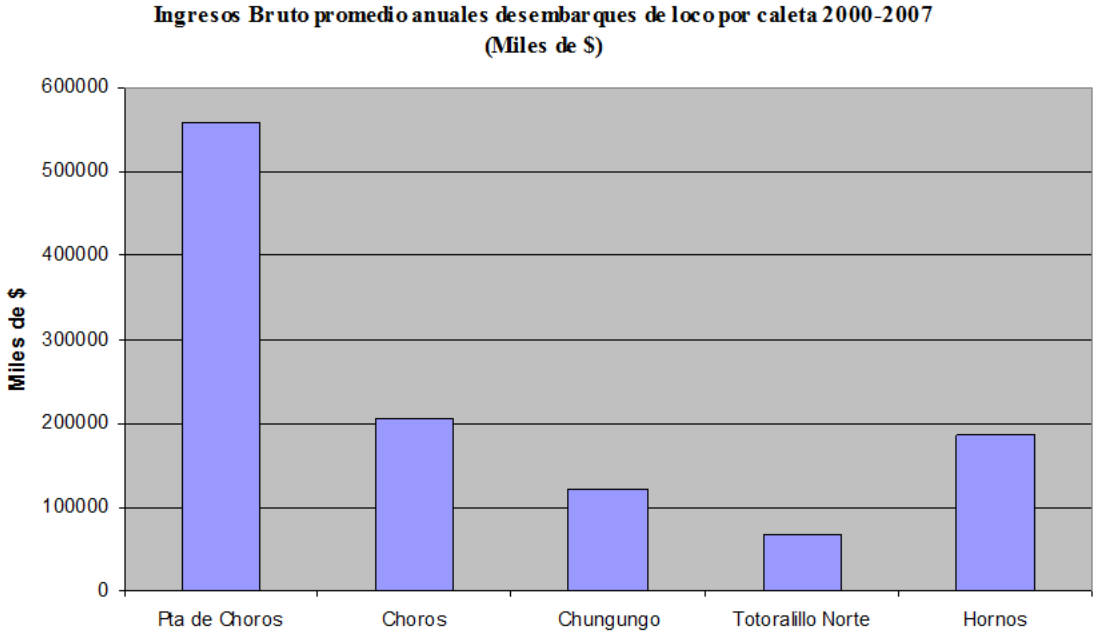
En el caso de caleta Chañaral de Aceituno, las cifras de desembarque de loco muestran un

...in a partir de Chávez y Tirado ...ero Artesanal Sernapesca Región ...a Pesca Artesanal, Coquimbo.

Folio010751

deterioro importante entre los años 2003 y 2008, tendencia que se revierte de manera parcial en 2009.





Esto refleja la tendencia a la baja en la productividad de sus áreas de manejo, lo que implica pensar urgentemente en la reconversión del sector hacia otro tipo de especies[18] y/o, de manera definitiva, hacia otras actividades productivas como el turismo de naturaleza.

Según datos del Informe de Inversiones del sector artesanal en la década de los 90[19], la distribución regional de los recursos públicos destinados a la pesca artesanal en la Región de Atacama tiene una relación inversa a la productividad del sector, medida como el desembarque total regional. Esto significa que los recursos públicos asignados a la pesca artesanal en esta Región no se condicen con el aporte que ésta hace a la productividad del sector artesanal nacional, lo que implica en los hechos un subsidio cruzado entre los pescadores de la Región de Atacama y el resto de los pescadores del país.

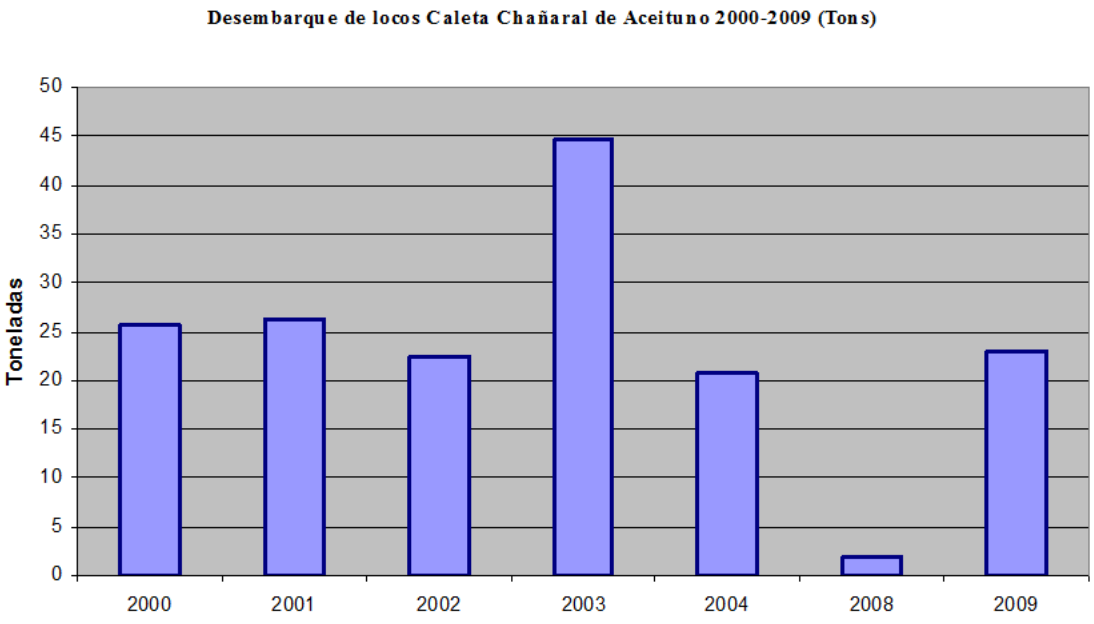
Desde el punto de vista del número de embarcaciones, la Región de Coquimbo es una de las que recibe menor cantidad de recursos públicos destinados a infraestructura (respecto al valor promedio), pese a ser una de las regiones con mayor número de embarcaciones.

Si nos basamos en la inversión pública realizada por pescador, $ 164.000, la Región de Coquimbo muestra una diferencia de casi $14.000 bajo el promedio nacional ($178.000) lo que

18 *Zuñiga, et al, 2008, postula que las AMERB de Coquimbo que disponen del recurso loco obtienen, en promedio, un peor resultado en base a una serie de indicadores socioeconómicos comparado con las organizaciones que explotan otras especies.*

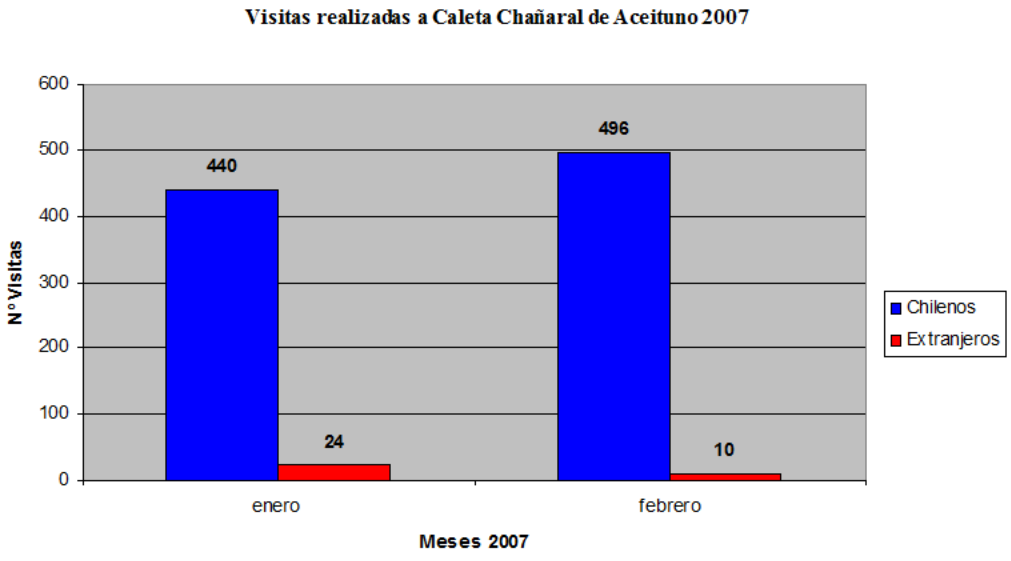
19 *Montoya, M. 2002.*

señala una asignación poco equitativa desde esta perspectiva.



En términos brutos, al año 2002 ambas regiones muestran una participación en la inversión nacional total a la pesca artesanal de sólo el 12,8%.

Estas cifras revelan claramente la necesidad de incrementar y mejorar la inversión pública hacia la pesca artesanal en estas regiones, la que debe incluir mayor transferencia de recursos financieros, tecnología e investigación científica para aumentar la productividad del sector.



III. Turismo

Análisis Regional del Sector Turismo en las Regiones de Coquimbo y Atacama

La Región de Coquimbo es visitada anualmente por más de 600 mil personas El 95% de las visitas corresponde a turistas nacionales y el 5% a extranjeros.

La región ha establecido su oferta turística sobre la base de dos áreas de desarrollo: el turismo de sol y playa y el turismo de fines especiales, en particular, gastronómico, cultural, religioso, rural y ecológico. Tanto para el visitante nacional como para el extranjero, los atractivos turísticos (41,9%) y el clima (33,4%) constituyen los principales motivos para visitar la Región de Coquimbo. (Sernatur, Región de Coquimbo, 2009, www.tecturcoquimbo.cl)

La región presenta una demanda muy estacional y extremadamente concentrada en el litoral de La Serena y Coquimbo, donde además reside el mayor porcentaje de la oferta regional. De esta manera, se hace imperiosa la necesidad de lograr diversificar la oferta turística regional tanto en términos de destinos turísticos como en actividades.

Lo anterior también es válido para la III Región, especialmente en el caso de Chañaral de Aceituno. En el siguiente gráfico se presenta el número de visitantes a Chañaral de Aceituno en la temporada 2007, observándose una clara asimetría entre los turistas chilenos y extranjeros, a favor de los

primeros. Obviamente, esto presenta una gran oportunidad para abrir la oferta turística de la zona a visitantes extranjeros que aún no se enteran de las bondades naturales de esta zona.

TIPOS DE TURISMO Y ACTIVIDADES TURÍSTICAS ÁREA CALETA LOS HORNOS - EL MARAY

TIPO DE TURISMO		ACTIVIDADES
TURISMO PREDOMINANTE	AGROTURISMO	OBSERVACIÓN ACTIVIDAD CAPRINA
	DE TRADICIONES	GASTRONOMÍA
TURISMO COMPLEMENTARIO	DE SOL Y PLAYA	ASOLEAMIENTO
	DEPORTIVO	PESCA RECREATIVA
	CULTURAL	VISITA POBLADO TÍPICO
	DE TRADICIONES	FIESTA RELIGIOSA
		ARTESANÍA
	DE AVENTURAS	CABALGATAS
	ECOTURISMO	OBSERVACIÓN DE PAISAJE
		OBSERVACIÓN DE FLORA Y FAUNA

Fuente: PLADETUR, 2008

TIPOS DE TURISMO Y ACTIVIDADES TURÍSTICAS ÁREA TOTORALILLO NORTE - CHUNGUNGO

TIPO DE TURISMO		ACTIVIDADES
TURISMO PREDOMINANTE	CULTURAL	OBSERVACIÓN DE HITOS DE LA MINERÍA COMUNAL
		OBSERVACIÓN DE FIESTAS Y ACTIVIDADES TÍPICAS
TURISMO COMPLEMENTARIO	DE SOL Y PLAYA	ASOLEAMIENTO
		ACTIVIDADES DE PLAYA
		PESCA RECREATIVA
	ECOLÓGICO	OBSERVACIÓN DE CHUNGUNGO
		OBSERVACIÓN DE FLORA Y DESIERTO FLORIDO

Fuente: PLADETUR, 2008

Turismo actual en la zona propuesta como AMCP

Al observar los datos de la zona propuesta en las siguientes tablas -obtenidas en el Pladetur 2008- se expone una variedad de circuitos turísticos, tipos de turismo predominante y actividades asociadas a ellos.

A la luz de esta información, el establecimiento de AMCP en la zona sin duda debiera potenciar los resultados aquí expuestos.

Turismo de Intereses Especiales

La zona que se propone como área marina costera protegida es, junto a la Antártica chilena, la zona más estudiada de Chile en la temática de los cetáceos. La diversidad biológica que alberga es única en el mundo, lo que permitió la configuración de una Reserva Nacional de 859,3 hectáreas (en la que Isla Chañaral es la que proporcionalmente abarca la mayor extensión, 507,3 hectáreas) y dos Reservas Marinas[20].

A partir de esta premisa, las condiciones para desarrollar un turismo de intereses especiales en esta zona son evidentes. Entre estas condiciones podemos mencionar la necesidad de diversificar la estructura productiva en el área; la necesidad de innovar en la oferta turística local; la oportunidad de generar un negocio rentable que vaya en directo beneficio de las comunidades locales; las

20 RESERVA MARINA ISLA CHAÑARAL, el 11 de Julio de 2005, la Subsecretaría de Pesca -SUBPESCA, declara la "Reserva Marina Isla Chañaral". Consistiendo en la zona de mar de una milla náutica (1852 metros) en torno al perímetro costero de Isla Chañaral, ubicada en la III Región de Chile (29º01'S-71º37'W). La SUBPESCA, mediante el Decreto que declara esta Reserva Marina, procura mediante el Artículo 2, "conservar y proteger los ambientes marinos representativos de Isla Chañaral, asegurando el equilibrio y la continuidad de los procesos bio-ecológicos a través del manejo y uso sustentable de la biodiversidad y patrimonio natural".
RESERVA MARINA CHOROS – DAMAS, el 11 de Julio de 2005, la Subsecretaría de Pesca –SUBPESCA, declara la "Reserva Marina Choros-Damas". Consistiendo la zona de mar de una milla náutica (1.852 metros) en torno al perímetro costero de las islas Damas (29º13'S – 71º32'W) y Choros (29º15'S – 71º33'W), ubicadas en la IV Región de Chile. El objetivo principal de la reserva de Islas Choros- Damas es "conservar y proteger los ambientes marinos representativos del sistema insular constituido por las Islas Choros e Isla Damas, asegurando el equilibrio y la continuidad de los procesos bio-ecológicos a través del manejo y uso sustentable de la biodiversidad y el patrimonio natural."

condiciones políticas e institucionales favorables al impulso de actividades económicas emergentes así como la iniciativa de los grupos locales.
Sin embargo, existe una serie de cuestionamientos a los que se debe responder para lograr la viabilidad de este tipo de iniciativas turísticas y configurarlas como oportunidades de negocio dentro de una AMCP. Estos van desde el diseño de un Plan de Acción y Administración del área protegida -que incluya un Plan de Negocios basado en el desarrollo del turismo y avistamiento de cetáceos- hasta el diseño de un Plan de Manejo que ofrezca certeza acerca de la sustentabilidad ambiental de la actividad turística, basado en la evaluación ambiental estratégica del área, en la capacidad de carga del ecosistema y en el ordenamiento territorial del área que defina los espacios y usos de ésta. Toda esta información debiera converger en una figura legal que administre el área, de manera de asegurar la participación real y efectiva de las comunidades locales, así como en compromisos a mediano y largo plazo respecto al desarrollo sustentable de la zona sujeta a protección.

IV. Servicios Ambientales de Las Reservas Marinas Isla Chañaral y Choros/Damas

El proyecto FIP 2008–56 desarrollado por la Universidad de Concepción, valora económicamente los servicios ambientales provistos por la red de reservas marinas existentes en el país bajo la Ley de Pesca, en el que se incluyen las reservas Isla Chañaral e Islas Choros – Damas.

Este estudio identifica los principales atributos ambientales a valorar, define una tasa de descuento para proyectar los resultados de la valoración, señala los precios y stocks de cada uno de los bienes y servicios ambientales identificados para cada reserva para, finalmente, valorizar económicamente cada una de las reservas marinas en Chile.

A continuación se presentan los resultados obtenidos para las reservas Isla Chañaral e Islas Choros – Damas, las que se encuentran dentro de la zona marina y costera que forma parte de la actual propuesta de AMCP La Higuera/Isla Chañaral.

Reserva Marina Isla Chañaral

En el caso de la Reserva Isla Chañaral, en el proyecto FIP 2008-56 se identifican cinco atributos ambientales, a saber:
1. Hábitat de especies como pingüino de Humboldt, chungungo, lobo marino común y delfín nariz de botella, así como zona de alimentación y nidificación de aves como el yunco, cormorán Yeco, cormorán Lile o el piquero.
2. Turismo con fines especiales.
3. Zona de abundancia de especies hidrobiológicas comerciales como el loco.
4. Zonas reproductivas de praderas de algas (varias especies) y especies asociadas[21].
5. Investigación científica.

Estos atributos son valorizados de acuerdo con los diferentes métodos. En lo que se refiere a las actividades recreativas de los turistas, éstas se valorizan a través del método de costo del viaje; la biodiversidad marina presente en la reserva se valoriza a través de la valoración contingente; las especies hidrobiológicas existentes en las reservas como el loco y la lapa, a través del análisis de mercado y la investigación científica vinculada a la reserva se valoriza a través del método de los costos inducidos.[22]

Respecto del valor de las especies hidrobiológicas de la reserva, este estudio considera una biomasa total

21 En el caso de la existencia de alguna pradera de algas, no se consideró su valoración ya que no se tenía información que permitiera cuantificar su valor.

22 Cada una de estas metodologías de valoración económica son descritas brevemente en el anexo III-3.

al momento de la evaluación directa (julio de 2007) de 28.888 kilos, de los cuales 20.406 representan la fase explotable en el caso del loco; 13.130 kilos de los cuales 11.410 kilos son explotables en el caso de la lapa negra y 29.195 kilos de los cuales 25.936 kilos representan la fase explotable en el caso de la lapa frutilla.

Proyección de Stock Totales, Explotables y Permisibles para el Recurso Loco en la Reserva I. Chañaral en Unid. 2009-2014

Año	Total	Explotable	Permisible
2009	207.292	151.302	30.320
2010	323.363	229.230	45.846
2011	385.071	269.105	53.821
2012	412.525	289.534	57.907
2013	422.815	299.825	59.965
2014	427.319	304.328	60.866

Proyección de Stock Totales, Explotables y Permisibles para el Recurso Lapa Negra en la Reserva I. Chañaral en Unid. 2009-2014

Año	Total	Explotable	Permisible
2009	238.477	203.352	61.006
2010	337.691	284.254	85.276
2011	376.116	316.647	94.994
2012	388.501	329.032	98.710
2013	392.732	333.264	99.979
2014	394.157	334.689	100.407

Proyección de Stock Totales, Explotables y Permisibles para el Recurso Lapa Rosada en la Reserva I. Chañaral en Unid. 2009-2014

Año	Total	Explotable	Permisible
2009	581.301	433.051	129.915
2010	878.251	639.815	191.944
2011	1.021.608	739.000	221.700
2012	1.079.930	786.493	235.948
2013	1.101.630	808.192	242.458
2014	1.110.458	817.02	245.106

Fuente: IFOP 2008-56

A partir de estos stocks, se generan las siguientes proyecciones para el año 2014 de las cantidades totales reclutadas[23], las explotables[24] y las permisibles[25] para cada una de las especies:

Para el cálculo, se consideraron los siguientes precios para los recursos:

Recurso Loco: $ 935.000 la tonelada, correspondiente al promedio de los años 2007 y 2008 para la III Región.
Recurso Lapa Negra: $ 600.000 la tonelada, dato promedio disponible el año 2005 para la IV Región.
Recurso Lapa Rosada: $ 737.616 la tonelada, promedio disponible en los años 2004, 2005 y 2006 para la III Región.

De esta manera, el valor del stock explotable para el caso del recurso loco alcanzaría los MM$166 al año 2014 para el stock reclutado (con un rango de estimación entre MM$ 142 y MM$ 188). Este valor correspondería al valor estimado del stock en caso de extraer todos los ejemplares por sobre la talla mínima legal. Considerando la necesidad de sustentabilidad de la actividad, los montos que finalmente son considerados para la estimación del valor del recurso loco en la Reserva Marina Isla Chañaral, corresponden a aquel estimado para la fracción permisible, la que tendría un valor de MM$ 33. Finalmente, el valor de referencia para el cálculo del valor total fue la estimación determinística a valor presente, con una tasa de referencia del 8%, esto es, MM$ 415.

En el caso del recurso lapa negra el valor del stock explotable alcanzaría los MM$ 33 al año 2014 para el stock reclutado (con un rango de estimación entre MM$ 27 y 38). El valor de la fracción permisible tendría un valor de MM$ 10, siendo el valor de referencia para el cálculo del valor total la estimación determinística a valor presente con una tasa de referencia del 8%, esto es MM$ 123.

Finalmente, para el caso del recurso lapa rosada, el valor del stock explotable alcanzaría a los MM$ 75 al año 2014 para el stock reclutado (con un rango de estimación entre MM$ 66 y 84). El valor de la fracción permisible tendría un valor de MM$ 23, siendo el valor de referencia para el cálculo del valor total la estimación

23 La disponibilidad total del recurso se estima sobre la base de valores y ecuaciones de crecimiento natural y mortalidad..

24 Corresponde a la disponibilidad estimada de ejemplares de tamaño superior a 90 mm para el loco y 64 mm para la lapa negra y lapa rosada, tallas mínimas legales de extracción.

25 Es la captura total permisible y corresponde al 20% o 30% de la fracción explotable, la cual asegura la sustentabilidad del recurso.

determinística a valor presente con una tasa de referencia del 8%, esto es, MM$ 282.

Por lo tanto, el valor comercial total de la reserva en valor presente al año 2009, considerando los recursos loco, lapa negra y lapa rosada, de acuerdo al proyecto FIP 2008-56 alcanzaría los MM$ 820, o un valor perpetuo de MM$ 10.250.

Los autores del proyecto FIP 2008-56 realizan una estimación no paramétrica[26] de la Disposición a Pagar (DAP) de los hogares para valorizar la biodiversidad marina presente en la reserva isla Chañaral, alcanzándose una media de $ 6.478. Destaca el hecho de que en este mismo estudio, las reservas cuya característica principal es la importancia de la biodiversidad existente en ellas, son las que presentan valores más altos en DAP. En este sentido, el valor más alto encontrado en el caso de las estimaciones no paramétricas corresponde a la reserva marina de la Isla Chañaral.

Considerando la población muestral del experimento de valoración, es decir, 2.130.244 hogares, se tiene un valor anual para el DAP de casi MM$ 13.800. Al considerar una tasa de descuento del 8%, se obtiene un valor perpetuo en este ítem para la reserva Isla Chañaral de MM$ 172.497, el valor más alto en este ítem entre todas las reservas marinas del país (FIP 2008-56).

Finalmente, a través del método de los costos inducidos, es decir, sabiendo cuánto es lo que el Gobierno ha gastado en investigación científica en la Reserva, se llega al valor anual de $ 8 millones para este ítem y con una tasa de descuento del 8% una perpetuidad de $ 100 millones.

Reserva Marina Choros - Damas

En el caso de la reserva Choros-Damas, el proyecto FIP 2008-56 identifica los siguientes atributos ambientales:

Recreacionales, específicamente en la playa de Isla Damas y en las zonas de buceo.

Investigación científica y educación ambiental.

Conservación de poblaciones: zona de crecimiento de recursos bentónicos; zona de nidificación y alimentación de diversas aves; zona de nidificación y hábitat de especies como el delfín nariz de botella, lobo marino común y el chungungo y, finalmente, zona de avistamiento de cetáceos con fines turísticos y científicos.

Los métodos de valoración usados para cada uno de los atributos anteriores es el siguiente:

Métodos Usados para Valorar Atributos de la Reserva Marina Choros - Damas

Atributo a Valorar	Método a Aplicar
Hábitat de especies como pingüino de Humboldt, lobos marinos, chungungos y aves como cormoranes, piqueros, etc.	Valoración Contingente
	Experimentos de Elección
Turismo en las Islas Choros-Damas	Costo del Viaje
Actividades Recreativas	Valoración Contingente
	Experimentos de Elección
Investigación Científica	Costos Inducidos
Abundancia de especies hidrobiológicas comerciales, principalmente loco	Análisis de Mercado

Fuente: IFOP 2008-56

En el caso de las especies hidrobiológicas presentes en la reserva (loco, lapa negra y lapa frutilla) el stock utilizado para realizar el cálculo de la biomasa disponible es producto de la abundancia de los recursos de

26 La estimación no paramétrica consiste en la estimación de valores poblacionales basándose en hipótesis muy generales sobre éstas. La forma de la distribución es una de las estimaciones que se realizan.

acuerdo a los resultados del proyecto FIP 2006-56, multiplicado por la superficie de la reserva, obteniéndose los siguientes stocks para cada uno de los recursos: 1.083.366 locos, 1.203.740 lapas negras y 1.083.366 lapas rosadas.

Utilizando los mismos precios que en el caso de la reserva Isla Chañaral, de acuerdo al proyecto FIP 2008-56 se obtienen las siguientes valoraciones: El valor del stock sobre la talla mínima de loco es de MM$ 91, monto que fluctúa entre los MM$ 54 y 142, el valor de la lapa negra es de MM$ 17, variando entre los MM$ 10 y 27 y lapa rosada tendría un valor comercial de MM$ 28, fluctuando entre los MM$ 14 y 50. Estos valores no pueden mantenerse en el tiempo, puesto que la extracción de la fracción permisible requiere de tiempo para que una nueva cohorte alcance las correspondientes longitudes. Por lo tanto, el valor del stock permisible para los recursos loco, lapa negra y lapa rosada alcanzaría, de acuerdo al proyecto FIP 2008-56, los MM$ 18, 5 y 8 respectivamente.

Finalmente, los montos finales de referencia para el cálculo del valor de la reserva serían los valores medios descontados al 8%, esto es, MM$ 227, 62 y 106 respectivamente. Así el valor total comercial anual estimado para esta reserva sería de MM$ 395. Esto equivale a un valor perpetuo de MM$ 4.938.

En el proyecto FIP 2008-56 se utiliza el método del costo de viaje para estimar el valor de las actividades recreacionales en la reserva así como el avistamiento de especies emblemáticas, obteniéndose una media de $ 25.597 por familia (febrero 2009). Esto implica un valor anual de MM$ 1.779 y una perpetuidad (al 8%) de MM$ 22.238.

Al igual que en el caso de la reserva Isla Chañaral, los autores del proyecto FIP 2008-56 realizan una estimación no paramétrica de la Disposición a Pagar (DAP) de los hogares para valorizar la biodiversidad marina presente en la reserva Choros-Damas, alcanzándose una media de $ 5.872. Considerando la población muestral del experimento de valoración, es decir, 2.130.244 hogares, se tiene un valor anual para el DAP de más de MM$ 12.508. Al considerar una tasa de descuento del 8% se obtiene un valor perpetuo en este ítem para la reserva Choros-Damas de MM$ 156.360.

Finalmente, también través del método de los costos inducidos se llega al valor anual de casi MM$ 92 para el atributo investigación científica, y con una tasa de descuento del 8% una perpetuidad de MM$ 1.146. Este es el valor más alto entre todas las reservas marinas en Chile según el proyecto FIP 2008-56, abarcando el 35% de toda la investigación científica

Valor de las Reservas I. Chañaral y Choros - Damas Año 2009 (Millones de Pesos)

Reserva	Valor Comercial	Costo del Viaje	Investigación	Sin Mercado	TOTAL
Chañaral	820		8	13.800	**14.628**
Choros-Damas	395	1.179	92	12.509	**14.175**
TOTAL	**1.215**	**1.179**	**100**	**26.309**	**28.803**

Fuente: IFOP 2008 - 56

Valor de las Reservas I. Chañaral y Choros - Damas a Perpetuidad (Millones de Pesos)

Reserva	Valor Comercial	Costo del Viaje	Investigación	Sin Mercado	TOTAL
Chañaral	10.250		100	172.497	**182.847**
Choros-Damas	4.938	22.238	1.146	156.360	**184.682**
TOTAL	**15.188**	**22.238**	**1.246**	**328.857**	**367.529**

Fuente: IFOP 2008- 56

relacionada a las reservas marinas. Con esto se llega al siguiente cuadro resumen con el valor total calculado por el proyecto FIP 2008-56 para las reservas marinas Isla Chañaral e Islas Choros – Damas.

De acuerdo al cuadro anterior, el valor total de ambas reservas alcanzaría los MM$ 28.803 al año 2009 y de MM$ 367.529 a perpetuidad.

INCIDENCIA DE UN AMCP-MU EN LAS COMUNIDADES COSTERAS

Un AMCP es la herramienta más adecuada para gestionar el territorio de manera de conjugar armónicamente desarrollo económico y protección ambiental, para así contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la población involucrada.

En particular, un AMCP-MU contribuye a que las comunidades costeras involucradas se integren a su entorno natural ya que:

- Aporta a la identificación de las comunidades con sus caletas por el reconocimiento al valor patrimonial y natural de esta zona y que la destacan a nivel regional, nacional e internacional.

- Posiciona a cada una de las caletas como "marcas" en ambas regiones y en el país, lo que agrega ventajas a la integración comercial de la zona con el mundo, y a la vez refuerza la identidad de la población con su territorio.

Por otro lado, un AMCP es una manera innovadora de administrar y organizar la gestión de las caletas en el ámbito territorial como también en el desarrollo económico local. Respecto de este punto, se puede destacar:

- Un AMCP promueve el uso sustentable del mar para romper la tendencia negativa respecto de la productividad de las AMERBs en los últimos años27, permitiendo atraer inversiones que doten de una infraestructura adecuada a la zona, además de impulsar el desarrollo de investigaciones científicas que permitan potenciar su uso.

- A través del AMCP se revaloriza e instaura a la zona costera como eje de acción y núcleo de expresión patrimonial y se promueve el trabajo intersectorial, transversal e interdisciplinario en el tratamiento de las temáticas locales.

- Un AMCP facilita la gestión, promoción y desarrollo de actividades productivas y de servicios no tradicionales, al darle un carácter de protección especial y con certeza jurídica a la zona. En especial, se estimula la demanda por actividades "no tradicionales" ya que resultan estratégicas para su desarrollo productivo y se plantea la necesidad de fortalecer la industria turística y las actividades relacionadas con los centros de investigación científica.

- Un AMCP genera las condiciones que permiten a la comunidad desarrollar iniciativas innovadoras, a través de un plan de administración que priorice la autonomía y la capacidad de autogestión de los usuarios del área para el desarrollo de actividades económicas.

- El AMCP es una herramienta que permite optimizar los recursos humanos, técnicos y financieros para preservar el patrimonio natural, social y cultural de esta zona costera.

Finalmente, un AMCP puede ayudar a mejorar las destrezas y habilidades de la población requeridas para que ésta se integre al crecimiento de las caletas a través de:

27 *Subpesca, (2005)*

- La capacitación en aquellas habilidades y destrezas productivas orientadas a las nuevas demandas del mercado generadas por el nuevo estatus de la zona.

- La promoción del compromiso de la comunidad con su calidad de vida, especialmente con su medio ambiente natural.

- La optimización de recursos a través de una adecuada complementariedad entre diversas iniciativas que tengan como destino final el uso de los recursos marinos por parte de la población.

- El fortalecimiento de las relaciones sociales entre las distintas organizaciones de la comunidad local y usuarios de la potencial área de protección.

Es importante mencionar que esta área costera ya cuenta con dos Reservas Marinas, lo que implica en los hechos la relevancia que se le da desde el Estado a la conservación y preservación de ciertas áreas dentro de la zona. En esta perspectiva, un Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos tiene la fortaleza de complementar los instrumentos anteriores y darle un marco adecuado a la gestión de los recursos naturales, especialmente marinos, potenciando dos sectores económicos en particular: la pesca artesanal y el turismo.

Lo relevante en este punto es lograr que la AMCP- MU ancle en el contexto socio –económico local, involucrando a la comunidad local tanto en la promoción de la AMCP como también en la recepción de los beneficios económicos que esta iniciativa podría generar. Para lograr lo anterior se necesita que la gestión de la AMCP contemple los siguientes objetivos de largo plazo:

- Disponer de un equipo promotor legítimo de la iniciativa a nivel local.

- Insertar una cultura sistemática de integración local en la administración de la AMCP.

- Disponer de las herramientas funcionales necesarias para el desarrollo de la integración local.

- Disponer de herramientas de control de los efectos económicos de la AMCP.

- Organizar una repartición equitativa de los beneficios económicos en un perímetro ampliado.

- Agrupar la competencia declarada entre los diferentes grupos de usuarios.

- Velar por la reinversión local de las rentas económicas (excedentes).

- Disponer de un modo de autofinanciamiento parcial en beneficio de la AMCP.

- Disponer de herramientas de evaluación que garanticen el equilibrio conservación / explotación de la biodiversidad.

- Hacer participar a la población en la vida de la AMCP.

UN AMCP- MU Y SU APORTE A LA ACTIVIDAD PESQUERA

Un AMCP de Múltiples Usos tiene importantes impactos sobre la pesca artesanal. Más allá de darle protección especial a una extensa zona litoral y marítima, la administración del área orientada por criterios de sustentabilidad y enfocada en planes de manejo y evaluación ambiental estratégica, permite a esta actividad proyectarse de manera interesante como una fuente relevante de desarrollo económico.

Desde el punto de vista estrictamente económico, un AMCP:

- Posibilita la generación de una actividad económica que entregue ingresos estables a los pescadores artesanales y sus familias.

- Permite convertir la pesca en una actividad económica y ambientalmente sustentable de alta tecnología, alto impacto social y que desincentive la sobreexplotación de los recursos pesqueros.

- Posibilita que la zona se transforme en un polo importante de desarrollo para las economías de las regiones de Atacama y Coquimbo, esto al incrementar de manera importante, ya sea en términos de pesca extractiva como también en áreas de manejo, la oferta de productos pesqueros de alto precio en los mercados internacionales.

- Incrementa la investigación científica permitiendo el descubrimiento e identificación de nuevos bancos naturales de recursos hidrobiológicos, lo que se transformará en ventana para el lanzamiento de nuevas actividades económicas.

- Hace posible el desarrollo de una industria procesadora paralela, lo que redunda en mayor empleo directo e indirecto en las áreas urbanas y otros sectores económicos (transporte, servicios, etc.) a través de los eslabonamientos productivos.

Desde un punto de vista político, un AMCP-MU consolida la importancia geopolítica de esta zona litoral al producir el arraigo de los pescadores a su caleta, consolidando los poblados con presencia permanente, así como también recibiendo nuevos flujos de inmigrantes.

Para cumplir los puntos anteriores, es necesario que la futura administración del AMCP contemple entre sus objetivos:

- Asociar a los pescadores a la gestión de la AMCP para que ésta sea eficaz hasta la zona de costa, incluyendo las áreas de manejo y de libre acceso, para así preservar los sectores con recursos claves.

- Identificar las necesidades de los pescadores y sus expectativas con el fin de evaluar lo que es realizable y lo que no.

- Realizar un seguimiento biológico de las pesquerías para una mejor explotación del stock en el tiempo.

EL APORTE DE UN AMCP AL SECTOR TURÍSTICO

El adoptar una perspectiva de sostenibilidad o de largo plazo implica asumir la responsabilidad explícita de identificar el impacto de la actividad turística, cuidando cada uno de los componentes de su cadena de valor, ya que si alguno de ellos no tiene la solidez suficiente, será altamente probable que la haga colapsar, y por tanto poner en riesgo o detrimento a la población local. Ciertos aspectos que ejemplifican el fenómeno anterior son el manejo de los residuos sanitarios domiciliarios, la gestión turística del territorio y la política de precios.

De esta perspectiva, un AMCP da respuesta a este desafío al plantear el desarrollo de la actividad turística a partir del resguardo ambiental de esta área marina, así como la definición de un proyecto estratégico mayor configurado en torno al capital natural que posee esta zona. Con esto se potencian dos de los circuitos turísticos definidos en el Plan de Desarrollo Turístico de la Comuna de La Higuera, como lo son el corredor Caleta Hornos – Punta de Choros y parte del circuito minero Chungungo – El Tofo –La Higuera. (Pladetur, 2008)

Más aún, un AMCP tiende a consolidar áreas turísticamente explotadas, como Punta de Choros y Los Hornos, y desarrollar otra área de explotación potencial como Chungungo-Totoralillo Norte (Pladetur, 2008)

En particular un AMCP potencia la actividad turística dado que:

Contribuye a la creación de cultura y conciencia turística entre la población local, en especial la relacionada al turismo sustentable.

Mejora la gestión turística y entrega oportunidades de capacitación a la comunidad local en materias relacionadas con la actividad.

Permite mayor visibilidad de los aprovechamiento de los hallazgos en materia biológica y de biodiversidad que puedan realizarse en la zona.

Permite mejorar sustancialmente la infraestructura y el equipamiento de los servicios turísticos.

Crea una referencia clara respecto a la protección ambiental y ordenamiento territorial de la actividad turística con el fin de resguardar los recursos turísticos naturales y culturales.

Puede constituir un modelo de gestión integral del sistema turístico posible de replicar a nivel comunal y regional.

Los beneficios que un AMCP importa a la actividad turística buscan aumentar el nivel de competitividad que enfrenta el sector turístico, no sólo en estas localidades, sino que en toda la Región de Coquimbo y en parte de la Región de Atacama, esto respecto de otros mercados similares.

Lo anterior tiene directa relación con alcanzar mayores grados de productividad, lo que pasa necesariamente por una integración eficiente y eficaz entre los atractivos turísticos, las inversiones de capital y los recursos

PLAN DE DESARROLLO TURISTICO COMUNA DE LA HIGUERA

Eje Regional			
Eje	Crecimiento Sustentable: Turismo y nuestro Ambiente		
Potencialidades	**Desafíos**	**Limitantes**	**Riesgos**
Maximizar las potencialidades y fortalezas de un medio natural poco modificado a lo largo del tiempo y expresiones culturales propias	Generación de un desarrollo turístico que no altere el patrimonio natural y cultural de la comuna	Dinámica de crecimiento de otros usos sobre el territorio que pueden alterar negativamente el patrimonio natural y cultural	Pérdida de los valores patrimoniales (paisaje, flora, fauna, tradiciones, restos arqueológicos)
Lineamiento Estratégico	Establecimiento de condiciones y criterios de uso para asegurar la sustentabilidad del desarrollo turístico comunal		
	Este lineamiento representa la necesidad de que el desarrollo turístico local asuma un modelo de gestión sostenible en los planos ecológico, socio - cultural y económico.		
Líneas de Acción	Programa de definición de criterios e indicadores de usos para un turismo sustentable del patrimonio natural		
	Programa de definición de criterios e indicadores de usos para un turismo sustentable del patrimonio cultural		
	Programa de gestión integral del desarrollo comunal del sector turismo		
	Programa de conciencia sobre el uso turístico sustentable del patrimonio natural y cultural		
	Programa de inducción de comportamiento compatibles con el uso turístico sustentable del patrimonio natural y cultural		
	Programa de seguimiento y evaluación de impactos del uso turístico sobre el medio natural y cultural		

Fuente: PLADETUR 2008

productos turísticos, dando más énfasis a las actividades asociadas a los destinos y, a través de esta herramienta de gestión territorial, establecer alianzas estratégicas (gobiernos, agencias internacionales, privados, etc.) y de esta manera penetrar el mercado por múltiples canales.

Aumenta el conocimiento de los atractivos y destinos turísticos del área, permitiendo configurar nuevas ofertas turísticas a partir del

humanos, ecuación en la que un AMCP-MU puede tornarse una herramienta clave.

Finalmente, es importante mencionar el aporte que puede hacer una AMCP – MU al cumplimiento de los objetivos del plan de desarrollo turístico de la comuna de La Higuera, cuyo eje establecido en el Pladetur 2008 es generar un turismo sustentable, en especial en fortalecer las potencialidades diagnosticadas en el mismo plan, las que se encuentran relacionadas a su medio natural poco modificado a lo largo del tiempo y a la existencia de expresiones culturales propias. Estos objetivos se pueden lograr a través de la limitación que implica un AMCP – MU al crecimiento de actividades antrópicas que eventualmente afecten negativamente el patrimonio natural y cultural. (Ver el siguiente cuadro)

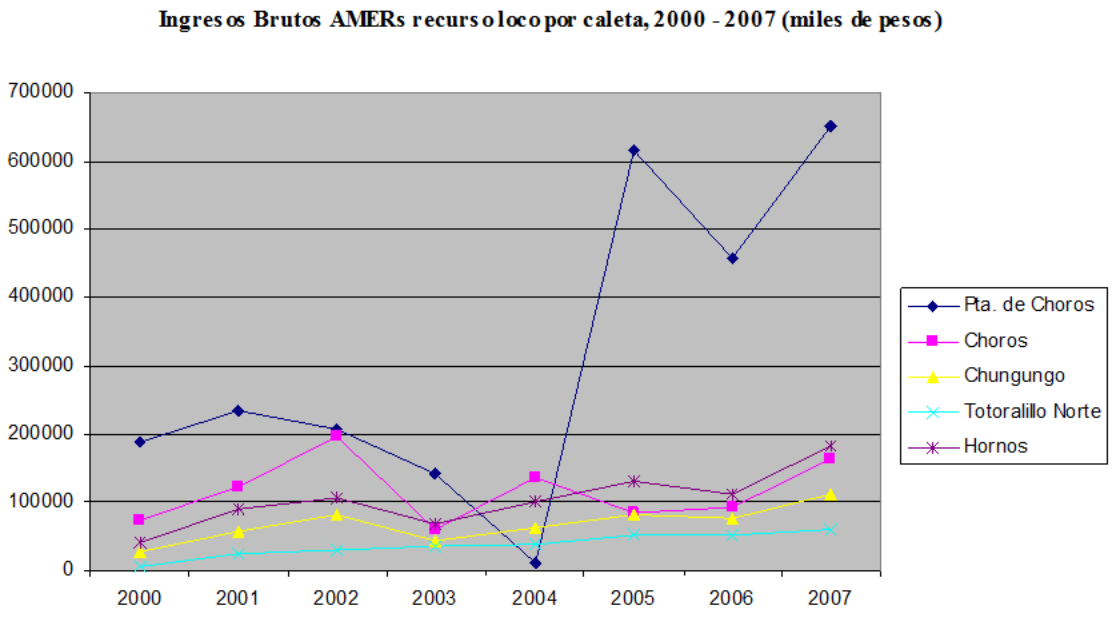
PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO DE PROTECCIÓN PROPUESTO

Desde un punto de vista conceptual, una AMCP es una figura con propósito de conservación y uso sustentable que puede admitir usos en distintos niveles, desde los más “restrictivos” hasta los más “permisivos” en el contexto definido por los objetivos de creación del área. Esto implica que las actividades económicas que se desarrollen en su interior estarán supeditadas a niveles establecidos mediante criterios como la capacidad de carga y/o la compatibilidad de usos, entre otros.
En este sentido, la AMCP – MU no pretende regular actividades como la pesca artesanal o el turismo, ya que están se rigen por sus propias regulaciones sectoriales, sino que más bien, busca gestionar de manera sustentable un territorio determinado para lograr objetivos de conservación y desarrollo sustentable, así como lograr que los beneficios de ese desarrollo lleguen a las comunidades locales. Si para lograr estos objetivos se requiere excluir determinadas actividades, la propia figura de AMCP debe definirlo.

Lo anterior implica socializar con la comunidad local las implicancias de la aplicación de la AMCP entre los usuarios del área, de modo de que éstos conozcan, evalúen y acepten los grados de restricción que conlleva la búsqueda de los objetivos de conservación. Esto es relevante en el caso de actividades de alto impacto ambiental que no sólo afectan las condiciones naturales -únicas del área- sino que abiertamente constituyen una amenaza al desarrollo de otras actividades económicas como la pesca artesanal y el turismo.

Dado que Chile no cuenta con un marco institucional y jurídico que otorgue gobernabilidad a las AMCPs, el proyecto contempla involucrar al máximo a la comunidad y a los actores interesados en la medida, a través de la elaboración de un plan de trabajo, contenido en el Plan de Administración, que establezca objetivos de corto, mediano y largo plazo, actividades, responsables y plazos concretos.

En conclusión, una AMCP – MU en la zona costera norte de la Región de Coquimbo y la zona costera sur de Atacama, sería el instrumento más adecuado para coordinar y articular a los actores locales y regionales en los objetivos de conservación y desarrollo sustentable, integrando las actividades contenidas en los respectivos Pladeco y Pladetur, supervisando la microzonificación, desarrollando los planes de manejo de los instrumentos de conservación ya existentes e impulsando nuevas medidas de conservación, todo articulado en una visión y plan estratégico común.



Fuente: Elaboración propia en base a Sernapesca

AMENAZAS

Instalación de plantas termoeléctricas

Una de las amenazas más importantes la constituye la instalación de centrales termoeléctricas en zonas costeras aledañas a las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos. Uno de los impactos más importantes de este tipo de centrales sobre el medio ambiente marino lo constituye el uso de agua del mar y su devolución a elevadas temperaturas. Plantas de este tipo pueden succionar 80 mil metros cúbicos de agua del mar por hora, causando la muerte de larvas, plancton y una serie de organismos marinos fundamentales para el funcionamiento del ecosistema. A esto se debe sumar el uso de sustancias anti – fouling en sus instalaciones submarinas[28].

Una tesis del Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas[29], CEAZA, comprueba que ejemplares juveniles de loco (concholepas concholepas), una de las especies más importantes de las AMERBs, expuestos a un efecto combinado de aumento de la temperatura en 6° C y la presencia de sustancias anti-fouling, genera una mortalidad del 100% al cabo de 1 a 3 semanas. Si el aumento de la temperatura es de 4° C (+ anti-fouling) los juveniles pueden sobrevivir hasta un mes. Si bien los efectos aislados de la presencia de anti-fouling y del aumento de la temperatura en 6° C no generan tanta mortalidad (40 y 20%, respectivamente) como en el caso del efecto combinado, sí disminuyen drásticamente las tasas de alimentación y de crecimiento de los juveniles de loco.

Estos resultados constituyen una grave amenaza a la productividad de las AMERBs, con pérdidas importantes de ingreso para las comunidades de pescadores, considerando la relevancia que tiene esta actividad para la economía de las familias, ya que sólo

28 La gran cantidad de químicos anti-fouling utilizados en pinturas para revestir las instalaciones submarinas de la central se deben considerar como una fuente de emisión de contaminantes de las plantas termoeléctricas. La dilución de estas pinturas representa otro riesgo para la fauna marina, siendo los copépodos y bivalvos (en particular) los más afectados. Una vez más, estas especies marinas son objetivos importantes para las comunidades de pescadores artesanales en nuestro país

29 Efecto del aumento de la temperatura y la presencia de pintura ant-ifouling sobre la supervivencia, crecimiento y alimentación en juveniles de loco Concholepas concholepas, Tesis en curso, Rodrigo Roco. Profesora Guía: Katherine Brokordt, CEAZA.

en el caso de Punta de Choros entregó ingresos brutos por más de MM$ 650 el año 2007, y considerando todas las caletas de la comuna de la Higuera[30]se obtuvieron más de MM$ 1.170..

Es más, al dañar la productividad biológica de las AMERBs se estaría atentando contra un modelo de administración pesquera que ha logrado contribuir a la conservación de los recursos bentónicos y a la sustentabilidad económica de la actividad pesquera artesanal[31]. Adicionalmente, se ha demostrado el aporte que este tipo de medida de administración pesquera entrega al Fisco vía pago del IVA, ya que de acuerdo a las cuotas autorizadas el año 2004, del total de las áreas de manejo del país se recaudó más de MM$ 2.800[32].

Por otro lado, como se indicó previamente, de acuerdo al informe del proyecto FIP 2008-56, la valoración de las reservas marinas Isla Chañaral e Islas Choros-Damas alcanzaría en el año 2009 más de 28,8 mil millones de pesos, los que se perderían al instalarse las plantas termoeléctricas, y lo más grave, es que de manera perpetua se perderían más de 367,5 mil millones de pesos, que es el valor a perpetuidad de los atributos ambientales asociados a ambas reservas marinas de acuerdo al proyecto FIP 2008-56.

Otro impacto importante de las plantas termoeléctricas dice relación con la emisión al ambiente de metales pesados como el mercurio. Las emisiones de mercurio pueden producir severos problemas en la salud de especies marinas y en los seres humanos que las consumen. El mercurio es tóxico, persistente y puede viajar largas distancias, lo que transforma sus emisiones en un problema que afecta más allá de una realidad local. Este metal pesado es una conocida neurotoxina que puede alterar el normal desarrollo cerebral de los niños y la salud cardiopulmonar de los adultos. En países como Estados Unidos, las agencias competentes han alertado a la población de no comer más de cierta cantidad a la semana de aquellos pescados con alta presencia de mercurio como el atún, entre otros. El compuesto orgánico de mercurio más peligroso es el metilmercurio, el que tiene la capacidad de acumularse en los organismos. Esta acumulación se magnifica al ascender en la cadena alimenticia, alcanzando los niveles más peligrosos en los grandes depredadores como tiburones, atunes y peces espada. Es por esto que el consumo humano de estas especies es altamente riesgoso ya que pueden superar ampliamente el valor límite establecido de 1 mg/kg. La bioacumulación de metilmercurio acarrea serios problemas, especialmente en el cerebro en desarrollo de bebés en gestación, neonatos y niños pequeños, causando, entre otros efectos, discapacidad mental y trastornos de la función motora gruesa e incluso la muerte (Harada, 1995; Eto et al. 2002).

El fenómeno de bioacumulación de metales pesados en ecosistemas marinos ha sido ampliamente estudiado (Méndez et al.2001). Los altos niveles de liberación antrópica de mercurio al ambiente han incrementado la cantidad de mercurio en distintas fuentes de agua, como estuarios, lagos y océanos. Bacterias presentes en los sedimentos de estas fuentes transforman el mercurio desde su forma elemental o metálica al compuesto orgánico metilmercurio, extremadamente peligroso para el ser humano y la fauna en general. El

30 *Zuñiga et al, 2008, calcula el ingreso neto de 2 AMERBs en la zona de estudio para el año 2004: El Apolillado en Los Choros y Hornos en la Caleta del mismo nombre. Más de 94 millones de pesos para la primera y más de 34 millones para la segunda. Para lo anterior, los autores realizan una estimación de los costos de las AMERBs, divididos en costos de captura y costos de tareas.*

31 *Sernapesca, 2005*

32 *Ídem.*

problema con el metilmercurio radica en sus propiedades fisicoquímicas, ya que tiene afinidad con los lípidos, lo que le permite traspasar fácilmente la barrera hemato-cefálica y la placenta, además de unirse fuertemente a los sulfuros del aminoácido cisteína, por lo que su eliminación del cuerpo es lenta, produciéndose un fenómeno de bioacumulación. Este compuesto se traspasa al plancton por filtración o consumo de bacterias, y luego asciende por la cadena trófica al depredar los animales más grandes sobre aquellos más pequeños. Dentro de una cadena trófica, los niveles de acumulación no son iguales, obteniéndose valores mayores en los depredadores tope, los que consumen animales más grandes y por tanto con mayor contenido de metales en sus tejidos. En grandes depredadores como el pez espada (Xiphias gladius), incluso se ha establecido como un fenómeno independiente de la contaminación humana, ya que al analizar tejidos de especímenes recolectados en museos entre 1878 y 1909 (antes de que grandes industrias comenzaran a contaminar los mares) se encontraron concentraciones de mercurio en un rango entre 0,45 y 0,9 mg/kg (Méndez et al. 2001). Actualmente, con el gran incremento en las emisiones de mercurio, los valores registrados para la especie superan fácilmente los 2 mg/kg, dependiendo del tamaño o edad del espécimen.

Otros depredadores importantes de los mares son los tiburones, tanto por su distribución a lo largo de todos los océanos como por su rol ecológico de control de tamaños poblacionales de distintas especies marinas. Estos peces son longevos, algunos de gran tamaño y de lento crecimiento, y pueden demorar muchos años en llegar a la madurez sexual. Un ejemplo extremo se tiene en el Quelvacho Negro (Centrophorus squamosus) cuya edad reproductiva, se estima, comienza entre los 20 y los 40 años de vida, viviendo al menos unos 70 años (Last & Stevens 2009). Debido a estas características, son capaces de acumular grandes cantidades de metilmercurio durante su vida.

Estudios realizados en diversas partes del mundo han detectado niveles de metilmercurio en tejidos de tiburones que superan los estándares de salud exigidos internacionalmente, y han demostrado una correlación entre el tamaño (o edad) y la cantidad de mercurio acumulado, la que aumenta de forma exponencial para individuos más grandes (Walker 1976, Caputi 1979, Penedo de Pinho et al. 2002). La cantidad de esta toxina encontrada en tiburones depende tanto de la especie, tamaño (edad), sexo y el lugar en que habitan, pero en general especímenes que miden 200 cm o más superan el estándar de 1µg/gr (Hueter et al. 1995).

Las especies piscívoras tienen una mayor bioacumulación que aquellas que se alimentan de invertebrados, así como también un mayor porcentaje de metilmercurio respecto del mercurio total en el cuerpo (Penedo de Pinho et al. 2002). Pero además del tipo de alimentación, importa la forma de alimentarse, ya que especies como el tiburón martillo (Sphyrna zygaena) que consumen especies bentónicas, acumulan más mercurio que aquellas que depredan sobre organismos pelágicos en un mismo sistema (Storelli et al. 2002). Pueden incluso alcanzar concentraciones de hasta 18,29 mg/kg en especímenes del mar Mediterráneo. A este respecto, se ha postulado que la estrecha relación con los sedimentos hace que organismos bentónicos presenten mayores niveles de metales en sus tejidos.

Esta enorme cantidad de metilmercurio acumulado en grandes depredadores hace que el consumo de ellos sea muy peligroso para otras especies de vida silvestre. Tal es el caso de las poblaciones de orca (Orcinus orca), el

mayor depredador de los mares, que consume calamares y peces de todos los tamaños, incluyendo distintas especies de tiburón (Fertl et al. 1996, Visser et al. 2000, Visser 2005), e incluso mamíferos como focas y cetáceos (Law et al., 1997). Se han registrado altos niveles de bioacumulación de mercurio en orcas provenientes de Japón (Endo et al. 2006) con hasta 1,06 y 1,41 µg/wet g de metilmercurio en tejido muscular e hígado respectivamente, y un mercurio total promedio de 62,2 µg/wet g en hígado.

Actualmente los humanos somos los más grandes depredadores de tiburones. En 1991 se capturaron alrededor de 71 millones de animales a nivel mundial (714.000 toneladas), siendo ésta una estadística conservadora, ya que sólo considera datos de algunos países (Bonfil 1994, Stevens et al. 2000). Estas cifras aumentan anualmente debido a la alta demanda de los mercados asiáticos, como el de China, que llevan a que especimenes capturados incidentalmente en la pesca del atún y pez espada sean faenados vivos, cortando las aletas de alto valor comercial y devolviendo el cuerpo para que muera desangrado y comido por otros peces.

Este gran consumo de tiburón puede resultar muy nocivo para la salud humana, ya que no sólo se han encontrado de manera recurrente niveles peligrosos de metilmercurio, sino que además todas las muestras de tejido que han indicado niveles peligrosos son extraídas precisamente de aletas o zonas aledañas a ellas, que son las partes preferentemente consumidas por los humanos.

Otro tema preocupante dice relación con las emisiones de dióxido de carbono (CO2). La quema continua de combustibles fósiles, como el carbón, está aumentando los niveles de dióxido de carbono en la atmósfera, para ser absorbido en gran parte por los océanos. Esta cantidad cada vez mayor de dióxido de carbono en los mares está causando su acidificación. Cuando el dióxido de carbono entra en el océano, se combina con el agua de mar para producir el ácido carbónico, que consiguientemente aumenta la acidez del agua, bajando su pH. Una de las consecuencias más serias del aumento de la acidez del océano es la reducción en la cantidad de carbonato disponible para el uso por parte de animales marinos, dado que una de las aplicaciones más importantes del carbonato en el océano es la formación del carbonato de calcio y las estructuras de caliza que forman los esqueletos coralinos, las conchas y las perlas, así como las conchas de algunos organismos planctónicos marinos. La acidificación del océano afectará seriamente la capacidad de criaturas, como moluscos, langostas, entre muchos otros, de crear sus estructuras protectoras, y probablemente interrumpirá algunas de las funciones químicas y biológicas más importante de los océanos.

Perforaciones industriales en las 5 millas reservadas a la pesca artesanal

De acuerdo con la Ley General de Pesca y Acuicultura (Artículo 47) la pesca artesanal cuenta con una franja del mar territorial de 5 millas marinas medidas desde las líneas de base normales (a la que se suman las aguas interiores) exclusiva para su actividad. Sin embargo, en el mismo artículo de la Ley se abre la posibilidad a que opere la flota industrial dentro de estas áreas, si es que no se realiza pesca artesanal o mientras sea posible el desarrollo de ambos sectores pesqueros. Además, en la reforma a la Ley de Pesca generada en el año 2003 (Ley 19.907) se prohíbe expresamente el uso de sistemas o redes de arrastre de fondo en esta área de exclusividad artesanal[33].

33 Aunque en esta misma reforma se deja constancia que esta prohibición no aplica para las pesquerías de crustáceos como camarón y langostino, y aquellas pesquerías que sólo pueden ser capturadas con estos sistemas y redes, lo que en la práctica permite el arrastre

Sin embargo, este tipo de medidas no han considerado idóneamente todos los aspectos ambientales que implica el uso de redes de arrastre de fondo. Estudios de Oceana (Oceana, 2009) señalan la fragilidad de ciertos espacios del bentos dentro de las 5 millas del área que pretende ser protegida y que están siendo gravemente amenazados por la posibilidad de que buques arrastreros de fondo ejerzan su actividad en ellos.

En el fondo del océano los bosques de algas submarinas, los bancos de moluscos, la gran variedad de corales y las esponjas de aguas frías, forman verdaderos refugios para que los peces y demás animales se críen, alimenten y abriguen. Se trata de hábitats que, en algunos casos, han demorado cientos, e incuso miles de años en crearse y que, sin embargo, pueden ser destruidos en pocos minutos si sobre ellos pasa una red de arrastre. Muchos de estos hábitats se encuentran en el área que se propone proteger.

La destrucción que la pesca de arrastre de fondo produce en las complejas comunidades que habitan el fondo oceánico, contribuye a la declinación de las pesquerías ya que tales comunidades proporcionan las condiciones para resguardar y proteger el crecimiento de una gran variedad de especímenes juveniles de peces e invertebrados marinos. En definitiva, si la pesca de arrastre de fondo no se limita oportunamente, una vez que el hábitat esencial ha sido destruido, stocks de peces de valor comercial, así como otras especies que dependen del fondo marino para su desove, cría, protección, alimentación y abrigo, declinan drásticamente y pueden desaparecer.

La pesca de arrastre, tanto de fondo como de media de agua, es la menos selectiva de todas, pues consiste en un arte activo que va agresivamente en busca de aquellos que viven sobre el fondo marino o cerca del mismo. De esta forma, la red de arrastre no sólo extrae los peces que son objetivo de la pesca, sino que también captura una gran diversidad de otros organismos que constituyen el llamado bycatch o fauna acompañante, que luego es descartada y arrojada al mar, muerta o gravemente herida. Esta situación ha provocado gran inquietud por las consecuencias ecológicas que puede tener sobre la biodiversidad marina.

de fondo en las 5 millas de la bahía grande de Coquimbo.

La amenaza del arrastre de fondo en el área que se propone proteger es real desde el momento en que se aprobó la perforación industrial a las 5 millas de exclusividad artesanal en la IV Región a través de la R. E. 3.080 de septiembre del 2009, es decir, se posibilita el uso de redes de arrastre de fondo en las pesquerías de crustáceos en esta zona marina por 5 años, a contar de la publicación de esta resolución en el Diario Oficial. Por otro lado, la R. E. 2.657 de agosto del 2009 autoriza la perforación industrial en las pesquerías de crustáceos, que usan arrastre de fondo en la III Región por un período de 5 años desde la publicación de dicha resolución en el Diario Oficial.

ANÁLISIS DE ACTORES LOCALES

Este proyecto en su génesis busca alcanzar objetivos tanto de conservación como de desarrollo económico local. Por tal motivo, una de las mayores preocupaciones de los promotores de esta iniciativa ha sido comunicar los alcances de un AMCP–MU entre las comunidades locales –los principales beneficiarios-, los grados de restricción que conlleva esta iniciativa, así como el levantamiento de información relativa a las necesidades de los usuarios y las posibles competencias existentes respecto al uso del borde costero y el espacio marítimo.

En las diversas visitas efectuadas por los autores de este informe a la zona de interés se logró identificar dos grupos de usuarios diferentes. El primer grupo corresponde a los habitantes de las caletas que se encuentran al norte del área: Chañaral de Aceituno, Los Choros y Punta de Choros. Estas localidades han sido las principales beneficiadas con la creación del Parque Nacional Pingüino de Humboldt y las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros – Damas, levantando una oferta turística incipiente pero con mucho potencial, especialmente en lo que concierne a la mayor demanda turística desde el extranjero. Adicionalmente, sus áreas de manejo para la explotación de recursos bentónicos son las más productivas del área. Este grupo de usuarios apoya y promueve decididamente esta propuesta de AMCP–MU, y son concientes de los graves daños que acarrearía la instalación de plantas termoeléctricas en la zona.

El segundo grupo de usuarios corresponde a los habitantes de las caletas que se encuentran al sur del área: Chungungo, Totoralillo Norte y Caleta Hornos. Estas caletas mantienen como principal actividad económica la pesca artesanal, específicamente la explotación de recursos bentónicos, aunque sus áreas de manejo son menos productivas que las áreas de manejo que se encuentran más al norte. En conversaciones con la comunidad se nos confirma que la baja sostenida en el precio del recurso loco así como la continua migración de su población hacia las ciudades de la región ha provocado el empobrecimiento y el envejecimiento sostenido en estas localidades. Si bien una fracción de estas comunidades -por su situación de extrema necesidad- se abre a la posibilidad de negociar con las empresas que pretenden instalar las plantas termoeléctricas, existe un amplio consenso en cuanto a terminar con las perforaciones industriales a las 5 millas exclusivas de la pesca artesanal por la flota industrial arrastrera y, en este sentido, se sienten atraídos por iniciativas como una AMCP–MU. En este último punto existe un consenso general de las 6 caletas que componen el área a proteger.

En las diversas conversaciones sostenidas con las comunidades locales se logró establecer los usos actuales y reales de la zona a proteger así como las necesidades de desarrollo local. Este último aspecto –de acuerdo a los actores locales- está fuertemente relacionado con la mantención de condiciones ambientales óptimas, tanto para desarrollar el incipiente turismo de naturaleza, como para aumentar la productividad de las áreas de manejo de recursos bentónicos.

Finalmente, la comunidad muestra un vivo interés por administrar localmente el área, de manera de asegurar que los futuros beneficios de esta propuesta de conservación sean efectivamente las comunidades locales.
(Ver fotos Anexo IV)

ANÁLISIS ESTRATÉGICO[34]

A continuación se presenta un análisis que justifica la consideración de esta área para efectos de conservación.

FORTALEZAS

Patrimonio natural único

Esta zona costera presenta características naturales únicas, reconocidas internacionalmente, por lo que la zona se posiciona como un gran atractivo turístico y científico por la alta presencia de especies catalogadas como únicas, representativas y emblemáticas.

A lo anterior se agrega que, junto a la Antártica chilena, se trata de una

34 Esta metodología está basada en el Informe Técnico del Comité Técnico de Áreas Marinas Protegidas para la Declaración de un AMCP – MU en la zona de Chiloé – Corcovado, agosto 2007.

de las zonas de nuestro país donde más se estudia a los cetáceos. Esta fortaleza intrínseca del área propuesta la sitúan en un lugar de privilegio en el ecosistema marino nacional, parte única del patrimonio ambiental de Chile que debe estar sujeta a conservación.

Oportunidades para la generación de empleo

La gran biodiversidad detectada en la zona, además de su alto valor paisajístico, son los pilares en los que se puede asentar una importante oferta turística de naturaleza.

Un Área Marina Costera Protegida en esta zona permitiría gestionar de mejor manera la actividad pesquera, principalmente a través de áreas y planes de manejo para recursos marinos, tanto pelágicos como bentónicos.

Todo lo anterior constituye la base para iniciar un proceso de diversificación económica de la zona y de aumento en el ingreso de las familias locales. Esto implica generar estrategias de negocio y planes de inversión que conjuguen los objetivos de desarrollo de la comunidad local y de los pescadores artesanales de la región, con el propósito de conservación y manejo sustentable de los recursos naturales propios del área propuesta.

Prioridades de conservación regional

Dentro del área propuesta ya se encuentran declaradas dos Reservas Marinas, Isla Chañaral e Islas Choros – Damas, lo que confirma la relevancia ecológica que tiene esta zona y la alta prioridad para su conservación.

Un AMCP-MU constituiría un paso adelante en la misma dirección ya que es una de las herramientas capaces de dar soporte institucional a la gestión del uso del borde costero, que incluya las reservas marinas dentro de un contexto de administración pesquera mucho más amplia.

Reconocimiento de instituciones gubernamentales, privadas y la comunidad local

Variadas agencias gubernamentales regionales, tales como como Sernapesca y CONAF, han expresado su interés por proteger y darle un estatus especial a esta área. Asimismo, la comunidad local se ha organizado para proteger su medio natural, especialmente de aquellas industrias de alto impacto ambiental como las termoeléctricas. A su vez, los sindicatos de pescadores buscan aumentar la productividad de sus áreas de manejo y cuidar sus recursos pesqueros de la flota industrial arrastrera. Entre estos ha surgido un tremendo interés por esta iniciativa y muchos la apoyan de manera decidida.

Existencia de información de línea de base científica

El área cuenta con una base de datos oceanográficos (físicos, biológicos, químicos), geológicos y climáticos que han sido obtenidos y trabajados principalmente por investigadores de la Universidad Católica del Norte. La información abarca un período de tiempo relativamente amplio y ha generado varias publicaciones científicas en distintos ámbitos. Mucha de esta información ha sido compilada y analizada a propósito de la creación de las reservas marinas Isla Chañaral, Islas Choros – Damas y el Parque Nacional Pingüino de Humboldt.

Esto constituye una fortaleza, dado que se cuenta con una línea base científica y por lo tanto, las inversiones en investigación pueden ser orientadas a áreas específicas que aporten al logro de los objetivos de conservación del área y al conocimiento científico internacional.

Condiciones climáticas y ubicación del área

Las buenas condiciones climáticas, logísticas y geográficas del área, constituyen una fortaleza para el desarrollo de las actividades propuestas, tales como la investigación científica, el turismo y la fiscalización y vigilancia en forma general del AMCP.

OPORTUNIDADES

Sinergia con otras actividades de conservación terrestre

De acuerdo al Pladetur 2008, la zona propuesta como AMCP incluye variados circuitos turísticos en su borde costero, los que incluyen, a su vez, una serie de potenciales actividades turísticas por desarrollar. Lo anterior da pie a la configuración de áreas de conservación más amplias, que incluyan la relación de integración mar–tierra. Adicionalmente, se apoya la consecución del objetivo del Pladetur 2008 para la comuna de La Higuera, el que consiste en maximizar las potencialidades y fortalezas de un medio natural poco modificado a lo largo del tiempo y sus expresiones culturales propias.

Lo anterior cobra relevancia estratégica si se piensa en la generación de una oferta turística de naturaleza de primer nivel y el aseguramiento de flujos de inversión que vayan en esta dirección.

Cumplimiento de compromisos internacionales

Existe una serie de compromisos internacionales asumidos por el Estado chileno en materia de conservación de áreas marinas que aún están lejos de cumplirse. En este sentido, la iniciativa de generar una AMCP en esta zona de la costa de Chile contribuiría a acercarse a esta meta, en especial la referida al Convenio de Diversidad Biológica, y mostraría a Chile como un país que respalda y hace valer sus compromisos internacionales en materia de conservación de la biodiversidad.

Desarrollo de actividades productivas con altos estándares de calidad ambiental

Hoy en día, los mercados destino de nuestras exportaciones se hacen cada vez más exigentes en cuanto a su origen en materia medioambiental. Por lo tanto, no es indiferente el que muchos de los productos generados por actividades económicas en el área propuesta adquieran altos estándares ambientales, esto como fruto de un plan más general, de acuerdo a las directrices de administración de una futura AMCP que vinculen la actividad económica con la conservación ambiental.

DEBILIDADES

Desarrollo de la institucionalidad de AMCPs en regiones

Si bien la Región de Coquimbo cuenta con un proceso de zonificación del borde costero bastante avanzado gracias al establecimiento de áreas de uso preferentes a niveles macro y micro, y con una Comisión Regional de Uso del Borde Costero, no cuenta con una Comisión Regional de Áreas Marinas Costeras Protegidas que priorice la formación y administración de AMCPs en la región. En este sentido, la inexistencia de un órgano especializado en AMCPs podría traer complicaciones, pensando en un trabajo fluido y dinámico entre los actores públicos y privados con interés en la conservación de los ecosistemas marinos.

Potencialidad de conflictos entre actividades emergentes y objetivos de conservación

La zona propuesta para la formación de una AMCP es un área que ya ha estado sometida a la actividad industrial pesquera, en especial la que utiliza el arrastre de fondo. Esto obviamente

puede chocar con actividades que se desean potenciar con la AMCP, tales como la pesca artesanal y el turismo, lo que se agrava aún más al incluir el afán de instalar plantas termoeléctricas en su borde costero. Por lo tanto, es fundamental que la administración de la AMCP contemple planes de manejo para los diferentes recursos presentes en el área, como también someter al SEIA a través de EIAs todos los proyectos productivos que se desee realizar en el área. Estos estudios deben ser parte de un plan estratégico general evaluado a través de un plan piloto de evaluación ambiental estratégica.

AMENAZAS

Capacidad institucional

Actualmente se encuentra en desarrollo la institucionalidad para la formación, supervisión y administración de las AMCPs bajo un esquema público-privado, el que fue planteado para las otras AMCP-MU creadas al amparo del proyecto GEF-Marino, y por lo tanto es un modelo que está en fase de prueba. En tal sentido, la institucionalidad necesaria para una buena supervisión y administración del área es aún parcial y no ha probado su eficiencia en las tareas que le son de competencia. A esto se suma la reforma ambiental puesta en marca por el Gobierno de Michelle Bachelet, la que ha dejado pendiente aún la creación del Servicio Nacional de Parques y Biodiversidad.

Escaso conocimiento de los beneficios de un área de conservación y de difusión de los alcances de la iniciativa

En general, la opinión pública tiene un bajo conocimiento de los beneficios de establecer un área marina costera protegida. Las experiencias más exitosas de esta modalidad de protección son de carácter internacional y las nacionales aún presentan grandes déficits en cuanto su divulgación. Adicionalmente, la difusión de los beneficios de las AMCPs fluye escasamente hacia los usuarios locales (comunidades locales, pescadores artesanales, inversionistas turísticos) que viven o desarrollan su actividad en las áreas de interés para efectos de conservación.

ANÁLISIS FODA	OPORTUNIDADES · Sinergia con otras actividades de conservación terrestre · Cumplimiento de compromisos internacionales · Desarrollo de actividades productivas con altos estándares de calidad ambiental	AMENAZAS · Capacidad institucional · Escaso conocimiento de los beneficios de un área de conservación y de difusión de los alcances de la iniciativa · Aumento de la tramitación ambiental · Aumento del deterioro ambiental de la zona, pérdida de hábitats y reducción de las especies
FORTALEZAS · Patrimonio natural único · Oportunidades para la generación de empleo · Prioridades de conservación regional · Condiciones climáticas y ubicación del área · Reconocimiento de instituciones gubernamentales, privadas y la comunidad local · Existencia de información de línea de base científica	El área propuesta tiene potencialidades para ser declarada Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos en consideración de sus características naturales intrínsecas (representatividad, exclusividad, potencialidad, complementariedad). Asimismo, puede generar sinergias para el desarrollo de actividades de conservación bajo el principio tierra-mar y estimulará el mejoramiento de estándares de calidad ambiental para la sostenibilidad de las actividades productivas que en ella se realicen, destacando entre estas el turismo de naturaleza. Finalmente, la creación del área marina protegida contribuirá al cumplimiento de los compromisos internacionales ratificados por Chile, en particular la meta de protección del 10% de los ecosistemas marinos al 2012.	La situación de la institucionalidad, el aumento del deterioro ambiental y el hecho de ser área protegida oficialmente –que requiere que todos los proyectos, programas y actividades se presenten al SEIA –aumentando la tramitación ambiental asociada, constituyen riesgos para el éxito del proyecto. Lo anterior, es en parte controlado por las zonificaciones del borde costero de las regiones de Coquimbo y Atacama, y el reconocimiento de usos actual y potencial del área. Dado que se requieren ciertos grados de restricción para el buen funcionamiento de los ecosistemas a proteger y así cumplir los objetivos de conservación propuestos, se hace imperioso generar un Plan de Administración que haga partícipes a las comunidades locales.
DEBILIDADES · Potencialidad de conflictos entre actividades emergentes y objetivos de conservación · Desarrollo de la institucionalidad de AMCPs en regiones	Las debilidades identificadas constituyen desafíos para el proyecto de área protegida. La sinergia que puede construirse entre el proyecto y otras alternativas de conservación pueden ayudar a evitar eventuales conflictos entre las actividades emergentes con los objetivos de conservación, a través de alianzas estratégicas entre cada iniciativa. La propuesta de AMCP instalaría un instrumento de gestión ambiental relevante para el buen uso de los recursos naturales, dando además, continuidad a la planificación del borde costero iniciado por la zonificación de las III y IV regiones.	La principal limitante del proyecto es la capacidad institucional, especialmente la inexistencia de una instancia nacional especializada en áreas de conservación. Este vacío debiera neutralizarse en la medida que se consolide la nueva institucionalidad ambiental, en especial el nuevo Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas.

Fuente: Elaboración Propia

Aumento de la tramitación ambiental

La creación de una AMCP de Múltiples Usos es reconocida por la ley ambiental como área protegida, lo que implica que los proyectos, programas o actividades que se realicen o que se planee realizar dentro o en las inmediaciones de ésta deben someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Esto implicará un aumento en la carga de trabajo del sistema de gestión ambiental regional y un aumento en los trámites necesarios para el desarrollo de las actividades, con el consecuente incremento en los requerimientos de recursos humanos y financieros, tanto públicos como privados, para una adecuada administración y desarrollo del área protegida.

Aumento del deterioro ambiental en la zona, pérdida de hábitats y reducción de las especies

Ciertamente, el aumento predecible de la actividad productiva de todo tipo en la zona -aunque sea de bajo impacto como el ecoturismo- puede afectar las condiciones ambientales únicas que son el principal objeto de conservación, a través de la creación del área marina protegida en ese lugar.

RECOMENDACIONES FINALES

De acuerdo a los datos y antecedentes presentados en este informe, el área propuesta tiene potencialidades para ser declarada Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP–MU), en consideración de sus características naturales intrínsecas (representatividad, exclusividad, potencialidad, complementariedad). Asimismo, puede generar sinergias para el desarrollo de actividades de conservación bajo el principio tierra-mar y estimulará el mejoramiento de estándares de calidad ambiental para la sostenibilidad de las actividades productivas que en ella se realicen, destacando entre éstas el turismo de naturaleza.

En términos de biodiversidad y considerando toda la información disponible, incluyendo datos sobre el fito y zooplancton, se encuentran al menos entre 352 y 560 especies marinas dentro del área solicitada. Los grupos más diversos representan 187 especies macro-bentónicas (macroalgas e invertebrados), 122 especies de aves, 21 especies de mamíferos marinos y 68 especies de peces. Muchas de estas especies, y casi el 50 % de las especies de aves y de mamíferos marinos, se encuentran en un estado vulnerable y algunos incluso, en peligro de extinción según el listado de la UICN.

En términos de objetos de conservación, un 75 % de los peces representan especies relevantes para la conservación, siendo el grupo de los tiburones el más grande con 18 especies y con una de ellas (tollo de profundidad) en peligro de extinción según la UICN. Las restantes especies poseen un valor importante dado su rol ecológico, pero también como recurso para la pesca artesanal del área y sujeto a regímenes de pesca. En el bentos un 33% de las especies cumplen un rol ecológico fundamental como bio-ingenieros (macroalgas, hidrocorales y esponjas) y también un número considerable de estas especies son recursos importantes para la pesca artesanal. Entre todos los grupos de organismos marinos suma un total de 194 especies de importancia para el ecosistema y la conservación, valorizados entre importante y de muy alta importancia. En resumen, casi el 50% de la fauna marina es importante para sostener los ecosistemas marinos del área solicitada.

Por otro lado, en total el área comprende 12 hábitats de importancia ecológica para la conservación. Sin embargo, se puede localizar la mayoría de hábitats importantes dentro de

tres sectores: en los alrededores de la isla Chañaral, alrededores de las islas Pájaros y entre éstas la islas y la costa comprendidas entre Caleta Totoralillo y Caleta Hornos, lugares en los que ocurren los eventos de surgencia y donde la micro-circulación dentro de la bahía grande de Coquimbo produce la retención de nutrientes en el plancton.

En términos de la representatividad e importancia del área para la conservación y un manejo sustentable de la diversidad marina y sus recursos, el área propuesta representa y reúne todas las características para solventar los beneficios de una reserva marina, los que deben incluir la protección de hábitats, la conservación de la biodiversidad, la protección de los servicios ecológicos, la recuperación de poblaciones y especies sobre explotadas, exportación de individuos a áreas explotadas y también asegurar el ambiente para las ciencias, la educación, la recreación e inspiración.

El AMCP-MU La Higuera/Isla Chañaral sería la AMCP más grande del sistema de la corriente de Humboldt y aumentaría la superficie de conservación de estos ecosistemas marinos únicos del mundo en su riqueza y diversidad a un 0,2%. En este sentido, la creación de la AMCP-MU La Higuera/ Isla Chañaral será una contribución importante por parte del Estado chileno a la conservación de los ecosistemas. Asimismo, contribuirá al cumplimiento del compromiso de conservar al año 2012 un 10% de la superficie marina de acuerdo a los acuerdos alcanzados a partir de la Convención de Diversidad Biológica.

En términos socioeconómicos, un AMCP–MU permitiría usos en distintos niveles, desde los más restrictivos hasta los más permisivos en el contexto definido por los objetivos de creación del área. Esto implica que las actividades económicas que se desarrollen en su interior estarán supeditadas a niveles establecidos mediante criterios, tales como la capacidad de carga y/o la compatibilidad de usos, entre otros. En este sentido, la AMCP–MU no pretende regular actividades como la pesca artesanal o el turismo ya que éstas se rigen por sus propias regulaciones sectoriales, sino que más bien, busca gestionar de manera sustentable un territorio determinado para lograr objetivos de conservación y desarrollo sustentable, así como lograr que los beneficios de ése desarrollo llegue a las comunidades locales. Si para lograr estos objetivos se requiere excluir determinadas actividades, la propia figura de AMCP debe definirlo.

Lo anterior es relevante ya que la AMCP-MU buscaría proteger a la zona de aquellas actividades industriales de alto impacto ambiental, tales como las plantas termoeléctricas y la pesca de arrastre dentro de las 5 millas marinas.

En conclusión una AMCP–MU en la zona costera norte de la Región de Coquimbo y la zona costera sur de Atacama, sería el instrumento más adecuado para coordinar y articular a los actores locales y regionales en los objetivos de conservación y desarrollo sustentable, integrando las actividades contenidas en los respectivos Pladeco y Pladetur, supervisando la microzonificación, desarrollando los planes de manejo de los instrumentos de conservación ya existentes e impulsando nuevas medidas de conservación, todo articulado en una visión y un plan estratégico común.

BIBLIOGRAFÍA

OCEANA

LITERATURA CITADA

Aburto, J. 2006. Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos: su efecto sobre los desembarques, ingresos y distribución de pescadores en la zona norte de la cuarta región. Tesis para optar al Grado de Magíster de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte. 99 pp.

Acuña E & JC Villarroel. 2002. Bycatch of sharks and rays in the deep sea crustacean fishery off the Chilean coast. Shark News 14, 16.

Aguayo-Lobo A, D Torres & J Acevedo. 1998. Los Mamíferos de Chile: I. Cetacea. Serie Científica INACH 48: 19-159.

Ainley A. 1980. Birds as marine organisms: a review. CalCOFI Rep. 21: 48-52.

Antezana T. 1978. Distribution of euphausiids in the Chile-Perú Current with particular reference to the endemic Euphausia mucronata and the Oxygen Minimum Layer. Ph. D. Dissertation, San Diego. Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego, 465 pp.

Antezana T, 2010. Euphausia mucronata: A keystone herbivore and prey of the Humboldt Current System. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, v. 57, iss. 7-8, 652-662.

ARANCIO G & P JARA (2007) Flora de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt. Ediciones de la Universidad de La Serena, La Serena. 71 pp.

Arata J & JC Xavier. 2003. The diet of black-browed albatrosses at the Diego Ramírez Islands, Chile. Polar Biology. Vol 26(10): 638-647.

Araya B & DC Duffy. 1987. Animal introductions to isla Chañaral, Chile: Their history and effect on seabirds. Cormorant 15: 4.

Araya B & FS Todd. 1987. Status of the Humboldt Penguin in Chile following the 1982-1983 El Niño. Proceedings of the Jean Delacour/ FBC Symposium. Los Angeles: 148-157.

Arntz WE & E Valdivia. 1985. Incidencia del fenómeno El Niño en el litoral peruano. En: "El Niño" Su impacto en la fauna marina. (Editores Arntz W.E., A. Landa y J. Tarazona). Boletín Instituto Mar del Perú. Callao, Perú. Volumen extraordinario: 91-101.

Arntz WE & E Fahrbach. 1991. El Niño — Klimaexperiment der Natur. Physikalische Ursachen und biologische Folgen. Basel: Birkhäuser Verlag.

Arntz WE, Gallardo VA, Gutiérrez D, Isla E, Levin LA, Mendo J, Neira C, Rowe GT, Tarazona J, & M Wolf. 2006. El Niño and similar perturbation effects on the benthos of the Humboldt, California, and Benguela Current upwelling ecosystems. Advances in Geosciences 6, 243–265.

Bigelow HB & WC Schroeder. 1953. Sawfishes, guitarfishes, skates, rays, and chimaeroids. In: Tee Van, J., C.M. Breder, A.E. Parr, W.C. Schroeder and L.P.Schultz (eds.) Fishes of the western North Atlantic. 1(2): 1–514. Sears Foundation for Marine Research, Yale University. New Haven, CT (USA).

Boersma, D., Ogden, J., Branch, G., Bustamante, R., Campagna, C., Harris, G., Pikitch, E.K. 2004. Lines on the Water: Ocean-Use Planning in Large Marine Ecosystems. In: Glover, L.K. & Earle, S.A. (eds.), Defying Ocean's End: An Agenda for Action. Island Press, Washington, USA. Pp, 125-138.

Bonfil, R 1994. Overview of world elasmobranch fisheries. "FAO Fisheries Technical Paper no. 341. Rome: FAO". 119 pp.

Brattstrom H & A Johanssen. 1983. Ecological and regional zoogeography of the marine benthic fauna of Chile. Sarsia 68: 289-339.

Camus PA. 2001. Marine biogeography of continental Chile. Revista Chilena de Historia Natural 74, 587–617.

Capella J, Y Vilina & J Gibbons. 1999. Observación de Cetáceos en Isla Chañaral y nuevos registros para el área de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, Norte de Chile. Estudios Oceanológicos 18: 57-64.

Caputi, N., Edmonds, J. S., and Heald, D. I. (1979). Mercury content of shark from South-Western Australian waters. Mar. Pollut. Bull. 10, 337}340.

Castilla JC & RT Paine. 1987. Predation and community organization on eastern Pacific, temperate zone, rocky intertidal shores. Revista Chilena de Historia Natural 60, 131–151.
Castillo y Gelcich, FAO Fisheries Technical paper, 2008, pp. 441-451.

Castillo J, Saavedra A, Gálvez P, Barría P, Espejo M & MA Barbieri. 2004. Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur, año 2004. Fondo de Investigación Pesquera, Informe Final Proyecto FIP 2003-08: 178 pp.

Castillo J, Saavedra A & P Gálvez. 2005. Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur, año 2005. Fondo de Investigación Pesquera, Informe Final Proyecto FIP 2004-05: 206 pp.

CAVIERES LA, M MIHOC, A MARTICORENA, C MARTICORENA, O MATTHEI & FA SQUEO (2001) Determinación de áreas prioritarias para la conservación: análisis de parsimonia de endemismos (PAE) en la flora de la IV Región de Coquimbo. En: Squeo FA, G Arancio & JR Gutiérrez (eds) Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo: 159-170. Ediciones Universidad 604 de La Serena, La Serena, Chile.

Clarke R, Aguayo-Lobo A & S Basulto. 1978. Whale observations and marking off the coast of Chile in 1974. Scientific Report Whales Research Institute 36: 117-177.

Compagno LJV. 1984. FAO species catalogue. Vol. 4. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Part 1 - Hexanchiformes to Lamniformes. FAO Fishery Synopsis (125) Vol. 4, Pt. 1: 249 pp.

Connor RC, RS Wells, J Mann & AJ Read. 2000. The Bottlenose Dolphin: Social Relationships in a Fission-Fusion Society. Mann, J, RC Connor, PL. Tyack and H. Whitehead (eds). Cetacean societies: Field studies of whales and dolphins 91-126. The University of Chicago Press.

Crandall KA, Bininda-Emonds ORP, Mace GM & Wayne RK. 2000. Considering evolutionary processes in conservation biology. Trends Ecol Evol 15:290–295.

Cubillos GA. 2000. Estudio a mesoescala de frentes costeros en la zona centro norte de Chile (30° - 26,2°S) y sus implicancias biológicas. Tesis Biólogo Marino, Fac. Ciencias del Mar. UCN, Coquimbo.
Culik BM & G Luna-Jorquera. 1997. Satellite tracking of Humboldt penguins (Spheniscus humboldti) in northern Chile. Marine Biology 128:547-556.

Culik BM, G Luna-Jorquera, H Oyarzo & H Correa. 1998. Humboldt penguins monitored via VHF telemetry. Marine Ecology Progress Series 162:279-286.

Culik BM, J Hennicke & T Martin. 2000. Humboldt penguins outmanoeuvring El Niño. Journal of Experimental Biology 203: 2311-2322.

Dayton, P.K. 1975. Experimental studies of algal canopy interactions in a sea otter dominated kelp community at Amchitka Island, Alaska. United States National Marine Fisheries Service Fishery Bulletin 73:230-237.

Del Hoyo J., A. Elliott & J. Sargatal (Eds). 1999. Handbook of the birds of the World. Linx Edicions. Vol. I. 696 pp.

Deproden.2004. Guano de Covaderas. Boletín Deproden. Vol I.N°6. Septiembre de 2004. 6 pp.

Desqueyroux R & H Moyano. 1987. Zoogeografía de Demospongias chilenas. Boletín Sociedad de Biología de Concepción, Chile 58: 39-66.

Diebold EN, JA Teare, K Grzybowski, MG Michaels, RS Wallace & MJ Willis.1997. Preliminary findings on pair fidelity in Humboldt penguins (Spheniscus humboldti) at Algarrobo, Chile. Symposium on Ecology and Conservation of penguins in Chile, Santiago, Chile, Penguin Conservation 11(1):21.

Duffy, D. 1983. Competition for nesting space among Peruvian guano birds. The Auk 100: 680-688.

Duffy D, Hays C & M Plenge. 1984. The conservation status of Peruvian seabirds. In Status and Conservation of the World's Seabirds, J.P. Croxall et al. (eds). Cambridge, U.K.: ICBP Technical Publication, 245–259.

Escribano R & P Hidalgo. 2000. Spatial distribution of copepods during coastal upwelling in a northern area of the Eastern Boundary Humboldt Current. Journal of the Marine Biological Association of the UK 80(2), 283-290.

Escribano R, Fernández M, & A Aranís. 2003. Physical-chemical processes and patterns of diversity of the Chilean eastern boundary pelagic and benthic marine ecosystems: an overview. Gayana 67, 190–205.

Escribano R, Marín V & C Irribarren. 2000. Distribution of Euphausia mucronata at the upwelling area of Peninsula Mejillones, Northern Chile: the influence of the oxygen minimum layer. Sci. Mar., 64(1): 69-77.

Fertl, D., A. Acevedo-Gutierrez and F.L. Darby. 1996. A report of killer whales (Orcinus orca) feedin on a carcharhinid shark in Costa Rica. Marine Mammal cience 12: 606-611

Fonseca T & M Farías. 1987. Estudio del proceso de surgencia en la costa Chilena utilizando percepción remota. Invest.Pesq.(Chile) 34:33-46.

Fraser DJ & L Bernatchez. 2001. Adaptative evolutionary conservation: towards a unified concept for defining conservation units. Molecular Ecology 10:2741-2752.

Fuentes H. 1987. Observaciones sobre Pseudorca crassidens (Owen, 1846) (Odontoceti: Delphinidae) varados en Los Choros, Coquimbo, IV Región, Chile. Anales del Museo de Historia Natural Valparaíso 18:169-175.

Furness RW & P Monaghan.1987. Seabird Ecology. Chapman & Hall/ Methuen Inc. New York USA. 164 pp.

Gibbons J. 1992. Estudio sobre conducta y dinámica grupal del tursión (Tursiops truncatus) en Isla Chañaral, III Región, Chile. Tesis para obtener el grado de Magister en Ciencias Biológicas con mención en Zoología, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, 74 pp.

Giesecke R & HE González. 2004.

Feeding of Sagitta enflata and vertical distribution of chaetognaths in relation to low oxygen concentrations. Journal of Plankton Research 26, 475–486.

Glade A (ed).1993. Libro rojo de los vertebrados chilenos. CONAF, Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile.65 pp.

González J, J Capella & J Gibbons. 1989. Delfines nariz de botella Tursiops truncatus (Montagú, 1821) habitando frente a Isla Chañaral, Provincia de Huasco, Chile. Estudios Oceanológicos 8: 67-71.

González HE, Giesecke R, Vargas CA, Pavéz A, Iriarte J, Santibáñez P, Castro L, Escribano R & F Pages. 2004. Carbon cycling through the pelagic foodweb in the northern Humboldt Current off Chile (23°S). ICES Journal of Marine Science 61, 572–584.

González HE, Sobarzo M, Figueroa D & EM Nothig. 2000. Composition, biomass and potential grazing impact of the crustacean and pelagic tunicates in the northern Humboldt Current area off Chile: differences between El Niño and non-El Niño years. Marine Ecology Progress Series 195, 201–220.

Goodall JD, AW Johnson & RA Philippi. 1951. Las aves de Chile. Vol.II. Establecimientos Gráficos Platt SA, Buenos Aires, Argentina.

Hanshing E. 2001. Efectos de las embarcaciones turísticas en la población residente de Tursiops truncatus (Montagú, 1821) (Cetacea: Delphinidae) en Isla Choros, IV Región. Tesis para obtener el título de Biólogo Marino, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile, 89 pp.

Harrison P. 1983. Seabirds, an identification guide. Houghton Mifflin. Boston. US. 448 pp.

Herling C. 2001. Zusammensetzung und Energiegehalt der Beuteorganismen chilenischer Pinguine. Diplomarbeit, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

Hersh SL & DA Duffield. 1990. Distinction between northwest Atlantic offshore and coastal bottlenose dolphins based on hemoglobin and morphometry. En: Leatherwood S & RR Reeves (eds). The Bottlenose dolphin. San Diego: Academic Press: 129-139.

Hormazábal S, Shaffer G & O Leth. 2004. Coastal transition zone off Chile, J. Geosphys. Res., 109, 10.1029/2003JC00156.

Hueter R.E, Fong W. G., Henderson G., French M. F. and Manire C. A. Methylmercury concentration in shark muscle by species, size and distribution of sharks in Florida coastal waters. Water, Air, & Soil Pollution, Volume 80, Numbers 1-4, pp 893-899 1995.

IMARPE. 2006. Aves guaneras: situación actual y perspectivas. Available HTTP: http://www.imarpe.gob.pe/aves_marinas.html.

Iriarte A. 1999. Marco legal relativo a la conservación y uso sustentable de aves, mamíferos y reptiles marinos en Chile. Estudios Oceanológicos 18: 5-12.

Iriarte JL & HE González. 2004. Phytoplankton size structure during and after the 1997/1998 El Niño in a coastal upwelling area of the northern Humboldt Current System. Marine Ecology Progress Series 269, 83–90.

IUCN. 2006. IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 15 April 2010.

Jahncke J. 1998. Las poblaciones de aves guaneras y sus relaciones con

la abundancia de anchoveta y la ocurrencia de eventos El Niño en el mar Peruano. Boletín Instituto del Mar del Perú 17: 1–13.

Jahncke J, Checkley DM & GL Hunt. 2004. Trends in carbon flux to seabirds in the Peruvian upwelling system: effects of wind and fisheries on population regulation. Fisheries Oceanography 13 (3): 208-223.

Jensen AC. 1965. Life history of the spiny dogfish. Fish. Bull. 65: 527–554.
Leth OK & G Shaffer. 2001. A numerical study of seasonal variability in the circulation off central Chile, J. Geophys. Res., 106, 22229-22248.

Last, P.R, Stevens J.D, Sharks and Rays of Australia, pp 4 CSIRO PUBLISHINg 2009

Law, R.J., Allchin, C.R., Jones, B.R., Jepson, P.D., Baker, J.R., Spurrier, C.J.H., 1997. Metals and organochlorines in tissues of a Blainville's beaked whale (Mesoplodon densirostris) and killer whale (Orcinus orca) stranded in the United Kingdom. Mar. Pollut. Bull. 34, 208e212.

LETELIER L, FA SQUEO, G ARANCIO, A MARTICORENA, M MUÑOZ-SCHICK (2008) Diversidad Vegetal de la Región de Atacama. En: Squeo FA, G Arancio & JR Gutiérrez (eds) Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama: 123-135. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile.

Lockyer CH & RJ Morris. 1990. Some observations on wound healing and persistence of scars in Tursiops truncatus. Reports of the International Whaling Commission, Special Issue 12:113-118.

Lubchenco J, Palumbi SR, Gaines SD & S Andelman. 2003. Plugging a hole in the ocean: The emerging science of marine reserves. Ecological Applications 13(1), 3-7

Ludynia K, Garthe S & G Luna-Jorquera.2010. Distribution and foraging behaviour of the Peruvian Booby (Sula variegata) off northern Chile. Journal für Ornithologie 151: 103-111

Luna-Jorquera G, Simeone A & R Aguilar. 2003. Ecofisiología de animales endotermos en un desierto cálido y un mar frío: El caso de las aves marinas de la corriente de Humboldt. En: Bozinovic F (ed). Fisiología Ecológica y Evolutiva: Teoría y casos de estudios en animales. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. Pp.297-316.

Mann G. 1954. La vida de los peces en aguas chilenas. Inst. Invest. Veterin. y Univ. de Chile. Santiago. 342 pp.

Marín VH, Espinoza S & A Fleminger. 1994. Morphometric study of Calanus chilensis males along the Chilean coast. Hydrobiologia 293, 75–80.

Marín VH, Delgado L & G Luna-Jorquera. 2003. S-chlorophyll squirts at 30° S off the Chilean coast (Eastern South Pacific): feature-tracking analysis. Jour. Geophysical Res.108(C12)3378.

Mattern T, Ellenberg U, Luna-Jorquera G & LS Davis. 2004. Humboldt Penguin Census on Isla Chañaral, Chile: Recent Increase or past underestimate of penguin numbers? Waterbirds 27:368-376.

Mead JG & CW Potter. 1990. Natural history of bottlenose dolphins along the Central Atlantic Coast of the United States. En: Leatherwood S and RR Reeves (eds). The Bottlenose dolphin. San Diego Academic Press: 165-194.

Montoya, Max, 2002. Análisis de las Inversiones Realizadas en el Sector Pesquero Artesanal entre 1992 Y 1999, Subsecretaría de Pesca, Chile.

Moraga J, Valle-Levinson A & JL Blanco. 1994. Hidrografía y dinámica de la capa superior del océano en la zona costera del Pacífico Suroriental (30°S). Invest. Pesq. (Chile) 38:55-73

Morales CE, Blanco JL, Braun M, Reyes H & N Silva. 1996. Chlorophyll-a distribution and associated oceanographic conditions in the upwelling region off northern Chile during the winter and spring 1993. Deep-Sea Research I 43, 267–289.

Morales CE, Hormazábal SE & JL Blanco. 1999. Interannual variability in the mesoscale distribution of the depth of the upper boundary of the oxygen minimum layer off northern Chile (18–24°S): implications for the pelagic system and biogeochemical cycling. Journal of Marine Research 57, 909–932.

Muhlia-Melo A, Klimley P, González-Armas R, Jorgensen S, Trasviña-Castro A, Rodríguez-Romero J & A Amador Buenrostro. 2003. Pelagic fish assemblages at the Espíritu Santo seamount in the Gulf of California during El Niño 1997-1998 and non-El Niño conditions. Geof. Intern. 42 (3): 473-481.

Murphy RC. 1936. Oceanic birds of South America. Am. Mus. Nat. Hist. 2 vol.

Neira S & H Arancibia. 2004. Comparative analysis of trophic structure of commercial fishery species off Central Chile in 1992 and 1998. Ecological Modelling 172:233-248.

Noss RF. 1990. Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach. Conservation Biology, Vol. 4, No. 4 (Dec., 1990), 355-364.

Odum EP & GW Barrett (Eds). 2009. Fundamentos de ecología, 5ta edición. Thomson, Australia, Brasil, Canadá, España, Estados Unidos, México, Reino Unido, Singapur, 616 pp.

Ojeda FP & B Santelices. 1984. Ecological dominance of Lessonia nigrescens (Phaeophyta) in Central Chile. Marine Ecology Progress Series 19, 83–91.

Ojeda P, Labra F & A Muñoz. 2000. Biogeographic patterns of Chilean littoral fishes. Revista Chilena de Historia Natural 73, 625-641.

Paessler, R. 1913. In der Umgebung Coronel's (Chile) beobachtete Vögel. Journal für Ornothologie. 70: 430-482.

Paskoff, R. 1993. Geomorfología de Chile Semiárido. Ediciones Universidad de La Serena.

Pauly D & V Christensen. 1995. Primary production required to sustain global fisheries. Nature (374): 255-257.

Pavéz MA, Castro LR & HE González. 2006. Across-shelf predatory effect of Pleurobrachia bachei (Ctenophora) on the small-copepod community in the coastal upwelling zone off northern Chile (23°S). Journal of Plankton Research 28, 115–129.

PECES CONDRICTIOS MESOBÁTICOS DE LA CORDILLERA SUMERGIDA DE JUAN FERNÁNDEZ: ¿SON DIFERENTES DE AQUELLOS DEL TALUD CONTINENTAL DE CHILE CENTRAL? 2005. Tesis de Grado para el Titulo de Biologo Marino, VALDIVIA – CHILE, 70 pp.

Penedo de Pinho A., Guimarães J.R.D., Martins A.S, Costa P.A.S., G. Olavo,A and Valentin J., Total mercury

in muscle tissue of five shark species from brazilian offshore waters: effects of feeding habit, sex, and length, Environmental Research Section A 89, 250}258 (2002)

Peñalver, E.A. 2005. Dinámica de la capa superior de la zona costera frente a Coquimbo y su relación con la distribución de nutrientes y clorofila. Tesis Magíster Ciencias del Mar, Fac. Ciencias del Mar, UCN, Coquimbo. 136 pp.

Pequeño G. 1983. La condrictiofauna de las regiones de Chile y California-Oregon: Comparación preliminar. Trabajo presentado a la Conferencia Internacional sobre Recursos Marinos del Pacífico, Ed. Universitaria, Santiago, 253-267.

Pequeño G & J Lamilla. 1993. Batoídeos comunes a las costas de Chile y Argentina-Uruguay (Pisces: Chondrichthyes). Rev. Biol. Mar., Valparaíso. 28 (2), 203-217.

Pequeño G, J Rucabado & D Lloris. 1990. Tiburones comunes a las costas de Chile, California-Oregon y Namibia-Sud África. Rev. Biol. Mar. Valparaíso. 25 (1), 65-80.

Pérez MJ & R Moraga. 2005. Cetáceos en las Aguas adyacentes a la reserva nacional pingüino de Humboldt, periodo 2003-2005. Informe de Avance presentado a CONAF IV región. 7 pp. En literis.

Pérez-Álvarez MJ, Thomas F, Uribe F, Sepúlveda M, Flores M & R Moraga. 2006. Fin Whales (Balaenoptera physalus) feeding on Euphausia mucronata in nearshore waters off North-central Chile. Aquatic Mammals 32(1):109-113.

Petit RJ, Csaikl UM, Bordács S, Burg K,Coart E, Cottrell J, van Dam B, Deans JD, Dumolin-Lapègue S, Fineschi S, Finkeldey R, Gillies A, Glaz I,Goicoechea PG, Jensen JS, König AO, Lowe AJ, Andrew J, Madsen SF, Mátyás G, Munro RC, Olalde M, Pemonge M-H, Popescu F, Slade D, Tabbener H, Taurchini D, de Vries SGM, Ziegenhagen B & A Kremer. 2002. Chloroplast DNA variation in European white oaks Phylogeography and patterns of diversity based on data from over 2600 population. Forest Ecology and Management 156: 5-26.

Philippi RA. 1937. Aves de la Región de Zapallar. Revista Chilena de Historia Nacional. 41: 28-38.

Pizarro O. 1999. Low frequency fluctuations in the eastern boundary current off South America: remote and local forcing, Ph.D. Thesis, University of Gothenburg, Sweden.

Prado C. 2008. Comportamiento reproductive de Sula variegata, Tschudi 1845, en acantilados de Quirilluca, Horcón, Valparaíso. Boletín Chileno de Ornitología 14(2):104-111.

RAMÍREZ DE ARELLANO PI, MF TOGNELLI, C GARIN & PA MARQUET (2008) Vacíos de conservación y sitios prioritarios para la conservación de los vertebrados nativos de la región de Atacama. En: Squeo FA, G Arancio & JR Gutiérrez (eds) Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama: 251- 266. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile.

Rendell L, Whitehead H & R Escribano. 2004. Sperm whale habitat use and foraging success off Northern Chile: evidence of ecological links between coastal and pelagic systems. Marine Ecology Progress Series. 275: 289-295.

Rodríguez L, Escribano R, Grone G, Irribarren C & H Castro. 1996. Ecología del fitoplancton en la Bahía de Antofagasta (23°S), Chile. Revista de Biología Marina, Valparaíso (Chile)

31, 65–80.

Rojas R & N Silva. 1996. Atlas Oceanográfico, Vol.1, Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile, Valparaíso, Chile.

Rutllant JA & V Montecino. 2002. Multiscale upwelling forcing cycles and biological response off northcentral Chile. Revista Chilena de Historia Natural 75, 217–231.

Sanino GP & J Yañez. 2001. Nueva técnica de video identificación y estimación de tamaño poblacional en cetáceos, aplicada en delfines nariz de botella, Tursiops truncatus, de isla Choros, IV Región de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile) 50: 37-63.

Sanino P, Galaz JL, Capella J & J Yañez. 1996. Nuevo registro de ballena picuda de Cuvier, Ziphius cavirostris Cuvier, 1823 en Chile y revisión de los anteriores (Cetacea, Ziphiidae). Noticiero Mensual Museo Nacional Historia Natural 325: 33-37.

Santelices B. 1980. Phytogeographic characterization of the temperate coast of Pacific South America. Phycologia 19, 1–12.

Santelices B, Castilla JC, Cancino J & P Schmiede. 1980. Comparative ecology of Lessonia nigrescens and Durvillaea antarctica (Phaeophyta) in central Chile. Marine Biology 59, 119–132.

Schlatter RP & A Simeone. 1999. Estado del conocimiento y conservación de las aves en mares chilenos. Estudios Oceanológicos. 18:25-33.

Schlosser J, Dubach JM, Garner TWJ, Araya B, Bernal M, Simeone A, Smith KA & RS Wallace. 2009. Evidence for gene flow differs from observed dispersal patterns in the Humboldt Penguin, Spheniscus humboldti. Conservation Genetics 10: 839-849

Simeone A & R Hucke-Gaete. 1997. Presencia de Pingüino de Humboldt (Spheniscus humboldti) en isla Metalqui, RN. Chiloé, sur de Chile. Boletín Chileno de Ornitología 4: 34-35.

Simeone A & RP Schlatter. 1998. Threats to a Mixed-Species Colony of Spheniscus Penguins in Southern Chile. Waterbirds 21(3): 418-421.

Simeone A, B Araya, M Bernal, EN Diebold, K Grzybowski, M Michaels, JA Teare, RS Wallace & MJ Willis. 2002. Oceanographic and climatic factors influencing breeding and colony attendance patterns of Humboldt Penguins Spheniscus humboldti in central Chile. Marine Ecology Progress Series 227: 43-50

Simeone A, G Luna-Jorquera, M Bernal, S Garthe, F Sepúlveda, R Villablanca, U Ellenberg, M Contreras, J Muñoz & T Ponce. 2003. Breeding distribution and abundance of seabirds on islands off north-central Chile. Revista Chilena de Historia Natural 76: 323-333.

Simeone A, Hiriart-Bertrand L, Reyes-Arriagada R, Halpern M, Dubach J, Wallace R, Pütz K & B Lüthi. 2009. Heterospecific pairing and hybridization between wild Humboldt and Magellanic penguins in Southern Chile. The Condor 111(3):544-550.

Squeo, FA, G Arancio y JR Gutiérrez (eds) (2001). Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios 904 Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo: 171-193. Ediciones Universidad 905 de La Serena, La Serena, Chile.

Squeo, F.A., G. Arancio & J.R. Gutiérrez (2008). Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama". Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, 456 pp.

SQUEO FA, L LETELIER, CF GAYMER, A STOLL, C SMITH et al. (2010) Estudio de Análisis de Omisiones y Vacíos de Representatividad en los Esfuerzos de Conservación de la Biodiversidad en Chile (GAP-Chile 2009). Instituto de Ecología y Biodiversidad, Santiago, Chile. Informe Final Proyecto 1588-76-LE09. 266 pp.

Stevens, J.D., R, Bonfil, N.K. Dulvy, & P. A. Walker. 2000. The effects of fishing on sharls, rays, and chimaeras (Chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. Journal of Marine Science". 57: 476-494.

Storelli, M.M., Giacominelli-Stuffler, R., Marcotrigiano G., Mercury Accumulation and Speciation in Muscle Tissue of Different Species of Sharks from Mediterranean Sea, Italy Bull. Environ. Contam. Toxicol. (2002) 68:201–210

Stotz W. 1997. Las áreas de manejo en la ley de pesca y acuicultura: primeras experiencias y evaluación de la utilidad de esta herramienta para el recurso loco. Estudios Oceanológicos. 16: 67-86.

Stotz, W.B, S. A. González, L. Caillaux & J. Aburto. 2003. Quantitative evaluation of the diet and feeding behaviour of the carnivorous gastropod Concholepas concholepas (Bruguiere, 1789) (Muricidae) in subtidal habitats in the southeastern Pacific upwelling system. Journal of Shellfish Research 22(1): 147-164.

Stotz W, Aburto J & L Caillaux. 2006. Actividad Pesquero Artesanal en el Sector Costero entre el límite norte de la Región de Coquimbo y Caleta Totoralillo Norte. 14pp.

Tamayo MH, Núñez H & J Yáñez. 1987. Lista sistemática actualizada de los mamíferos vivientes en Chile y sus nombres comunes. Noticiero Mensual Museo Nacional Historia Natural 312:1-13.

Tetsuya Endo, Osamu Kimura, Yohsuke Hisamichi, Yasuhiko Minoshima, Koichi Haraguchi, Chiharu Kakumoto, Mari Kobayashi. Distribution of total mercury, methyl mercury and selenium in pod of killer whales (Orcinus Orca) stranded in the northern area of Japan: Comparison of mature females with calves, Environmental Pollution 144 (2006) 145e150

Thiel M, Macaya EC, Acuña E, Arntz WE, Bastías H, Brokordt K,Camus PA, Castilla JC, Castro LR, Cortés M, Dumont CP, Escribano R, Fernández M, Gajardo JA, Gaymer CF, Gómez I, González AE, González HE, Haye PA, Illanes J-E, Iriarte JL, Lancellotti DA, Luna-Jorquera G, Luxoro C, Manríquez PH, Marín V, Muñoz P, Navarrete SA, Pérez E, Poulin E, Sellanes J, Sepúlveda H, Stotz W, Tala F, Thomas A, Vargas CA, Vásquez J, Vega JMA. 2007. The Humboldt Current System of Northern and Central Chile: Oceanographic processes, ecological interactions and socioeconomic feedback. Oceanography and Marine Biology: An Annual Review 45: 150 pp.

Thomas F. 2005. Residencia del delfín nariz de botella Tursiops truncatus (Montagu, 1821) en la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, Chile. Tesis de grado. Facultad de Ciencias del Mar y de Recursos Naturales. Universidad de Valparaíso. 72pp.

Tovar H & D Cabrera. 1983. Las aves guaneras y el fenómeno "El Niño". Boletín del Instituto del Mar de Perú, Volumen extraordinario, dentro del Noveno Congreso Latinoamericano de Zoología. Arequipa, Perú 9-15 Octubre 1983.

Van Waerebeek K, JC Reyes, AJ Read & JS McKinnon. 1990. Preliminary Observations of Bottlenose Dolphins form the Pacific coast of South America. En: Leatherwood S and RR Reeves (eds). The Bottlenose

dolphin. San Diego Academic Press: 143-154.

Van Waerebeek K, Canto J, González J, Oporto J & JL Brito. 1991. Southern right whale dolphins Lissodelphis peronii off the coast of South America. Z. Saugetierkunde 56: 284-295.

Vásquez JA & B Santelices. 1990. Ecological effects of harvesting Lessonia (Laminariales, Phaeophyta) in central Chile. Hydrobiologia 204, 41–47.

Vilina Y. 1992. Status of the Peruvian Diving Petrel, Pelecanoides garnotii; on Chañaral island, Chile. Colonial Waterbirds 15(1): 3pp

Visser, I.N., D. Fertl, J. Berghan and R. van Meurs. (2000). Killer whale (Orcinus orca) predation on a shortfin mako shark (Isurus oxyrinchus), inNew Zealand water. Aquatic Mammals. 26 (3): 229-231

Visser, I. 2005. First Observations of Feeding on Thresher (Alopias vulpinus) and Hammerhead (Sphyrna zygaena) Sharks by Killer Whales (Orcinus orca), Which Specialise on Elasmobranchs as Prey. Aquatic Mammals 2005, 31(1), 83-88, DOI 10.1578/AM.31.1.2005.83

Walker, T. I. (1976). Effects of species, sex, length and locality on the mercury content of school shark Mustelus antarticus (Guenther) from south-eastern Australian waters. Aust. J. Mar. Freshw. Res. 27, 603}616.

Wallace RS, Grzybowski K, Diebold E, Michaels MG, Teare JA & MJ Willis. 1999. Movements of Humboldt penguins from a breeding colony in Chile. Waterbirds 22(3):441-444.

Weichler T, Garthe S, Luna-Jorquera G & J Moraga. 2004. Seabird distribution in the Humboldt Current in Northern Chile in relation to hydrography, productivity and fisheries. ICES Journal of Marine Science 61:148-154.

Wilson RP, DC Duffy, MPT Wilson & B Araya. 1995. Aspects of the ecology of species replacement in Humboldt and Magellanic penguins in Chile. Le Gerfaut 85: 49-61

Wolff E & J Valdivia. 1983. Visión integral del problema “El Niño”: Introducción. Boletín del Instituto del Mar de Perú, Volumen extraordinario, dentro del Noveno Congreso Latinoamericano de Zoología. Arequipa, Perú 9-15 Octubre 1983.

Zavalaga C & J Jahncke.1997. Maximum dive depths of the Peruvian diving petrel. The Condor 99:1002-1004.

Zúñiga S., Ramírez P. & Valdebenito M. 2008. Situación socioeconómica de las áreas de manejo en la región de Coquimbo, Chile Latin American Journal Aquatic Resources, 36(1): 63-81.

Zúñiga S., Ramírez P. & Valdebenito M. 2010. Medición de los impactos socio-económicos de las Áreas de Manejo en las comunidades de pescadores del norte de Chile Latin American Journal Aquatic Resources 38(1): 15-26

Informes de Proyectos

Gaymer C, Dumont C, Garay-Flühmann R, Sfeir R, Pérez E, Luna G. Stotz W, Vásquez J, Moraga J, Berríos M, Rojas U, Aburto J, Peñalver E & P Robert. 2007. Diagnóstico Implementación Reserva Marina I. Choros la Higuera. Informe de Avance – Etapa I: Diagnósitco situación sector de Punta Choros. Proyecto FNDR Código BIP 30006824-0.

Acuña E, Alarcón R, Arancibia H, Cortés A, Cid L, Cubillos L & R León. 2008. “Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo

entre la II y VIII Regiones, año 2007". Informe Final. Proyecto FIP N° 2007-19, 418 pp.

Acuña E, Alarcón R, Arancibia H, Cortés A, Cid L, Cubillos L & R León. 2009. "Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2008". Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 2008-16, 420 pp.

Chávez y Tirado (2008) "Informe Pesquero Artesanal SERNAPESCA Región de Coquimbo", Programa Pesca Artesanal, Coquimbo.

González, J., C. Tapia, A. Wilson, W. Stotz, J. M. Orensanz, A. M. Parma, J. Valero, M. Catrilao, and J. Garrido. 2005. Bases biológicas para la evaluación y manejo de metapoblaciones de loco en las III y IV Regiones. IFOP (Chile). IFOP, Valparaíso. Informe Final Corregido, Proyecto FIP 2002-16.

Reyes RH, Letelier PJ, Pizarro RM, Braun AM, Valenzuela CV, Catasti BV, Saavedra NJ, Castillo PJ & F Espíndola. 2008. Monitoreo de condiciones bio-oceanográficas entre la I y IV Regiones, año 2007. Informe Final FIP N° 2007-11, 408 pp.

Castillo J, Saavedra A, Hernández C, Reyes RH, Pizarro RM, Letelier PJ, Hernández S, C. Cerna T., F., López A.,A., Mujica R., A., Uribe T., E., Nava S., M.L. 2008. Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta en la III y IV Regiones, año 2008. Informe Final FIP Corregido N° 2007-03, 378 pp.

Gaymer C. 2008. Evaluación de línea base de las reservas marinas "Isla Chañaral" e "Isla Choros-Damas". Informe Final FIP N° 2006-56, 532 pp.

Acuña E, Villarroel JC, Araya M, Hernández S, Andrade M, Cortés A & J Peñailillo. 2007. Estudio biológico-pesquero de los recursos cabinza, machuelo, sierra y blanquillo en la III y IV Regiones. Informe Final Corregido FIP N° 2006-53, 247 pp.

Comisión Regional de Uso del Borde Costero Región de Atacama "Zonificación de los Usos del Borde Costero Región de Atacama, Memoria Explicativa". Gobierno Regional de Atacama, División de Planificación y Desarrollo

Comisión Regional de Uso del Borde Costero Región de Coquimbo "Zonificación de los Usos del Borde Costero Región de Coquimbo, Memoria Explicativa". Gobierno Regional de Coquimbo, División de Planificación y Desarrollo, Septiembre 2005.

Ilustre Municipalidad de la Higuera "Actualización Plan de Desarrollo Comunal La Higuera 2009-2013", Consultor Nahur Meléndez Castillo, La Higuera, Chile.

Ilustre Municipalidad de la Higuera "Estudio Básico Diagnóstico y Plan de Desarrollo Turístico,Comuna de la Higuera", Informe Final, 2007.

Acuña E, Villarroel JC, Cortés A, Alarcón A, Cid L, Arancibia H, León R, Cubillos L, Bahamonde R, Canales C, Montenegro C, Leiva B & F Contreras. 2007. Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2006. Informe Final Proyecto FIP N° 2006-11, 275 pp.

Castillo P, Saavedra G, Leiva DF, Reyes RH, Pizarro RM, Hernández SC, Cerna TF, López AA, Herrera L & G Claramount 2008. Evaluación hidroacústica del recurso anchoveta en la III y IV Regiones. Informe Final FIP N° 2005-26, 370 pp.

Araya M, Cubillos L & J Peñailillo. 2005.Validación de la edad de la anchoveta en la costa de Chile. Informe Final Corregido 2ª Versión FIP N° 2004-38, 138 pp.

Castillo PJ., Blanco G. , J. L., Braun, M., Reyes R., H. Robotham V., H. 1994. Evaluación directa del stock de sardina española, anchoveta y jurel (I a IV regiones). 1993. Informe Final FIP N° 1993-01, 256 pp.

ANEXO I

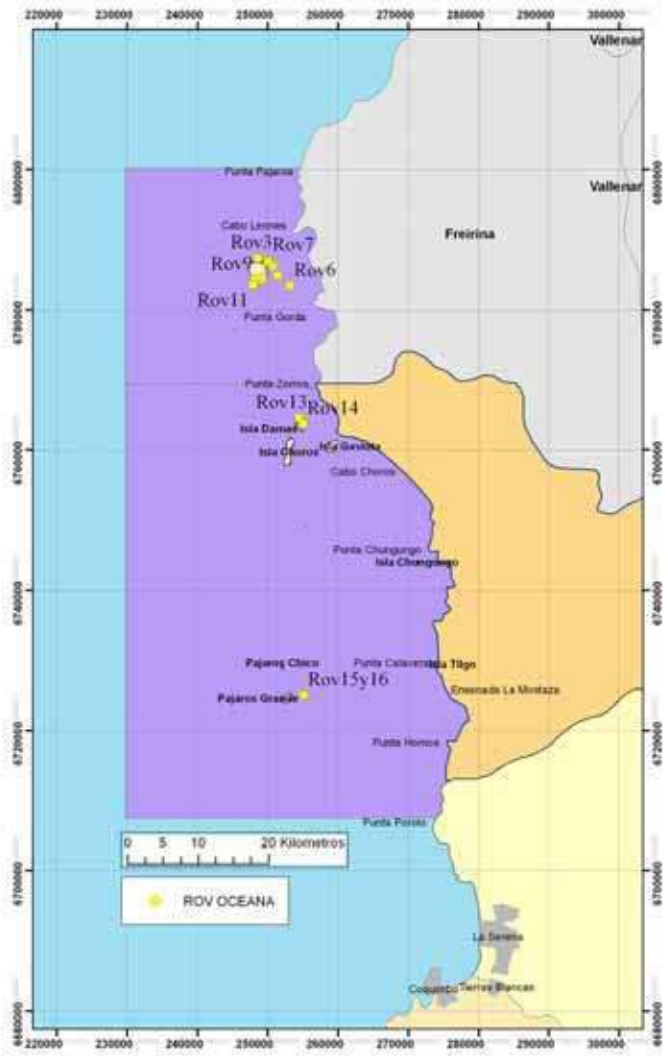
Anexo I

Puntos de Documentación Visual con ROV en expedición Oceana

Tabla 1: Listado de las estaciones de transectas ROV de la expedición de OCEANA durante noviembre de 2009

				Hora		Profundidad (m)				
TRANSECTA	INDEX	LUGAR	FECHA	INICIO	TERMINO	INICIO	TERMINO	LATITUDE	LONGITUDE	COMENTARIO
1	Rov1y4	ISL CHAÑARAL	22-11-09	12:30	13:00	20	20	-29.02343	-71.56811	lugar de fondeo
2	Rov2a	ISL CHAÑARAL	22-11-09	14:45	16:00	60	50	-29.02818	-71.56095	
3	Rov3	ISL CHAÑARAL	22-11-09	16:30	17:15	25	45	-29.01735	-71.58233	
4	Rov1y4	ISL CHAÑARAL	22-11-09	20:00	21:30	25	40	-29.02343	-71.56811	lugar de fondeo, buceo
5	Rov5	ISL CHAÑARAL	23-11-09	9:00	10:00	70	70	-29.0407	-71.55371	
6	Rov6	ISL CHAÑARAL	23-11-09	17:00	17:33	122	138	-29.0544	-71.53701	
7	Rov7	ISL CHAÑARAL	23-11-09	18:20	19:00	44	48	-29.02063	-71.56796	
8	Rov8	ISL CHAÑARAL	24-11-09	9:15	10:05	22	14	-29.04482	-71.57733	
9	Rov9	ISL CHAÑARAL	24-11-09	11:05	12:05	22	18	-29.04496	-71.58763	
10	Rov10	ISL CHAÑARAL	24-11-09	14:40	15:18	75	79	-29.05231	-71.58947	
11	Rov11	ISL CHAÑARAL	25-11-09	16:50	17:40	20	40	-29.05217	-71.59034	lugar de fondeo
12	Rov12	ISL CHAÑARAL	26-12-09	10:20	11:05	25	35	-29.0229	-71.56785	lugar de fondeo, buceo
13	Rov13	ISL DAMAS	26-11-09	16:10	17:50	42	47	-29.22474	-71.52699	
14	Rov14	ISL DAMAS	26-11-09	18:00	19:40	23	29	-29.23192	-71.52218	
15	Rov15y16	ISL PAJAROS	27-11-09	20:00	21:00	25	45	-29.58116	-71.52965	

Mapa 1: transectas de la documentación visual con ROV



ANEXO II

BASE DE DATOS DE FAUNA Y FLORA MARINA

Tabla 2: Listado de la presencia de especies documentados visualmente con ROV por OCEANA durante Noviembre de 2009. Para cada especie se indica la presencia total en todas las transectas (columna derecha) y la última fila indica el número total de especies de cada transecta.

Especie	PHYLLUM	SUBCLASE/CLASE	CH01	CH02	CH03	CH04	CH05	CH06	CH07	CH08	CH09	CH12	CH13	CH14	CH16	CH16_C	TOTAL
Poliqueto serpúlido	ANNELIDA	POLYCHAETA		1			1					1	1			1	5
Tomopteris sp	ANNELIDA	POLYCHAETA	1														1
Terebratalia transversa	BRACHIOPODA			1									1				2
Cancer porteri	ARTROPODA	CRUSTACEA					1										1
Cervimunida johni	ARTROPODA	CRUSTACEA						1									1
Cirripedio sp1	ARTROPODA	CRUSTACEA														1	1
Cladocero sp1	ARTROPODA	CRUSTACEA							1								1
Galateido sp1	ARTROPODA	CRUSTACEA					1										1
Mursia gaudichaudi	ARTROPODA	CRUSTACEA	1				1										2
Pagurus sp	ARTROPODA	CRUSTACEA												1			1
Pleuroncodes monodon	ARTROPODA	CRUSTACEA	1														1
Pleuroncodes monodon	ARTROPODA	CRUSTACEA					1		1								2
Rhynchocinetes typus	ARTROPODA	CRUSTACEA				1				1					1	1	4
Briozoo sp1	BRYOZOA	GYMNOLAEMATA										1	1				2
Briozoo sp2	BRYOZOA	GYMNOLAEMATA					1						2		1		4
Appendicullariae sp1	CHORDATA	APPENDICULARIA			1	1											2
Ascidia colonial (blanca)	CHORDATA	ASCIDIACEA				1				1	1		1		1		5
Ascidia colonial (naranja)	CHORDATA	ASCIDIACEA													1	1	2
Salpa colonial sp1	CHORDATA	UROCHORDATA	1			1		1	1						1		5
Cheilodactylus variegatus	CHORDATA	VERTEBRATA									1						1
Chromis chrusma	CHORDATA	VERTEBRATA				1				1							2
Graus nigra	CHORDATA	VERTEBRATA										1	1		1	1	4
Paralichthys sp	CHORDATA	VERTEBRATA	1														1
Pinguipes chilensis	CHORDATA	VERTEBRATA								1	1			1	1		4
Anthozoa sp1	CNIDARIA	ANTHOZOA											1				1
Anthozoa sp2	CNIDARIA	ANTHOZOA											1				1
Scleractinia sp1	CNIDARIA	ANTHOZOA													1		1
Actinia sp3	CNIDARIA	ANTHOZOA											1				1
Actinia sp1	CNIDARIA	ANTHOZOA					1										1
Actinia sp2	CNIDARIA	ANTHOZOA					1										1
Ceranthiaria sp	CNIDARIA	ANTHOZOA	1									1			1		3
Corynactis sp	CNIDARIA	ANTHOZOA					1						1		1		3
Leptogorgia sp	CNIDARIA	ANTHOZOA					1					1	1		1	1	5
Parazoanthus elongatus cf.	CNIDARIA	ANTHOZOA	1			1									1		3
Phymanthea pluvia	CNIDARIA	ANTHOZOA									1						1
Gorgonacea sp1	CNIDARIA	HYDROZOA					1										1
Hidrozoo sertulárido	CNIDARIA	HYDROZOA														1	1
Plumulárido sp1	CNIDARIA	HYDROZOA					1										1
Plumulárido sp2	CNIDARIA	HYDROZOA					1										1
Aurelia sp	CNIDARIA	SCYPHOZOA											1				1
Medusa sp1	CNIDARIA	SCYPHOZOA											1				1
Bathocyroe fosteri	CTENOPHORA	TENTACULATA					1										1
Ptenoforo sp2	CTENOPHORA	TENTACULATA				1											1
Ptenoforo sp1	CTENOPHORA	TENTACULATA	1			1			1								3
Ptenoforo sp2	CTENOPHORA	TENTACULATA													1	1	2
Ptenoforo sp3	CTENOPHORA	TENTACULATA							1								1
Ptenoforo sp4	CTENOPHORA	TENTACULATA							1								1

Asteroideo sp2	ECHINODERMATA	ASTEROIDEA					1										1
Asteroideo sp3	ECHINODERMATA	ASTEROIDEA									1						1
Heliaster helianthus	ECHINODERMATA	ASTEROIDEA								1							1
Henricia obesa	ECHINODERMATA	ASTEROIDEA										1					1
Henricia obesa	ECHINODERMATA	ASTEROIDEA	1	1			1						1	1	1	1	7
Luidia magellanica	ECHINODERMATA	ASTEROIDEA									1		1				2
Meyenaster gelatinosus	ECHINODERMATA	ASTEROIDEA										1	1	1			3
Meyenaster gelatinosus	ECHINODERMATA	ASTEROIDEA									1						1
Odontaster penicillatus	ECHINODERMATA	ASTEROIDEA												1		1	2
Odontaster penicillatus	ECHINODERMATA	ASTEROIDEA								1	1						2
Poraniopsis echinaster	ECHINODERMATA	ASTEROIDEA										1					1
Arbacia dufresnei	ECHINODERMATA	ECHINOIDEA					1										1
Holoturido sp1	ECHINODERMATA	HOLOTHUROIDEA											1				1
Aeneator sp	MOLLUSCA	GASTROPODA					1										1
Calliostoma funcki	MOLLUSCA	GASTROPODA					1										1
Gastropodo sp1	MOLLUSCA	GASTROPODA											1				1
Oliva peruviana	MOLLUSCA	GASTROPODA	1														1
Phidiana lottini	MOLLUSCA	GASTROPODA											1				1
Pteropoda sp1	MOLLUSCA	GASTROPODA	1			1											2
Turritella cingulata	MOLLUSCA	GASTROPODA	1														1
Turritella cingulata	MOLLUSCA	GASTROPODA					1			1			1	1			4
Lessonia trabeculata	PHAEOPHYTA	LAMINARIALES	1							1	1			1	1	1	6
Clathrina sp	PORIFERA						1						1			1	3
Esponja sp1	PORIFERA						1										1
Esponja sp2	PORIFERA						1										1
Esponja sp3	PORIFERA						1										1
Esponja sp5	PORIFERA											1					1
Esponja amarilla	PORIFERA		1			1										1	3
Esponja gris	PORIFERA					1											1
Esponja naranja	PORIFERA					1										1	2
Esponja sp1	PORIFERA										1						1
Esponja sp2	PORIFERA											1					1
Esponja sp4	PORIFERA															1	1
Esponja sp5	PORIFERA									1			1				2
Esponja sp6	PORIFERA						1										1
Esponja calcarea	PORIFERA												1		1	1	3
Amphilectus fucorum cf	PORIFERA	DEMOSPONGIAE														1	1
Clionaopsis platei cf	PORIFERA	DEMOSPONGIAE									1				1	1	3
Polymastia sp	PORIFERA	DEMOSPONGIAE											1				1
Trachycladus sp	PORIFERA	DEMOSPONGIAE					1										1
Alga roja sp1	RHODOPHYTA					1				1							2
Alga roja sp2	RHODOPHYTA													2			2
Alga roja crustosa	RHODOPHYTA		1			1				2		1	1	1	1		8
Alga roja sp2	RHODOPHYTA				1					1			1				3
Alga roja sp3	RHODOPHYTA		1						1								2
Corallina sp	RHODOPHYTA															1	1
Gelidium chilense	RHODOPHYTA		1														1
Gelidium sp	RHODOPHYTA					1											1
Lithothamnium sp	RHODOPHYTA					1					1					1	3
Rotifero sp1	ROTIFERA								1				1				2
		Total Transecta	17	3	2	16	26	2	8	13	12	11	29	10	18	20	187

Tabla 3:

Listado total de especies bentonicas de macroalgas e invertebrados en el área, registrados por los proyectos FIP 2006-56, BIP 30006824-0 de la Universidad Católica del Norte (Coquimbo", Coquimbo, Chile.) y de OCEANA (1 = presente).

		ISLA CHANARAL				ISLAS CHOROS - DAMAS					Islote Pajaros Grande	
Filum	Nombre cientifico	Intermareal rocoso (FIP 2006-56)	Submareal (FIP 2006-56)	Submareal (OCEANA)	TOTAL	Intermareal rocoso (FIP 2006-56)	Intermareal playas de arena (FIP 2006-56)	Submareal (FIP 2006-56)	Submareal OCEANA	TOTAL	Submareal OCEANA	AREA TOTAL
Chlorophyta	*Codium dimorphum* Svedelius	1			1	1				1		1
Chlorophyta	*Chaetomorpha aerea* (Dillwyn) Kützing	1			1	1				1		1
Chlorophyta	Costra ulvacea		1		1			1		1		1
Chlorophyta	*Ulva* sp.	1			1	1				1		1
Chlorophyta	*Rama novaezelandiae* (J. Agardh)	1			1	1				1		1
Rhodophyta	*Asparagopsis armata* Harvey	1	1		1	1		1		1		1
Rhodophyta	*Chondrus* sp				0	1				1		1
Rhodophyta	*Corallina officinalis* Linnaeus	1			1	1		1		1		1
Rhodophyta	*Corallina* sp.		1		1	1				1	1	1
Rhodophyta	Corallinales crustosas	1			1	1				1		1
Rhodophyta	Crustosa roja		1	1	1				1	1	1	1
Rhodophyta	*Gelidium* sp.	1	1		1	1		1		1	1	1
Rhodophyta	*Halopteris paniculata* (Suhr) Prud – Homme van Reine	1			1					0		1
Rhodophyta	*Hildenbrandia* sp.	1			1	1				1		1
Rhodophyta	*Mesophyllum sp*		1		1			1		1		1
Rhodophyta	*Lithothamnium sp*				0					0	1	1
Rhodophyta	*Porphyra columbina* (Montagne, 1845)	1			1	1				1		1
Rhodophyta	*Rhodymenia corallina* (Bory) Greville	1			1					0		1
Rhodophyta	*Rhodymenia skottsbergii* Greville,1830	1			1	1				1		1
Rhodophyta	*Rhodymenia sp.*	1			1	1		1		1		1
Phaeophyta	*Colpomenia sinuosa* (Roth)				0	1				1		1
Phaeophyta	*Endarachne* sp.				0	1				1		1
Phaeophyta	*Glossophora kunthii* (C. Agardh)	1			1	1		1		1		1
Phaeophyta	*Halopteris sp*		1		1					0		1
Phaeophyta	*Lessonia nigrescens* Villouta & Santelices	1	1		1	1				1		1
Phaeophyta	*Lessonia trabeculata*			1	1			1	1	1	1	1
Phaeophyta	*Macrosystis integripholia*				0			1		1		1
Phaeophyta	Tapiz café	1			1	1				1		1
Pasto marino	*Heterozostera tazmanica*				0		1			1		1
	TOTAL	**17**	**8**	**2**	**23**	**19**	**1**	**9**	**2**	**25**	**5**	**29**

Folio010793

Tabla 4:

Listado de peces registrados en el área durante diferentes proyectos y por OCEANA.

	Nombre cientifico	Nombre común	Bahia Coquimbo (FIP 2006-53)	Chanaral-Damas (FIP 2006-56)	Bahia Coquimbo (Stotz)	Bahia Coquimbo (FIP 2006)	OCEANA (ROV) Islas Chanaral - Isl. Pajaros	Fuente: Sernapesca (2010)	Con regimen de Pesca
Condrichthyes	*Aculeola nigra*	*Tiburón gato*				+			
Condrichthyes	*Alopias vulpinus*	*Tiburón azotador*	+						
Condrichthyes	*Apristurus nasutus*	*Tollo narigón*				+			
Condrichthyes	*Caelorinchus aconcagua*	*Pejerrata*				+			
Condrichthyes	*Caelorinchus chilensis*	*Pejerrata*				+			
Condrichthyes	*Callorhynchus callorhynchus*	*Pejegallo*			+	+			
Condrichthyes	*Callorhynhcus callorhinchus*	*Pejegallo*	+						
Condrichthyes	*Centroscyllium nigrum*	*Tollo de profundidad*				+			
Condrichthyes	*Centroscymnus crepidater*					+			
Condrichthyes	*Etmopterus granulosum*	*Tollo*			+	+			
Condrichthyes	*Galeorhinus galeus*	*Cazon*			+				
Condrichthyes	*Mustelus mento*	*Tollo*	+						
Condrichthyes	*Myliobatis chilensis*	*Peje-águila*	+						
Condrichthyes	*Myliobatis peruvianus*	*Peje-águila*	+						
Condrichthyes	*Myliobatis spp.*	*Peje-águila*	+						
Condrichthyes	*Schroederichhys chilensis*	*Pintarroja*	+						
Condrichthyes	*Squatina armata*	*Angelote*	+						
Condrichthyes	*Isurus oxyrinchus*	*Tiburón marrajo (Maco)*						+	
Condrichthyes	*Dipturus chilensis*	*Raya volantín*	+						
Condrichthyes	*Dipturus flavirostris*	*Raya volantin*			+	+			
Condrichthyes	*Discopyge tschudii*	*Raya*	+						
Condrichthyes	*Psammobatis scobina*	*Raya pequén*	+						
Condrichthyes	*Eptatretus polytrema*	*Lamprea negra*				+			
Osteichthyes	*Anisotremus scapularis*	*Sargo*			+			+	
Osteichthyes	*Aphos porosus*	*Peje-bagre o bagre de mar*	+						
Osteichthyes	*Aplodactylus punctatus*	*Jergilla*	+	+					
Osteichthyes	*Cheilodactylus gayi*	*Breca o Bilagai*			+				
Osteichthyes	*Cheilodactylus variegatus*	*Bilagai*	+	+	+		+		
Osteichthyes	*Chromis crusma*	*Castañeta*		+			+		
Osteichthyes	*Cilus gilberti*	*Corvina*	+		+				
Osteichthyes	*Engraulis ringens*	*Anchoveta*			+				VEDA
Osteichthyes	*Eptatretus polytrema*	*Anguila babosa*	+						
Osteichthyes	*Ethmidium maculatum*	*Machuelo o Titre*	+		+			+	
Osteichthyes	*Genypterus blacodes*	*Congrio dorado*				+			
Osteichthyes	*Genypterus chilensis*	*Congrio colorado*	+		+				
Osteichthyes	*Genypterus maculatus*	*CONGRIO NEGRO*	+		+				
Osteichthyes	*Girella laevifrons*	*Baunco*		+					
Osteichthyes	*Graus nigra*	*Vieja negra*		+			+		
Osteichthyes	*Halaelurus canescens*	*Tollo*				+		+	
Osteichthyes	*Helicolenus lengerchi*	*Chancharro*			+				

Osteichthyes	*Hemilutjanus macrophthalmos*	*Apañado*		+	+					
Osteichthyes	*Hippoglossina macrops*	*Lenguado ojos grandes*				+				
Osteichthyes	*Isacia conceptionis*	*Cabinza*	+	+						
Osteichthyes	*Menticirrhus ophicephalus*	*Pichibueno, Pichibuén*	+							
Osteichthyes	*Merluccius gayi*	*Merluza común*	+		+			+		VEDA
Osteichthyes	*Mugil cephalus*	*Lisa común*	+					+		
Osteichthyes	*Nexilosus latifrons*	*Castañeta, Chanchito*	+							
Osteichthyes	*Nezumia pulchella*	*Pejerrata*				+				
Osteichthyes	*Ophichthus pacifici*	*Anguila común*	+			+				
Osteichthyes	*Paralabrax humeralis*	*Cabrilla*	+	+						
Osteichthyes	*Paralichthys microps*	*Lenguado ojos chicos*			+		+			
Osteichthyes	*Paralichthys microps/ adspersus*	*Lenguado ojos chicos*	+					+		
Osteichthyes	*Pinguipes chilensis*	*Rollizo*	+	+	+		+	+		
Osteichthyes	*Prolatilus jugularis*	*Blanquillo*	+	+	+					
Osteichthyes	*Sardinops sagax*	*Sardina española*	+		+					VEDA
Osteichthyes	*Scartichthys variolatus*	*Borrachilla*		+						
Osteichthyes	*Sciaena deliciosa*	*Ronchaco*	+		+			+		
Osteichthyes	*Scomber japonicus*	*Caballa*			+					
Osteichthyes	*Sebastes capensis*	*Vieja o Mulata*	+		+			+		
Osteichthyes	*Semicossyphus darwini*	*Pejeperro*			+			+		
Osteichthyes	*Seriola lalandi*	*Dorado*	+		+					
Osteichthyes	*Seriolella violacea*	*Cojinoba del Norte*	+		+					VEDA
Osteichthyes	*Strangomera bentincki*	*Sardina comun*			+			+		VEDA
Osteichthyes	*Stromateus maculatus*	*Palometa*			+			+		
Osteichthyes	*Stromateus stellatus*	*Pejegallo*	+					+		
Osteichthyes	*Thyrsites atun*	*Sierra*	+		+			+		
Osteichthyes	*Trachurus murphyi*	*Jurel*	+		+			+		VEDA
Osteichthyes	*Tripterygion chilensis*	*Trombollito*		+				+		
TOTAL	*45*		26	12	25	5	5	16		5
TOTAL	*68*		36	12	29	14	5	17		5

Tabla 5

Especies		Vilina et al., 1994	Hertel et al., 2005	Luna-Jorquera et al., 2005	CONAF, No publ.	Bernal com pers.	Flores obs. pers.
Nombre científico	Nombre vernacular						
ORDEN PODICIPEDIFORMES							
FAMILIA PODICIPEDIDAE							
Podiceps major	huala						x
ORDEN PROCELLARIFORMES							
FAMILIA DIOMEDEIDAE							
Diomedea epomophora	albatros real	x					x
Thalassarche melanophris	albatros de ceja negra	x		x		x	x
Thalassarche bulleri	albatros de Buller	x		x		x	x
Thalassarche eremita	albatros de Chattam			x			
Thalassarche salvini	albatros de frente blanca					x	x
FAMILIA PROCELLARIIDAE							
Macronectes giganteus	petrel gigante antártico					x	x
Fulmarus glacialoides	petrel plateado	x					x
Daption capense	petrel moteado						x
Pterodroma externa	fardela blanca de Juan Fernández			x			x
Pachyptila desolata	petrel-paloma antártico			x			
Pachyptila belcherii	petrel-paloma de pico delgado	x					x
Procellaria aequinoctialis	fardela negra grande	x		x		x	x
Procellaria cinerea	fardela gris	x					
Procellaria westlandica	fardela de Nueva Zelanda					x	x
Puffinus creatopus	fardela blanca			x		x	x
Puffinus griseus	fardela negra	x		x		x	x
FAMILIA HYDROBATIDAE							
Oceanites oceanicus	golondrina de mar	x		x		x	x
Oceanites gracilis	golondrina de mar chica		x	x			
Oceanodroma tethys	golondrina de mar peruana					x	x
Oceanodroma markhami	golondrina de mar negra					x	x
FAMILIA PELECANOIDIDAE							
Pelecanoides garnotii	yunco	x				x	x
ORDEN SPHENISCIFORMES							
FAMILIA SPHENISCIDAE							
Spheniscus humboldti	pingüino de Humboldt	x	x	x	x	x	x
Spheniscus magellanicus	pingüino de Magallanes	x				x	x
ORDEN PELECANIFORMES							
FAMILIA PHAETHONTIDAE							
Phaeton aethereus	ave del trópico de pico rojo	x				x	x
FAMILIA SULIDAE							
Sula nebouxii	piquero de patas azules			x		x	
Sula variegata	piquero	x	x	x	x	x	x
FAMILIA PELECANIDAE							
Pelecanus thagus	pelícano	x	x	x	x	x	x

FAMILIA PHALACROCORACIDAE							
Phalacrocorax brasilianus	yeco	x	x	x	x	x	x
Phalacrocorax bougainvillii	guanay	x	x	x		x	x
Phalacrocorax gaimardi	lile	x	x	x	x	x	x
ORDEN CICONIIFORMES							
FAMILIA ARDEIDAE							
Ardea alba	garza grande				x	x	x
Egretta thula	garza chica						x
BubuLeast Concernus ibis	garza boyera	x				x	x
Nycticorax nycticorax	huairavo	x	x			x	x
FAMILIA THRESKIORNITHIDAE							
Theristicus melanopis	bandurria	x	x		x	x	x
FAMILIA CATHARTIDAE							
Coragyps atratus	jote de cabeza negra	x	x		x	x	x
Cathartes aura	jote de cabeza colorada	x	x		x	x	x
ORDEN ANSERIFORMES							
FAMILIA ANATIDAE							
Anas flavirostris	pato jergón chico						x
Anas sibilatrix	pato real						x
Anas bahamensis	pato gargantillo						x
Anas cyanoptera	pato colorado						x
Anas georgica	pato jergón grande						x
ORDEN FALCONIFORMES							
FAMILIA ACCIPITRIDAE							
Buteo polyosoma	aguilucho	x			x	x	x
Parabuteo unicinctus	peuco					x	
Circus cinereus	vari						x
FAMILIA FALCONIDAE							
Milvago chimango	tiuque	x	x			x	x
Phalcoboenus megalopterus	carancho cordillerano del norte					x	
Caracara plancus	traro	x	x		x		x
Falco peregrinus	halcón peregrino	x			x	x	x
Falco femoralis	halcón perdiguero		x				x
Falco sparverius	cernícalo					x	x
ORDEN GRUIFORMES							
FAMILIA RALLIDAE							
Rallus sanguinolentus	pidén						x
ORDEN CHARADRIFORMES							
FAMILIA CHARADRIIDAE							
Vanellus chilensis	queltehue	x			x	x	x
Pluvialis squatarola	chorlo ártico	x					x
Charadrius alexandrinus	chorlo nevado	x					x
Charadrius falklandicus	chorlo de doble collar						x
Charadrius collaris	chorlo de collar						x
Charadrius modestus	chorlo chileno					x	x
Oreopholus ruficollis	chorlo de campo	x				x	x
FAMILIA HAEMATOPODIDAE							

Haematopus palliatus	pilpilén					x	x
Haematopus ater	pilpilén negro	x	x		x	x	x
FAMILIA RECURVIROSTRIDAE							
Himantopus melanurus	perrito						x
FAMILIA SCOLOPACIDAE							
Tringa flavipes	pitotoy chico						x
Arenaria interpres	playero vuelvepiedras		x			x	x
Catoptrophorus semipalmatus	playero grande	x					
Aphriza virgata	playero de las rompientes					x	x
Calidris bairdii	playero de Baird						x
Calidris alba	playero blanco					x	x
Numenius phaeopus	Zarapito	x	x		x	x	x
Phalaropus fulicaria	pollito de mar rojizo			x			x
Phalaropus lobatus	pollito de mar boreal	x					
FAMILIA THINOCORIDAE							
Thinocorus rumicivorus	perdicita	x			x	x	x
FAMILIA LARIDAE							
Stercorarius chilensis	salteador chileno	x				x	x
Stercorarius parasiticus	salteador chico					x	x
Larus modestus	gaviota garuma	x		x	x	x	x
Larus belcheri	gaviota peruana		x		x	x	x
Larus dominicanus	gaviota dominicana	x	x	x	x	x	x
Larus pipixcan	gaviota de Franklin	x	x	x	x	x	x
Sterna elegans	gaviotín elegante					x	x
Sterna hirundinacea	gaviotín sudamericano	x			x		x
Sterna paradisaea	gaviotín ártico					x	
Larosterna inca	gaviotín monja			x		x	x
Rynchops niger	rayador		x			x	x
ORDEN COLUMBIFORMES							
FAMILIA COLUMBIDAE							
Columba livia	paloma						x
Zenaida auriculata	tórtola	x	x			x	x
Columbina picui	tortolita cuyana					x	
ORDEN STRIGIFORMES							
FAMILIA TYTONIDAE							
Tyto alba	lechuza		x				
FAMILIA STRIGIDAE							
Bubo magellanicus	tucúquere					x	
Athene cunicularia	pequén	x				x	x
ORDEN APODIFORMES							
FAMILIA TROCHILIDAE							
Patagona gigas	picaflor gigante		x				
Sephanoides sephaniodes	picaflor chico						x
Rhodopis vesper	picaflor del norte						x
ORDEN PASSERIFORMES							
FAMILIA FURNARIIDAE							
Geositta rufipennis	minero cordillerano					x	x

Geositta cunicularia	minero	x			x	x	x
Upucerthia dumetaria	bandurrilla	x				x	x
Chilia melanura	chiricoca	x					
Cinclodes patagonicus	churrete						x
Cinclodes nigrofumosus	churrete costero	x	x		x	x	x
Leptasthenura aegithalioides	tijeral	x	x			x	x
Asthenes humicola	canastero	x					
FAMILIA RHINOCRYPTIDAE							
Scelorchilus albicollis	tapaculo					x	x
FAMILIA TYRANNIDAE							
Agriornis livida	mero	x	x			x	x
Agriornis montana	mero gaucho	x			x	x	x
Muscisaxicola rufivertex	dormilona de nuca rojiza	x					
Muscisaxicola macloviana	dormilona tontita	x					x
Lessonia rufa	colegial					x	x
Elaenia albiceps	fíofío						x
FAMILIA HIRUNDINIDAE							
Tachycineta meyeni	golondrina chilena					x	x
Pygochelidon cyanoleuca	golondrina de dorso negro		x				x
Hirundo rustica	golondrina bermeja	x					
FAMILIA TROGLODYTIDAE							
Troglodytes musculus	chercán	x	x		x	x	x
FAMILIA MUSCICAPIDAE							
Turdus falklandii	zorzal					x	x
FAMILIA MIMIDAE							
Mimus thenca	tenca						x
FAMILIA MOTACILLIDAE							
Anthus correndera	bailarín chico						x
FAMILIA EMBERIZIDAE							
Sicalis luteola	chirihue		x				
Zonotrichia capensis	chincol	x	x		x	x	x
FAMILIA FRINGILLIDAE							
Phrygilus fruticeti	yal	x					
Phrygilus alaudinus	platero						x
Diuca diuca	diuca	x	x		x	x	x
Carduelis barbata	jilguero	x					
FAMILIA PASSERIDAE							
Passer domesticus	gorrión					x	x
122 spp en TOTAL		59	32		27	72	99

CONAF. Plan de manejo. Reserva Nacional Pingüino de Humboldt Tomo B1: Atlas temático de línea base. Isla Chañaral. Departamento de áreas protegidas y medio ambiente regiones de Atacama y Coquimbo. 161 pp

Listado de aves registrados en el área durante diferentes proyectos y por OCEANA

Tabla 6:

Listado de diversidad de hábitats en el intermareal

Habitat	Comunidades	Rango Batimétrico	Especies características	Tipo de Habitat			Numero de especies	Tipo de Habitat			Numero de especies
				Playas de bolones	Playas de peñascos	Playas mixtas		Playas de bolones	Playas de peñascos	Playas mixtas	
Bosque de Macroalgas	Asociación *Porphyra columbina – Nodilittorina peruviana* (P-N)	Intermareal alto	*Porphyra columbina* y los gastrópodos herbívoros *Nodilittorina peruviana* y *Nodilittorina araucana* dominan	+	+	+	12		+		14
Bosque de Macroalgas	Asociación *Ulva sp. – Gelidium sp* . (U-G)	Intermareal medio	mayor diversidad de algas e invertebrados sésiles	+	+	+	22		+		26
Bosque de Macroalgas	Asociación *Ulva sp. – Chaetomorpha aerea* . (U-C) con 13 especies	Intermareal medio	dominada por las algas verdes *Ulva sp.* y *Chaetomorpha aerea*	+	+	+	13				
Bosque de Macroalgas	Comunidad de *Lessonia nigrescens* (LE)	Intermareal bajo	la comunidad o asociacion mas diversa en invertebrados móviles y también en algas e invertebrados sésiles, dominan las macroalgas *Gelidium sp., Rhodymenia skottsbergii* y *Rhodymenia corallina*	+	+	+	29		+		35
Bosque de Macroalgas	Asociación *Codium dimorphum* (Co)	Intermareal medio hasta bajo	Dominada por el alga verde *Codium dimorphum* , compartía sustrato con las algas *Ulva sp. Gelidium sp., Endarachne sp* .						+		12
Bosque de Macroalgas	Comunidad de Macrocystis integrifolia (MC)	Intermareal bajo	dominada por el alga parda *Macrocystis integrifolia*						+		15
Comunidades de especies de forraje para invertebrados bentónicos	Asociación dominada por Poliquetos	Intermareal medio hasta bajo	playa "La Damita" (sector N-W de la isla Damas), dominan los poliquetos de las familias Nereidae, Orbiniidae y Eunicidae					sustrato de bolones y conchuela			15

Habitat	Asociaciones de Playas de Arena (Isla Damas), dominados por decápodos anomuros, anfípodos, isópodos, insectos coleópteros y 1 familia de poliquetos		
Comunidades de especies de forraje para invertebrados bentónicos	Intermareal arenoso alto	Intermareal alto	Orchestoidea tuberculata,
Comunidades de especies de forraje para invertebrados bentónicos	Intermareal arenoso medio	Intermareal medio	2 especies de crustáceos Orchestoidea tuberculata y Excirolana hirsuticauda

Tabla 7:

Listado de diversidad de hábitats en el submareal

			ISLA DAMAS				
	Comunidades	Importancia Ecologica	Rango batimetrico	Sector	Tipo de Sustrato	Numero de especies	Especies características
FONDOS DUROS	Comunidad de fondos blanqueados someros (FBS)	Habitat de bio-ingenieros	1,5-8m	Noroeste hasta Noreste	peñascos y las plata-formas rocosas	12	dominada por el erizo negro Tetrapygus niger y por el alga crustosa calcárea Mesophyllum sp.
	Comunidad dominada por Macrocystis (CM)	Habitat de Macroalgas	6-8m	Suroeste y Sureste	plataforma rocosa y peñascos	8	dominada por el alga parda Macrocystis integrifolia
	Comunidad dominada por distintas algas erectas (AE).	Hábitat de Macroalgas & especies de interés comercial	8m	Sector Sureste	plataforma rocosa y peñascos	4	dominada por algas erectas como Asparagopsis armata y Glossophora kunthii
	Comunidad dominada por Lessonia trabeculata (LE)	Habitat de Macroalgas	8-25m	Oeste y sur,c sureste hacia isla Choros	plataforma rocosa y peñascos	23	el crustáceo Rhynchocinetes typus, los gastrópodos Fissurella cumingi, Nassarius gayii y Crassilabrum crassilabrum, y el asteroídeo Meyenaster gelatinosus
	Comunidad de fondos blanqueados profundos (FBP)	Habitat de bio-ingenieros	8-40m	Oeste	peñascos y las plata-formas rocosas	17	dominan la alga crustosa calcárea Mesophyllum sp. y el alga Corallina sp., los equinodermos Tetrapygus niger, Odontaster penicillatus y Stichaster striatus, los crustá-ceos Rynchocinetes typus y Pagurus edwardsii y los gastrópodos Tegula tridentata y Priene rude
		Habitat de bio-ingenieros	20-40m	Cabecera noroeste y sureste de la isla	bolones y presencia de conchuela		
	Comunidad dominada por organismos suspensivoros (SUS)	Habitat de bio-ingenieros	7-10m	Este, sureste y noroeste	plataforma rocosa y peñascos	10	dominada principalmente por los cirripedios Balanus laevis, Austromegabalanus psittacus y por la ascidia solitaria Pyura chilensis.
			16-30m	Sureste			
	Comunidad de pasto marino (PM)	Habitat de Macroalgas	9-14m	Este	arena	10	especies clave es el pasto marino Heterozoostera tazmanic, los caracoles Turritella cingulata y Nassarius gayii, Cancer setosus y Meyenaster gelatinosus están ascociados
	Comunidad de organismos incrustantes (INC)						
	Comunidades de esponjas y ascidias coloniales (E-A)	Habitat de bio-ingenieros	40m	Noreste	peñascos y arena		dominado principalmente por Clinopsis sp., y otras especies de esponjas
	Gorgónidos (CG),						
	Turritella (CT)	Habitat de bio-ingenieros	16-30m	Noreste y cabecera sur	conchuela y peñascos	7	domina el gastrópodo Turritella cingulata, tambien Stichaster striatus, Anemonia alicemartina, Gelidium sp., Clinopnsis sp., alga crustosa calcárea Mesophyllum sp. y Lessonia trabeculata
FONDOS BLANDOS	Comunidad de fondos blandos (FB).	Habitat de algunos especies de interes commercial*	30-80m	alrededor de toda la isla	arena	4	dominan el gastrópodo Oliva peruviana, el cangrejo ermitaño Pagurus forceps, algunos poliquetos escavadores y Rhodymenia sp.
	asociaciones fondos blan-dos someros (FBS),	Habitat de algunos especies de interes commercial**	2-4m	alrededor de toda la isla	arena fina	12	Moluscos y Crustaceos
	asociaciones fondos blan-dos intermedios (FBI)	Habitat de algunos especies de interes commercial**	6-8m	alrededor de toda la isla	arena	13	Crustáceos y el Cephalocordado (Brachiostoma sp.)
	asociaciones fondos blan-dos profundos (FP)	Habitat de algunos especies de interes commercial**	10-12m	alrededor de toda la isla	arena gruesa y conchilla	23	10 especies de crustáceos; Oliva peruviana, Polinice uber y Nassarius gayii
							13 comunidades

	Comunidades	ISLA CHOROS				
		Rango batimetrico	Sector	Tipo de Sustrato	Numero de especies	Especies características
FONDOS DUROS	Comunidad de fondos blanqueados someros (FBS)					
	Comunidad dominada por Macrocystis (CM)					
	Comunidad dominada por distintas algas erectas (AE).	30-40m	Noroeste	peñascos y conchuela		dominan las algas Asparagopsis armata, Rhodymenia sp., Gelidium sp., Mesophyllum sp. y Corallina sp.
	Comunidad dominada por Lessonia trabeculata (LE)	20-35m	Suroeste, sureste y la cabecera norte	peñascos y bolones		Lessonia trabeculata con Mesophyllum sp., Hildenbrandtia sp., Corallina sp., y erectas como Rhodymenia sp., Gelidium sp. y Ulva sp
	Comunidad de fondos blanqueados profundos (FBP)					
	Comunidad dominada por organismos suspensivoros (SUS)	40m	Oeste	arena y conchuela		dominados por poliquetos filtradores, tambien las algas Rhodymenia sp. y Criptonemia obovata
		75m	Este			
	Comunidad de pasto marino (PM)					
	Comunidad de organismos incrustantes (INC)					
	Comunidades de esponjas y ascidias coloniales (E-A)	30-50m	suroeste y sureste	peñascos combinados con conchuela		esponja Clinopsis sp., ascidias coloniales dominan
	Gorgónidos (CG),	>70m	Oeste	peñascos combinados con arena		Dominaban dos especies de gorgónidos (“corales blandos”) de color grisáceo y los “corales bambú” de colores llamativos como el rojo y el salmón. Estos corales, muy poco abundantes son considerados especies muy frágiles ante las perturbaciones físicas y químicas y poseen un alto nivel de endemismo
	Turritella (CT)		Este	bolones y conchuela		Turritella cingulata, algas como Rhodymenia sp., Ulva sp. y crustosas calcáreas, estrellas de mar Stichaster striatus y Odontaster penicilatus, esponjas como Clinopsis sp.
FONDOS BLANDOS	Comunidad de fondos blandos (FB).	30->80m	Oeste y este	arena		algas rojas Rhodymenia sp. y Criptonemia obovata; poliquetos escavadores, Oliva peruviana, Arbacia spatuligera, Pagurus forceps
	asociaciones fondos blandos someros (FBS),					
	asociaciones fondos blandos intermedios (FBI)					
	asociaciones fondos blandos profundos (FP)					

7 comunidades

Folio010803

	Comunidades	ISLA CHANARAL				
		Rango batimetrico	Sector	Tipo de Sustrato	Numero de especies	Especies características
FONDOS DUROS	Comunidad de fondos blanqueados someros (FBS)	1,5-8m	este y sur	peñascos y las plataformas rocosas	10	Mesophyllum sp, con el erizo negro (Tetrapygus niger), el gastrópodo Tegula tridentata
	Comunidad dominada por Macrocystis (CM)					
	Comunidad dominada por distintas algas erectas (AE).	<10	este y sur		13	dominan Asparagopsis armata y Halopteris sp.; especies de importancia comercial como C. concholepas y F. latimarginata
	Comunidad dominada por Lessonia trabeculata (LE)	>6m	Alrededor de toda la isla	sustrato rocoso	21	dominada por el huiro palo L. trabeculata
		20-35m	Oeste			dominan las esponjas Clinopsis sp., Halichondria sp., algunas ascidias coloniales, los asteroídeos Meyenaster gelatinosus, Patiria obesa y Stichaster striatus, algas como Rhodymenia sp., Glossophora kunthii, y tapices algales
	Comunidad de fondos blanqueados profundos (FBP)	30-76m	Noreste y sureste			Los complejos de las algas crustosas calcáreas dominando esta comunidad.
	Comunidad dominada por organismos suspensivoros (SUS)	50-80m	Este	arena y conchuela		dominada por poliquetos filtradores, ascidias coloniales y algunos moluscos
	Comunidad de pasto marino (PM)					
	Comunidad de organismos incrustantes (INC)	50-75m	sur y este	arena y conchuela	7	dominio de organismos incrustantes, principalmente algas crustosas calcáreas, cirripedios (Balanus laevis) y esponjas
	Comunidades de esponjas y ascidias coloniales (E-A)	20-60m	noroeste y sureste	peñascos ybolones		dominada por esponjas como Halichondria sp., Clinopsis sp. Y por ascidias coloniales
	Gorgónidos (CG),	65-75m	norte y sureste	conchuela y peñascos		Dominaban dos especies de gorgónidos (“corales blandos”) de color grisáceo y los “corales bambú” de colores llamativos como el rojo y el salmón. Estos corales, muy poco abundantes son considerados especies muy frágiles ante las perturbaciones físicas y químicas y poseen un alto nivel de endemismo
	Turritella (CT)	30-80m	sur - suroeste			domina Turritella cingulata con el pepino de mar Cribrina hermaphroditica, el molusco Oliva peruviana, algunos gorgónidos, ademas de algunas algas rojas como Rhodymenia sp.
FONDOS BLANDOS	Comunidad de fondos blandos (FB).	50-80m	rodeando casi toda la isla, excepto en la punta sur	arena		principalmente T. cingulata, Nassarius gayii, el erizo Arbacia spatuligera
	asociaciones fondos blandos someros (FBS),					
	asociaciones fondos blandos intermedios (FBI)					
	asociaciones fondos blandos profundos (FP)					

11 comunidades

ANEXO III

OCEANA

INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA

III.1 Resultados Encuesta Estudio Fip 2006-56[1]

Caleta Chañaral de Aceituno

Los antecedentes estadísticos para Caleta Chañaral de Aceituno son escasos. La siguiente información es el resultado de un cuestionario aplicado a la población con residencia permanente en Chañaral de Aceituno y a los pescadores pertenecientes al Sindicato con residencia en Carrizalillo en el año 2007 como parte del Estudio FIP 2006-56, publicado en Agosto del 2007 por profesionales de la Univ. Católica del Norte.

La encuesta abarcó aproximadamente al 70% de la comunidad permanente de Chañaral de Aceituno siendo ésta una localidad habitada casi en su totalidad por pescadores artesanales. La comunidad con residencia permanente en la Caleta Chañaral de Aceituno no sobrepasa las 80 personas, constituidos principalmente por hombres pescadores artesanales y, en un menor número, mujeres. La mayor densidad poblacional se produce en épocas de explotación de las áreas de manejo y en períodos estivales.

Del total de la muestra encuestada (46 personas), el 78,3% correspondió a hombres. La edad de los encuestados se concentró mayoritariamente (84,8%) entre los 31 y los 60 años. 78,1% se consideró casada y/o conviviente y más de la mitad (63%) declara vivir acompañado más de la mitad del año. En términos de educación formal los encuestados presentaron igual proporción tanto en educación básica incompleta como en educación media completa, representados estos últimos por población más joven, entre 20 y 30 años de edad. Asímismo, sólo un 6,5% de la población encuestada poseía algún grado de educación técnica superior.

Más de un 70% de los encuestados habita en vivienda propia y con título de dominio. Sin embargo, cabe resaltar que la situación legal del resto de las propiedades aún permanece no resuelta, ya que las viviendas están emplazadas en terrenos fiscales.

En relación a los servicios básicos, las viviendas cuentan en su gran mayoría con luz eléctrica y agua potable (97,5% en ambos casos); el 70,4% de las casas tiene algún tipo de sistema de tratamiento de aguas servidas, en su mayoría pozos sépticos y un 61,4% tiene el baño dentro de su casa. Las casas tienen en su mayoría (49,34%) dos dormitorios, seguido por un 45,3% que posee tres dormitorios o más. El combustible más empleado para cocinar es el gas licuado (69,3%).

Una de las características de la localidad es la falta de redes de comunicación fija, así como un poco más de la mitad de los encuestados (58,6%) ha optado por la telefonía celular.

Empleo

La mayoría de los encuestados trabaja en la Caleta (91,3%) por más de seis meses en el año (83%) en actividades relacionadas con la pesca artesanal (97%) y de manera particular (70,2%), lo que contrasta con el hecho de que sólo el 3,5% lo hace con un contrato. El resto de los encuestados declaró no estar trabajando. En el caso de los cónyuges, el 57% trabaja en labores domésticas o en actividades relacionadas con el comercio. Aquellos que poseen un trabajo lo realizan en época estival, principalmente, y de manera particular (42,5%).

Un poco más de la mitad de los encuestados (54,3%) ha recibido cursos

1 Informe Final Proyecto FIP 2006-56 "Evaluación de Línea Base de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Isla Choros-Damas", Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Agosto 2008.

de capacitación, ofrecidos por la Municipalidad de Freirina, siendo los cursos más comunes los de mecánica, prevención de riesgos, acuicultura y computación para los hombres y los de primeros auxilios y de alimentos para las mujeres.
Sólo un 25% de los encuestados declara dedicarse a la actividad turística en la Caleta y ésta se concentra de manera casi exclusiva en el transporte de pasajeros a la Isla Chañaral con el fin de avistar delfines y otros cetáceos, a excepción de un número reducido de dueños de restaurantes.

Finalmente, respecto a la Reserva Marina, sólo un 16,7% de los encuestados declara haber recibido información de ésta directamente desde Sernapesca, más del 80% declaró haber recibido información de la Reserva a través del Sindicato y de la propia comunidad de la caleta.
Al preguntar a quiénes beneficia esta iniciativa, un 63,7% cree que se favorece a la misma caleta, ya sea la caleta misma, el grupo de turismo o la población entera; un 30% estima que los favorecidos serían los turistas y las personas ajenas a la caleta y un 6,7% cree que los beneficiados son el Gobierno y el Sernapesca.

Caleta Punta de Choros y Los Choros

En el caso de la Caleta Punta de Choros la encuesta abarcó a 49 personas, todos hombres. El estado civil o conyugal de la población encuestada presenta mayoritariamente personas casadas y/o convivientes, 65,3%.

En términos de educación formal, 47,8% de los encuestados presentan educación básica completa o educación media incompleta, representados estos últimos por población más joven, entre 20 y 30 años de edad. Asimismo, sólo un 8,7% de la población encuestada posee algún grado de educación técnica superior. Dentro de la población encuestada, un 26,1% declara no haber completado educación básica.

El 47,8% de los encuestados declara estar radicado en la localidad desde hace 11 a 20 años[2]. Más de un 85% de los encuestados habita en vivienda propia y posee título de dominio. En relación a los servicios básicos, las viviendas cuentan en su gran mayoría con luz eléctrica y agua potable (93,9% y 98%, respectivamente); el 79,6% de las casas tiene pozos sépticos y un 63,3% tiene el baño dentro de su casa. El combustible más empleado es el gas licuado (91,7%). La falta de redes de comunicación fija se refleja en el 89% de usuarios de telefonía móvil.

Empleo

La totalidad de los encuestados realiza actividades propias de la pesca artesanal que ocurren dentro y fuera de la caleta. Su trabajo es catalogado como “particular”, es decir sin contrato. Un porcentaje amplio (78,7%) declara trabajar 6 meses o más al año en la Caleta.

Casi la mitad (45,8%) de los encuestados declara haber recibido cursos de capacitación ofrecidos por la Municipalidad de La Higuera en temas tan diversos como acuicultura, administración de empresas, computación, inglés, manejo de olivos y turismo. En el 72% de los casos esos conocimientos se han puesto en práctica.

La actividad turística en el sector de Punta de Choros se desarrolla desde hace más de una década. Los pescadores artesanales han participado de manera creciente de esta ocupación y así lo declara el 68% de los encuestados. En más de un 80% de los casos la actividad se concentra en el

2 No obstante un porcentaje similar declara vivir en la Caleta desde hace a lo menos 21 años. Este hecho se explica sobre la base de la actividad de pesca artesanal que se practica en la zona desde mucho antes del establecimiento del actual poblado.

transporte de pasajeros.

Al indagar en las fuentes de información acerca de la existencia y creación de la RM se constata que las vías más importantes son los mismos pescadores y la Asociación Gremial de Pescadores; estos últimos son el portavoz e intermediario entre las autoridades y los pescadores. El 76% de los pescadores encuestados reconoce haber tenido noticia de la creación de la Reserva Marina a través de fuentes no gubernamentales. Así un 36,7% de los encuestados declaró haber conocido de la existencia de la RM a través de los pescadores de la Caleta y un 38,8% de los encuestados declara haberse enterado de la noticia en anuncios hechos durante las reuniones con el Gremio. Menos del 10% declara haber obtenido la información directamente de Sernapesca o la Subpesca.

Al preguntar sobre quiénes se benefician de la Reserva Marina, la percepción del 34,8% de los encuestados es que a ellos mismos y a la caleta, seguidamente de los turistas en un 28,2%. Sólo el 2% estima que sería el Gobierno el beneficiado. Al consultarles sobre quién habría tomado la decisión de crear la Reserva Marina, el 61% cree que la decisión recayó en un organismo gubernamental como Sernapesca (40%) o Conaf (21,3%). No obstante, un 38,3% de la población encuestada manifiesta no saber.

OCEANA

III.2 Determinación Áreas Zonificación
Región de Coquimbo

ZONAS O ÁREAS CONSIDERADAS EN LA ZONIFICACIÓN DEL BORDE COSTERO REGION DE COQUIMBO

CATEGORÍAS DE ZONIFICACIÓN REGIONAL	CATEGORÍAS DE ZONIFICACIÓN COMUNAL	USOS DE LOS ESPACIOS MARÍTIMO Y TERRESTRE	FUENTES DE INFORMACIÓN
Áreas Reservadas para el Estado	Zona Reservada para el Estado	Corredores de Navegación	DIRECTEMAR
		Predio Fiscal	BB.NN.
		Áreas Especiales	BB.NN.
		Área Ejercicio Naval	BB.NN. / DIRECTEMAR
Áreas Portuarias	Zona Portuaria	Seguridad Portuaria Marítima	DIRECTEMAR
		Área de Espera de Práctico	DIRECTEMAR
		Instalaciones Portuarias	DIRECTEMAR / DOP
		Área Fondeo	DIRECTEMAR / SERNAPESCA
		Área Fondeo Naval	DIRECTEMAR
		Área de Maniobra	DIRECTEMAR
Áreas para Industrias de Construcción y Reparación de Naves	Zona de Industria de Construcción y Reparación de Naves	Astilleros	DIRECTEMAR / MUNICIPAL
		Varaderos	DIRECTEMAR
Áreas en las cuales existen Asentamientos Humanos	Zona de Asentamientos Humanos	Habitacional Mixto	MUNICIPALIDAD / MINVU
		Turismo Inmobiliario	MUNICIPALIDAD / MINVU
Áreas para Actividades Industriales, Económicas y de Desarrollo Científico	Zona de Pesca Artesanal y Caletas	Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB)	SERNAPESCA / COZOPE
		Caleta Pesquera	SERNAPESCA / BB. NN.
		Área Habitual de Extracción	SERNAPESCA
		Puerto Pesquero Artesanal	DOP
	Zona Industrial	Industrial Peligroso	MUNICIPALIDAD / SERV. SALUD
		Industrial Molesto	MUNICIPALIDAD / SERV. SALUD
		Industrial Inofensivo	MUNICIPALIDAD / SERV. SALUD
		Minería	SERNAGEOMIN / DIRECTEMAR
	Zona AAA	Áreas Apropiadas para el Ejercicio de la Acuicultura (AAA)	SERNAPESCA / SUBS. MARINA
	Zona Preferentemente Turística y Recreacional	Turismo y Recreación	SERNATUR / MUNICIPALIDAD
		Pesca Deportiva	SERNAPESCA / SERNATUR
		Zona Deportes Náuticos	SERNATUR
	Zona Agropecuaria	Agrícola y/o Ganadero	SAG
		Riego	DOH (Cuenca o río aportante)
	Zona Condicionada	Estudios	SERNAPESCA / UCN

Fuente: Memoria Zonificación Coquimbo, 2005

ZONAS O ÁREAS DE CONSERVACIÓN O RESTRICCIÓN EN LA ZONIFICACIÓN DEL BORDE COSTERO REGIÓN DE COQUIMBO

CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN O RESTRICCION REGIONAL	CATEGORÍAS DE CONSERVCAIÓN O RESTRICCIÓN COMUNAL	LIMITACIONES DE USO DE LOS ESPACIOS MARÍTIMO Y TERRESTRE	FUENTE DE INFORMACIÓN
Áreas Protegidas	Zona de Conservación de la Naturaleza	Interés Ecológico	CONAMA / MUNICIPALIDAD
		Drenaje Natural	MUNICIPALIDAD / DOH
		Restricción Ecológica	MUNICIPALIDAD / DOH
		Restricción Ecológica Acuática	MUNICIPALIDAD / UCN
		Área Marina Costera Protegida	CONAMA / SUBS. MARINA
		Santuario de la Naturaleza	MONUMENTOS NAC. / MUNICIPALIDAD
		Reserva Marina	COZOPE / SERNAPESCA
		Sitio SNASPE	CONAF / MUNICIPALIDAD
		Valor Paisajístico	MUNICIPALIDAD
	Zona de Conservación del Patrimonio Cultural y Arqueológico	Patrimonio Cultural	MUNICIPALIDAD
		Parque Arqueológico Costero	MUNICIPALIDAD
Áreas de Restricción por Riesgo	Zona de Restricción por Riesgo	Riesgo de Inundación	MOP / MUNICIPALIDAD
		Riesgo Tsunami	OREMI / SHOA
		Emisarios	SSM / SISS
		Aeródromos	MUNICIPALIDAD
		Quebradas	MUNICIPALIDAD

Fuente: Memoria Zonificación Coquimbo, 2005

III.3 Breve Descripción Métodos de Valoración para Atributos Ambientales

Análisis de Mercado
Es una técnica usada para evaluar programas o proyectos de inversión, que consiste en comparar costos con los beneficios asociados a la realización del proyecto. Un proyecto será rentable si los beneficios superan los costos. Los beneficios pueden ser de tipo monetario o social, directo o indirecto.

Valoración Contingente

El método de valoración contingente consiste en averiguar los cambios en el bienestar de las personas ante cambios hipotéticos (contingentes) de un bien o servicio ambiental. Este método ha sido comúnmente empleado para obtener la valoración económica de bienes o servicios ambientales que cumplen una función de recreación en la función de utilidad familiar.

Algunos autores lo consideran como un método de valoración directa, pues dicha valoración se obtiene, mediante la formulación de preguntas directas sobre la valoración del medio ambiente.

Costo de Viaje

El método del Costo de Viaje es un método de valoración de bienes que no tienen un mercado definido donde se obtenga información sobre precios y cantidades demandadas. Por lo tanto, la valoración se realiza indirectamente a través de mercados relacionados. Este método se usa para la valoración económica de espacios naturales, espacios recreativos, parques, zonas de interés paisajístico, reservas, etc. para los que el mercado indirecto existente es el mercado del transporte, es decir, se puede aplicar en la valoración de bienes que requieren de movilización para su consumo.

Costos Inducidos

Este método es aplicable para aquellos bienes ambientales que estén relacionados con algún bien privado de una forma concreta, formando parte de él, como un sustituto de una función de producción. Cumpliendo con dos posiciones que son:

- Que el bien ambiental forme parte de la función de producción ordinaria de un bien o servicio normal, como un insumo más.
- Cuando entra a formar parte, junto con otros bienes privados, de la función de utilidad de una persona o familia determinada.

ANEXO IV

IV.1 Lugares Involucrados en la AMCP propuesta

Caleta Chungungo



Fotografia de GoogleEarth (Christian Latorre)

Isla Damas





(Fotografías del proyecto FIP 2006-56)
Isla Chañaral





Playa en Punta de Choros

OCEANA

IV.2 Fauna Marina

Aves y Mamíferos Marinos







Pingüino de Humboldt (Spheniscus humboldti





La isla Chañaral alberga la colonia más grande del pingüino de Humboldt en el mun - do. Esta isla se caracteriza por la ausencia de disturbios que ocasiona la presencia humana y ofrece espacio ideal para la construcción de nidos y por otro lado una alta riqueza alimenticia en los alrededores

Piquero (Sula variegata)





Colonia del piquero en isla Pájaros grande: fotografía del proyecto FIP 2006-56, mostrando un investigador haciendo el recuento de las aves.

Yunco (Pelecanoides garnotii)





OCEANA



Gaviota garuma (Larus belcheri)



Gaviota de Franklin (Larus pipixcan)



Fardela blanca de Juan Fernández
(Pterodroma externa)



Fardela blanca (Puffinus creatopus)



Aguilucho (Buteo polyosoma)



Guanay (Phalacrocorax bougainvillii)



Fardela de Nueva Zelanda (Procellaria westlandica)



Albatros de ceja negra (Thalassarche melanophris)



Jote de cabeza colorada (Cathartes aura)



Pelícano (Pelecanus thagus)



Gaviotín elegante (Sterna elegans)



Ballena minke (Megaptera novaeangliae) frente a Isla Chañaral





Ballena de aleta (Balaenoptera physalus) alrededor de isla Chañaral



Delfín de Risso o Calderón gris Grampus griseus cerca de isla Chañaral



Delfín de Risso (Grampus griseus) alrededor de islas Choros-Damas



Delfín nariz de botella (Tursupius truncatus) alrededor de islas Choros-Damas


© OCEANA / Eduardo Sorensen


© OCEANA / Eduardo Sorensen



Lobo marino común Otaria flavescens *(Isla Chañaral)*



Lobo fino austral Arctocephalus australis *(Isla Chañaral)*





Colonia de lobos marinos de isla Pájaros grande



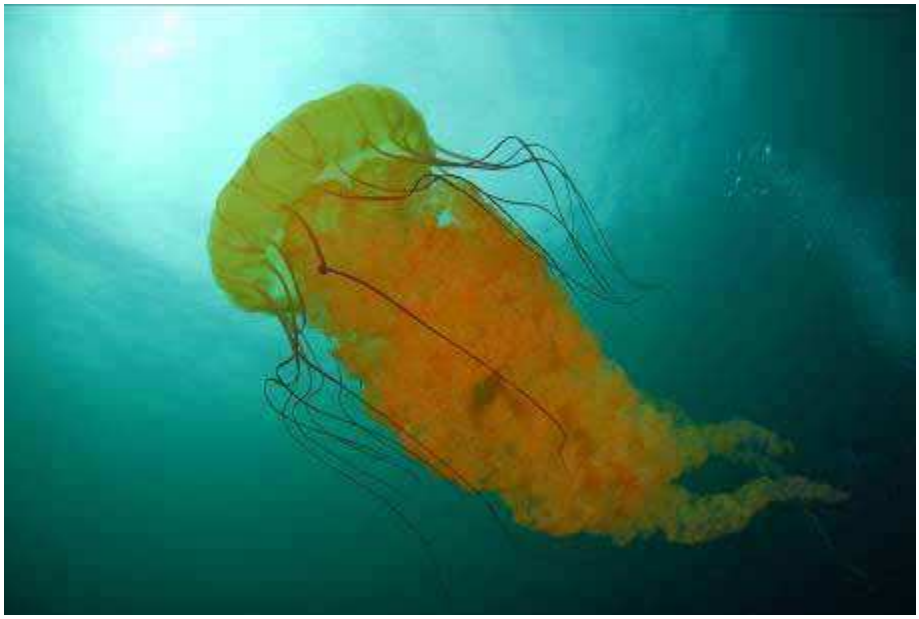
Chungungo (Lontra felina)



Fauna Pelágica: Plancton y Peces







El animal de esta foto es un hidrozoo que vive en el sistema pelágico en forma individual, o también en colonias. Este ejemplar es una Siphonophora, posiblemente del genero Physalia y es un depredador de otros organismos del plancton. Los científicos discuten si la alta abundancia de estos hidrozoos puede indicar la ausencia de peces depredadores.

La zona nerítica – el sistema pelágico cerca de las costas - es el hábitat del necton, del zooplancton y del fitoplancton (microalgas), elementos fundamentales de la cadena trófica de ecosistemas marinos, comparables con el rol que cumplen las plantas en los ecosistemas terrestres.
El necton lo forman los organismos que son capaces de moverse por si solos, como los peces, mamíferos marinos, tortugas de mar o cefalópodos.
El fitoplancton nerítico se caracteriza por la presencia de microalgas tipo diatomeas (fotos a la derecha (fuente: www.scielo.cl).
El zooplancton comprende diferentes organismos marinos y también las larvas de muchas especies de invertebrados que habitan los fondos marinos. En el área destaca la presencia de copépodos y del krill.







El krill Euphausia mucronata (foto de Wikipedia.org) es una especie endémica del SCH y el alimento fundamental de peces pero también de pingüinos o lobos marinos.



Consumidores del fitoplancton son los crustáceos menores como el krill (arriba) o como los langostinos (abajo) y su alta abundancia indica la riqueza y alta productividad planctónica del área.





Peces pelágicos son el alimento principal de los pingüinos y otras aves marinas, pero también un recurso importante de la pesca artesanal.

Peces demersales (viviendo en la columna del agua pero cerca del fondo marino) se alimentan de la abundancia en el plancton o de los organismos relacionados a hábitats de bio-ingenieros como en esta foto donde se ve un cardumen de castañetas Cromis crusma *encima de un arrecife al lado oeste de la isla Chañaral.*





El tiburón azulejo Prionace glauca, habitante frecuente en la costa chilena.

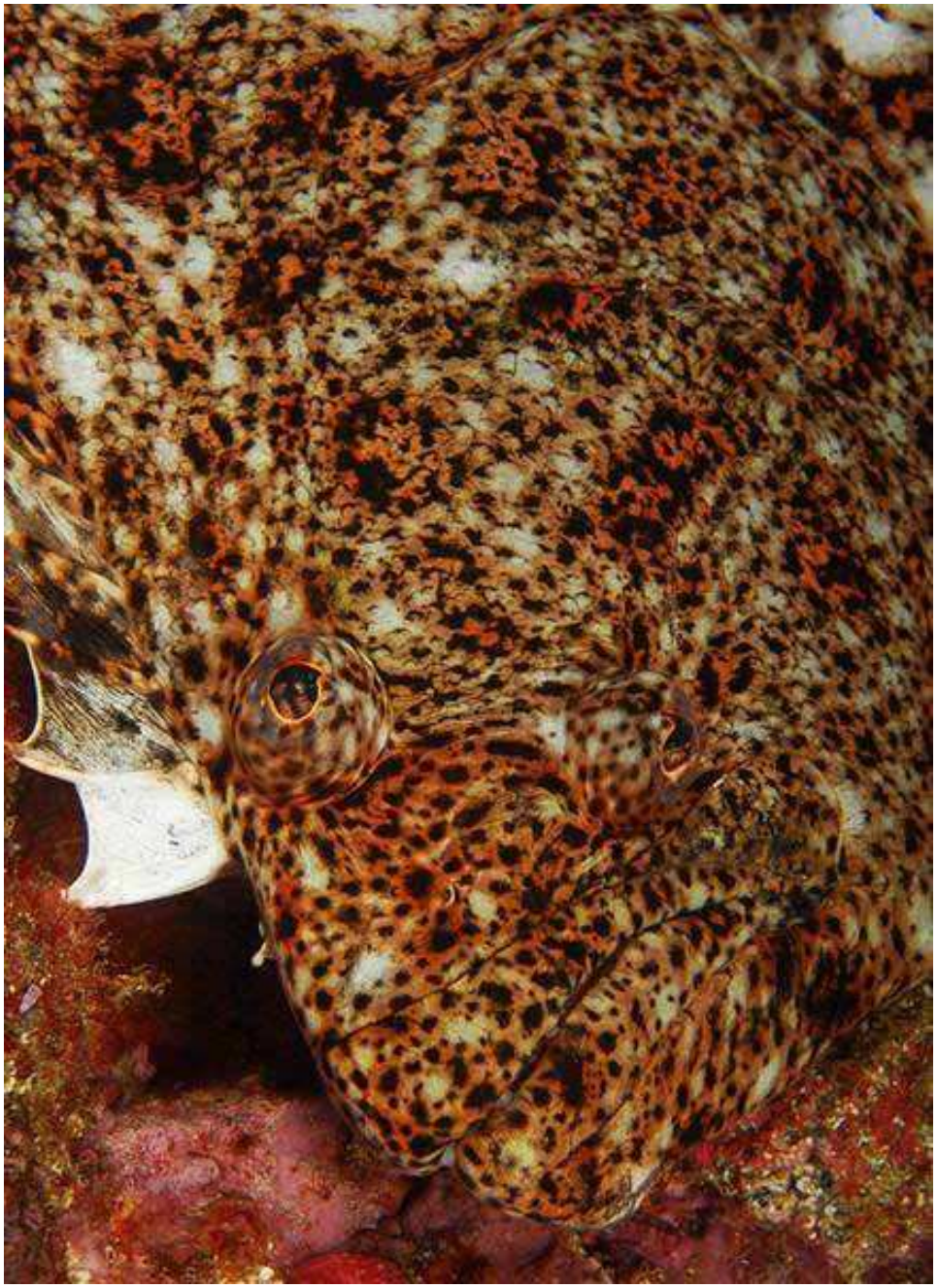
(Fuente: http://www.viarural.cl; peces de Chile).







Pingipes







Intermareal: Isla Damas





Intermareal rocoso con macroalgas (huiro /Lessonia sp .), habitante típico de de la zona centro-norte de Chile en playas expuestas al oleaje (Fotografías del proyecto FIP 2006-56).

OCEANA

Bio – Ingenieros del Intermareal y del Submareal bajo: Macrolagas



OCEANA

Isla Chañaral



Crustáceos como esta jaiba son habitantes de los bosques de macroalgas (Lessonia sp.) que prestan protección y alimento para numerosas especies de invertebrados y peces.



Huiro palo (Lessonia trabeculata.) y una estrella de mar Meyenaster gelatinosus.

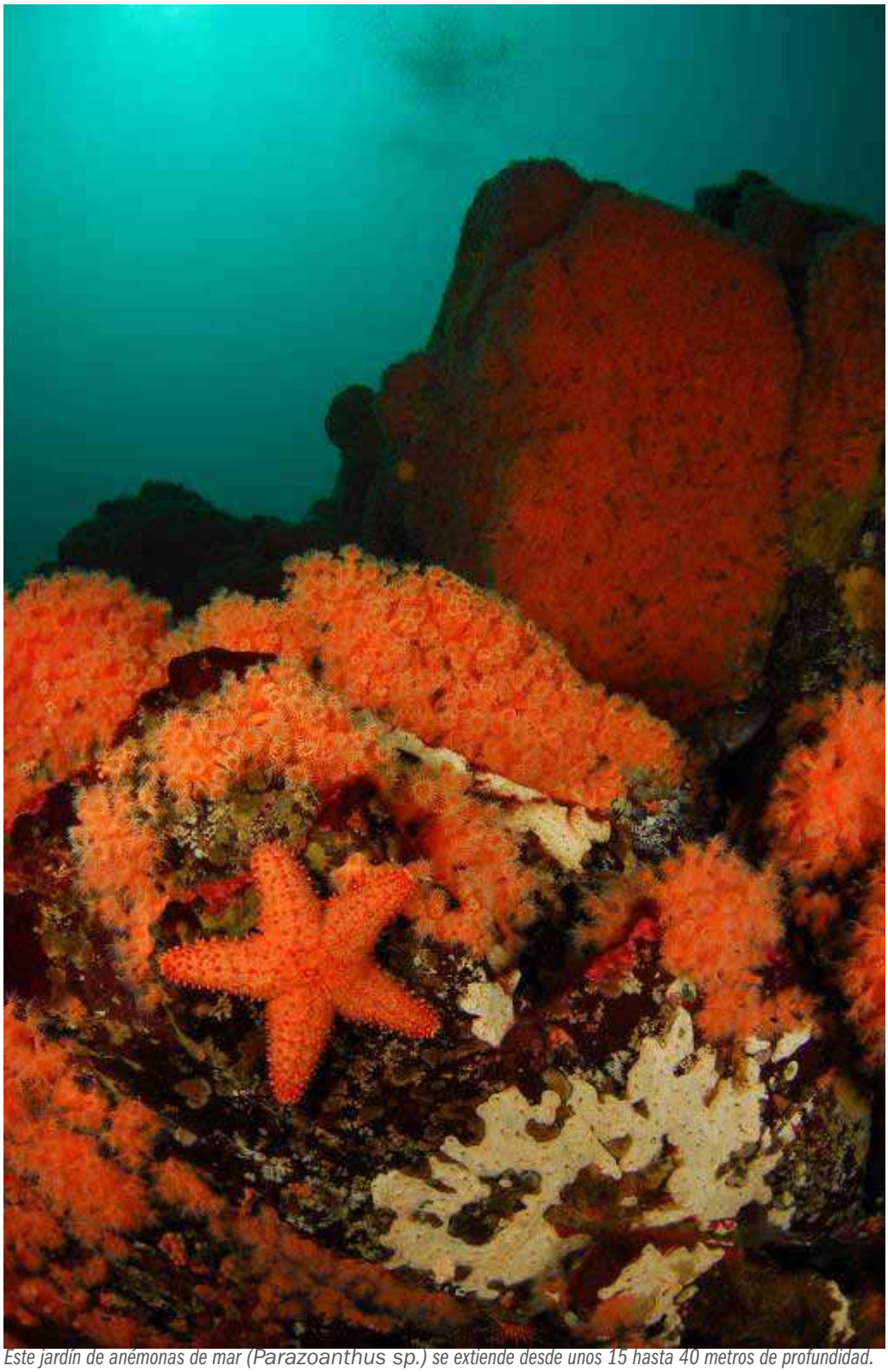
Aparte de su rol ecológico, las macroalgas o huiros como L. trabeculata y Lessonia nigrescens representan un recurso importante para la pesca artesanal de la zona centro-norte.

El área se caracteriza por la presencia de 19 especies de macroalgas en total.

Bio Ingenieros en el Submareal: corales y esponjas

Isla Chañaral

Profundidad: 30 - 40 metros (cerca de la punta este de la isla)



Este jardín de anémonas de mar (Parazoanthus sp.) se extiende desde unos 15 hasta 40 metros de profundidad.





Estas imágenes demuestran como los hábitats generados por bio-ingenieros atraen depredadores como este cardumen de peces: comunidades de bio-ingenieros y hábitat de peces (bento-demersales).



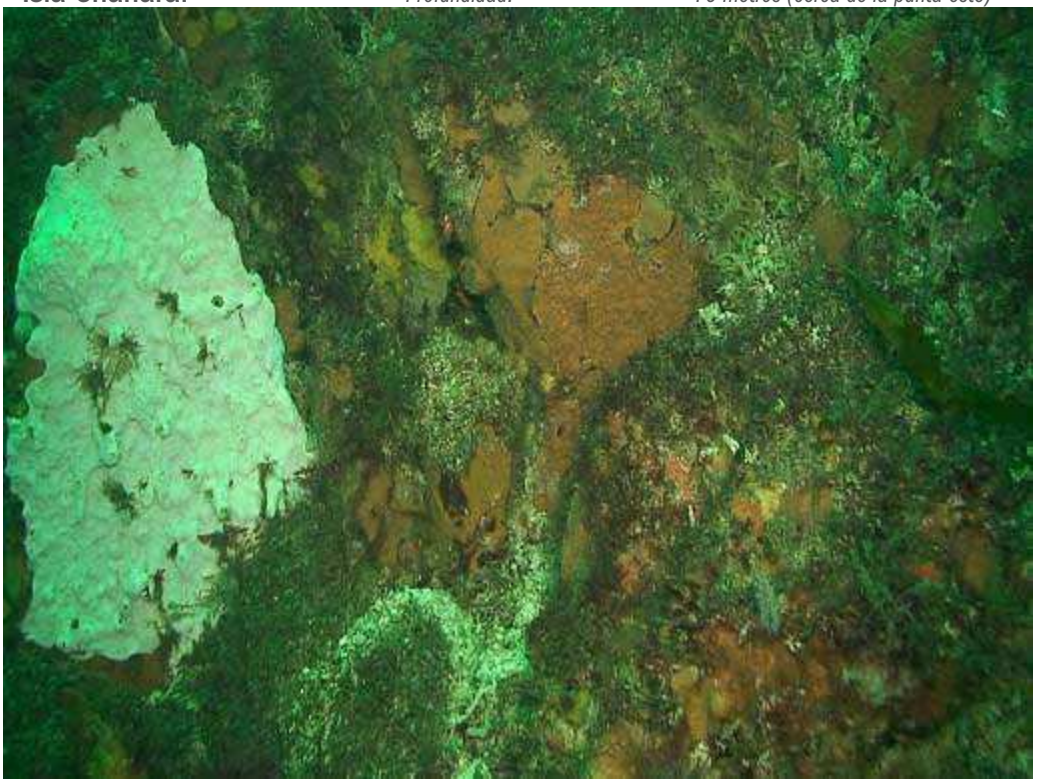
Variedad de esponjas y gorgonia café: **comunidades de bio-ingenieros**.

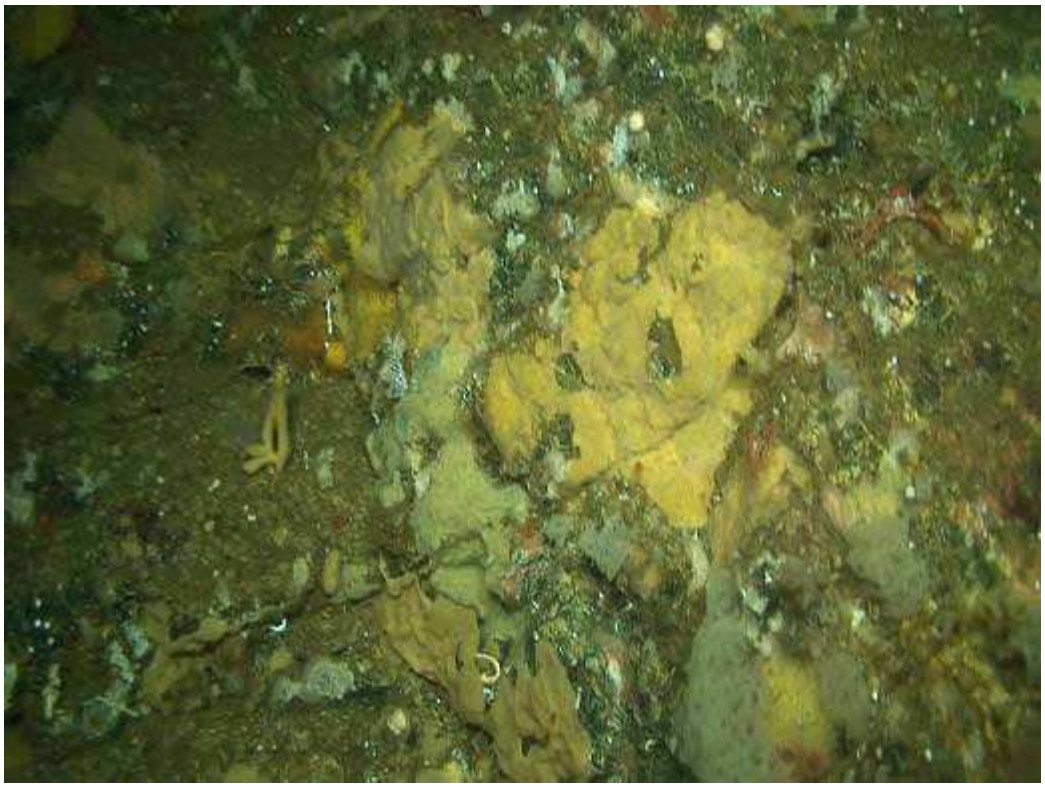


Rocas cubiertas del alga crustosa roja; una estrella de mar Meyenaster gelatinosus:
Comunidades de fondos blanqueados.

OCEANA

Isla Chañaral *Profundidad:* *70 metros (cerca de la punta este)*





Comunidades de bio-ingenieros *dominados por esponjas (esponja blanca: Clathrina sp.; esponja amarilla: posiblemente Amphilectus fucorum).*

OCEANA

Isla Damas

Profundidad: 45 metros



Gorgona roja (Leptogorgia sp.) y café



Gorgonias, hidrocorales y la estrella de mar Enricia obesa



Los bio-ingenieros generan un hábitat importante para los peces hasta en profundidades mayores:

En estos imágenes se encuentran varios individuos de la vieja negra Graus nigra entre las rocas cubiertos con corales y esponjas.



La turbidez del agua generado por organismos pequeños del zooplancton y sus fecas flotando en el agua, más el color verde intenso del agua indican la alta productividad planctónica del área.

OCEANA



Rocas cubiertas de la Gorgonia café, una esponja e hidrocorales tipo árbol. Encima de la roca se encuentra un alga crustosa de color rojo y también se encuentra un alga roja laminosa.



Este fondo arenoso representa un hábitat típico del área de los fondos planos entre las islas: la presencia de numerosos organismos sésiles indica que no existe un impacto de la pesca de arrastre en este lugar.

Se encuentran hidrocorales y una colonia de una esponja calcera. Estrellas de mar como este individuo de Meyenaster gelatinosus (especie abundante del área) se alimentan de pequeños gasterópodos o crustáceos asociados a los bioingenieros.

Isla Pájaros Grande

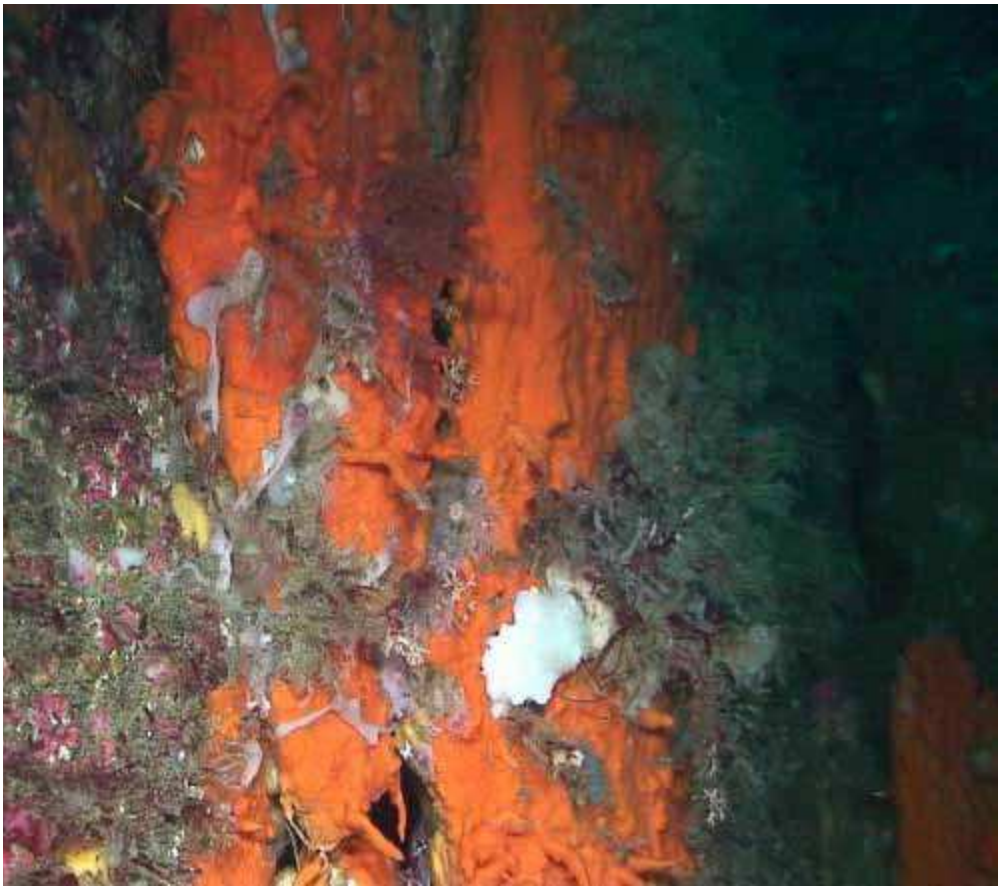
Profundidad: 45 metros (costado este)



Arrecife cubierto con hidrocorales, briozoos y esponjas: Hidrocorales tipo árbol; esponjas calceras (Clathrina sp., A. fucorum), estrella de mar (Enricia obesa)



Dentro de esta comunidad de esponjas y hidrocorales destaca la presencia de la Gorgonia roja Leptogorgia sp.





Comunidades de esponjas y corales

OCEANA

Especies características del submareal



anémona de mar (Cnidaria Anthozoa) Parazoamthus p.

Aparte de generar el sustrato o hábitat para otras especies, anémonas de mar y otros hidrocorales, son el alimento para numerosas especies de forraje como el gasterópodo en la imagen a la derecha.



nudibranquia sp.:
Estos pequeños gasterópodos viven entre los corales y se alimentan de ellos. Por otro lado, son la presa de crustáceos, estrellas de mar, entre otros. Su rol ecológico es importante como especies de forraje para depredadores más grandes.



anémona de mar (Cnidaria Anthozoa)
Actinostola chilensi, distribuida a lo largo de toda la costa chilena.



Ermitaño (Crustácea Decapada) dentro de una concha del gasterópodo Turitella cingulata, molusco típico de la zona.



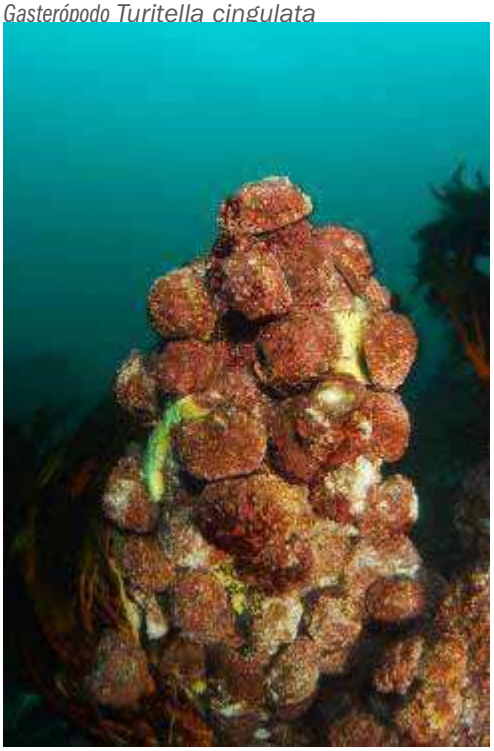
Cangrejo/Jaiba ¿??



Gasterópodo Turitella cingulata



Jaiba limón Cancer porteri: aparte de su rol ecológico es un recurso importante de la pesca artesanal.



Loco concholepas concholepas, uno de los recursos pesqueros mas importantes del area.



Langostino Cervimunida johni: recurso importante de la pesca: actualmente extraído solo por la pesca industrial.
Especie de forraje para peces, aves y mamíferos marinos.



Cangrejo/Jaiba Mursia gaudichaudi, junto con langostinos.

IV.3 Flora y Fauna Terrestre

Mamíferos de la franja terrestre aledaña a Los Choros
(fotografías de la presentación de Zuleta y Hiriat, 2005)



Arriba: Raton topo (Chelemys megalonyx) - guanaco (Lama guanicoe)
Abajo: Zorro culpeo (Pseudalopex culpaeus) - chinchilla chilena (Chinchilla lanigera) -

Aves típicas del sistema dunas – humedal
(Fotografías de la presentación de Zuleta y Hiriat, 2005)



Athene cunicularia



Egretta thula



Falco sparverius



Agrionis livida



Haematopus palliatus



Anthus correndera

Reptiles
(Fotografías de la presentación de Zuleta y Hiriat, 2005)





Arriba: Liolaemus zapallarensis - Tachymenis chilensis
Abajo: Liolaemus nitidus - Liolaemus atacamensis





Flora de la franja terrestre aledaña a Los Choros



Fotografías de A.Viviani de la flora en la franja costera desde el cerro Juan Soldado en la página informativo de la región de Coquimbo (www.regioncoquimbo.cl)

OCEANA

Selección de algunos Plantas en la categoría Peligro de Extinción (PE)

Todas las fotografías son copias Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo www.biouls.cl/lrojo/capeta_htm/ivregion.htm La referencia geográfica específica se refiere sólo a datos disponibles de la IV Región



Myrcianthes coquimbensis (Barnéoud) Landrum et Grifo
Nombre común: Lucumillo
Distribución en el área:
Al largo de todo Borde costero entre Punta Porotos y Los Choros-



Calceolaria picta Phil.
Nombre común: Capachito
Distribución en el área:
Borde costero entre Punta Poroto y Caleta Hornos



Skytanthus acutus Meyen

Nombre común: Cuerno de Cabra
Distribución en el área:
Al largo del Borde costero entre caleta Hornos y Punta Choros



Eulychnia breviflora Phil.
Nombre común: Quiscarudo, Copao
Distribución en el área:
Diferentes lugares al largo de todo Borde costero

OCEANA

Selección de algunos Plantas en la categoría Vulnerable VU



Caesalpinia angulata (Hook. et Arn.) Baill.
Nombre común: Retamo
Distribución en el área:
Al interior de lo largo de todo Borde costero



Carpobrotus aequilaterus (Haw.) N.E.Br.
Nombre común: Doca
Distribución en el área:
Punta Choros



Carica chilensis (Planch. ex A.DC.) Solms
Nombre común: Palo gordo
Distribución en el área:
Al largo del Borde costero entre Punta Poroto hasta caleta Hornos



Skytanthus acutus Meyen
Nombre común: Rosita
Distribución en el área:
Borde costero y interior de Punta Choros

OCEANA

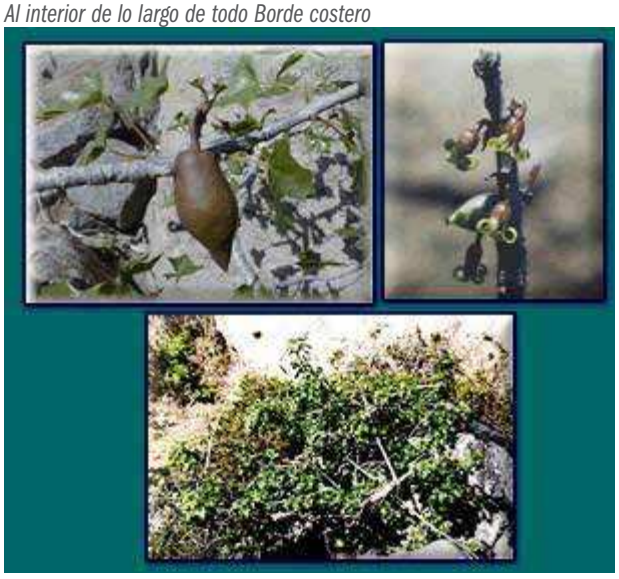
Selección de algunos Plantas en la categoría Vulnerable VU



Caesalpinia angulata (Hook. et Arn.) Baill.
Nombre común: Retamo
Distribución en el área:
Al interior de lo largo de todo Borde costero



Carpobrotus aequilaterus (Haw.) N.E.Br.
Nombre común: Doca
Distribución en el área:
Punta Choros



Carica chilensis (Planch. ex A.DC.) Solms
Nombre común: Palo gordo
Distribución en el área:
Al largo del Borde costero entre Punta Poroto hasta caleta Hornos



Skytanthus acutus Meyen

Nombre común: Rosita
Distribución en el área:
Borde costero y interior de Punta Choros

IV.4 Salidas a Terreno de Oceana

Registro fotográfico de las expediciones científicas de OCEANA

Con el fin de documentar y aportar al estudio de la biodiversidad submarina del área en que se propone crear un AMCP, OCEANA realizó 3 expediciones científicas el año 2009.

En ellas el equipo de buzos de OCEANA generó fotografías de alta resolución para mostrar la vida marina de los distintos tipos de hábitat presentes alrede - dor de la isla Chañaral e islas Choros y Damas. Además, una de las expedicio - nes (noviembre 2009) contó también con un robot submarino que documentó la fauna bentónica alrededor de las islas Chañaral, Choros, Damas e islote Pájaros, a profundidades que fluctuaron entre los 20 y los 140 metros.

Primera expedición: mayo de 2009

Buzo registrando imágenes en fondo marino alrededor de isla Choros.



Buzo registrando imágenes en fondo marino alrededor de isla Choros.





Embarcación BONI MAURI a bordo del cual se realizó expedición con ROV.

Segunda expedición: noviembre 2009



Preparación de ROV antes de expedición.



Preparación de ROV antes de expedición.



Bajando el ROV al agua.





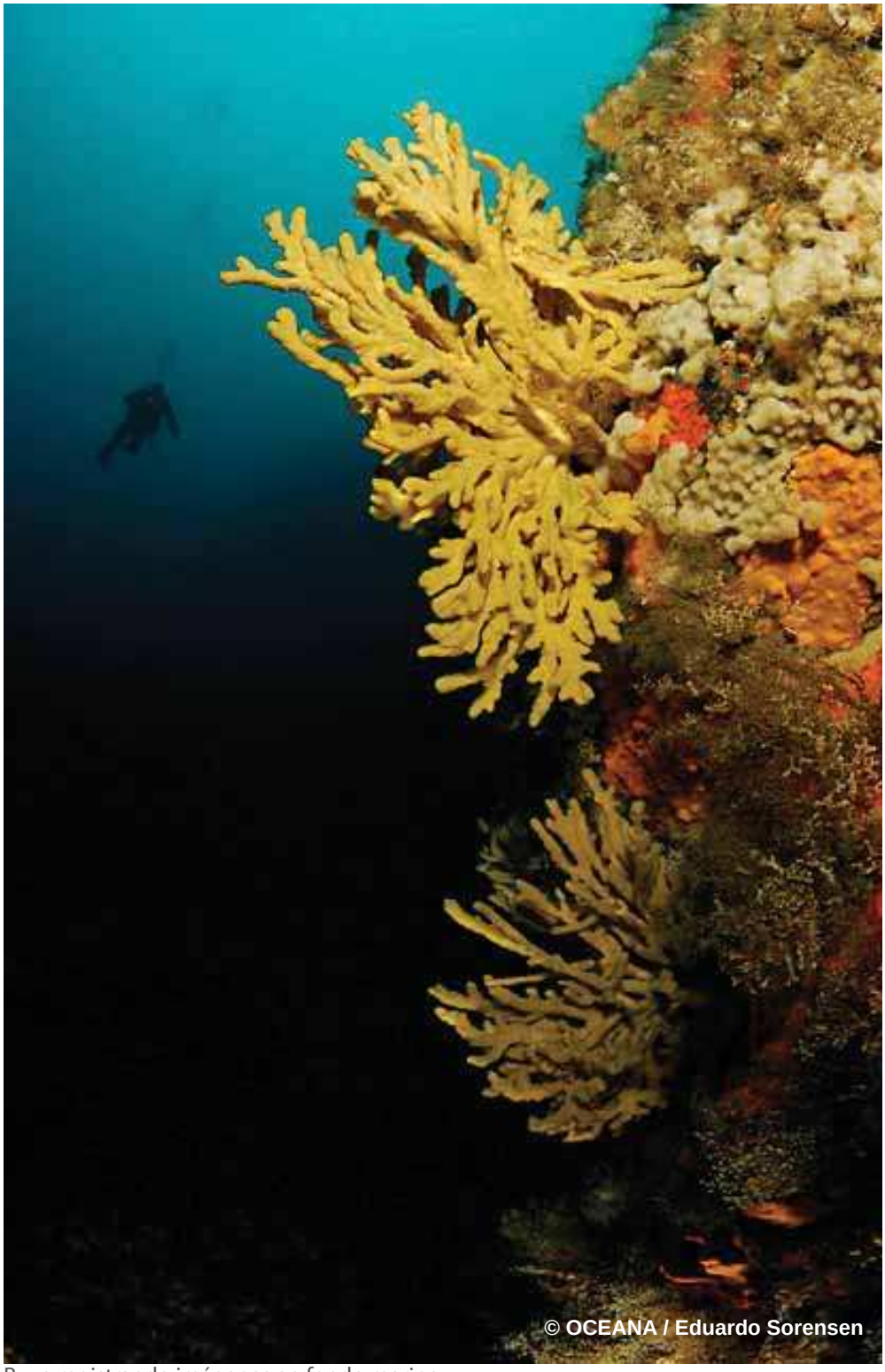
ROV registrando imágenes submarinas.

OCEANA

Tercera expedición: diciembre 2009



Buzo registrando imágenes en fondo marino.



Buzo registrando imágenes en fondo marino.



Bote utilizado para buceo.

Registro fotográfico de encuentros sociales sostenidos entre Oceana y comunidades de La Higuera

El 24 de septiembre de 2009, aprovechando la estadía en Chile de su Directorio, Oceana se reunió con el Sindicato de Pescadores de Punta de Choros y miembros de la comunidad local, con quienes compartieron la preocupación por los impactos ambientales que tendría la instalación de centrales termoeléctrica en este lugar.



Oscar Avilés, Presidente Asociación Gremial de Pescadores Caleta Punta de Choros, y Alex Muñoz, Director Ejecutivo de Oceana.

En la misma oportunidad los miembros del Directorio y staff de Oceana visitaron la Reserva Marina Choros-Damas en compañía de guías locales, para conocer en terreno el valor de este importante ecosistema marino, y de una de las áreas de manejo más importante del país.





A principios de mayo de 2010 Oceana visitó nuevamente la comuna de la Higuera, acompañada esta vez de la actriz Leonor Varela, quién ha manifestado su rechazo a la instalación de las centrales termoeléctricas a carbón en esta área. En la ocasión visitaron la escuela de la localidad Los Choros y luego de Punta de Choros, se reunieron con miembros del Movimiento de Defensa de Medio Ambiente de la Higuera (Modema), y recorrieron junto a los pescadores artesanales la caleta y playas de Punta de Choros. Posteriormente Oceana visitó también caleta Chungungo y Totoralillo norte, para reunirse con algunos de sus habitantes y recoger los comentarios y postura que tiene respecto a los proyectos termoeléctricos.



Oceana y la actriz Leonor Varela con niños de la Escuela de Punta de Choros.



Alex Muñoz, Director Ejecutivo Oceana, Leonor Varela, actriz, Rosa Rojas, Presidenta Modema, y docentes de Escuela de Punta de Choros.





Guido Borbalán, pescador y guía de turismo en la caleta Punta de Choros, y Alex Muñoz, Director Ejecutivo Oceana.



Oceana visita comunidad de Totoralillo norte.


OCEANA


OCEANA


OCEANA


OCEANA


OCEANA

Folio010876

2do Informe Propuesta Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos AMCP-MU

La Higuera / Isla Chañaral

Mayo 2013

Folio010877

Respecto al Ordinario N° 111822 del Ministerio de Medio Ambiente referido a las observaciones al Informe Técnico para propuesta de creación de un AMCP-MU La Higuera-Isla Chañaral, Oceana hace entrega del siguiente Informe para responder las dudas, observaciones y comentarios contenidos en éste.

El presente informe busca por un lado, delimitar los objetivos de conservación del área, y por otro, entregar un diagnóstico actualizado de las amenazas y presiones que existen sobre objetivos determinados de la biodiversidad en el área.

Además, se actualizará información respecto a los usos existentes en el área de interés así como también se incluirá el análisis de pertinencia del instrumento de protección propuesto.

I.- COORDENADAS GEOGRÁFICAS DEL ÁREA PROPUESTA

El área que se propone como AMCP-MU se extiende en la costa desde Punta Pájaros, ubicada al norte de la Caleta Chañaral de Aceituno, en la Región de Atacama, hasta Punta Poroto, ubicada al sur de Caleta Hornos y de la Comuna de La Higuera, en la Región de Coquimbo (Fig.1).

Tabla 1. Puntos extremos del polígono del área

Límites geográficos del área propuesto	Coordenadas formato WGS 1984	Coordenadas UTM Zona 19J
A (Oceano)	28°54'15.68"S 71°46'18.12"W	229719.18 m E 6800002.97 m S
B: Punta Pajaros (Costa)	28°54'15.68"S 71°30'59.93"W	254611.08 m E 6800004.95 m S
C: Punta Poroto	29°45'18.52"S	273211.34 m E

(Costa)	71°20'43.24"W	6706041.67 m S
D (Oceano)	29°45'27.421"S 71°47'38.64"W	231968.71 m E 6705127.03 m S



Respecto a la franja costera litoral, la parte terrestre de la propuesta de AMCP solo considera los terrenos de playa fiscal, es decir, hasta los 80 metros desde la línea de marea.

II.- OBJETOS DE CONSERVACIÓN (OdC)

La propuesta elaborada por Oceana no usa explícitamente los términos "Objetos de Conservación" pero en el capítulo 4 (Fundamentación General de la Propuesta) sí se indican los aspectos generales acerca de las especies y áreas relevantes para la conservación marina en el área propuesta.

La propuesta original presenta un listado de especies de Importancia Ecológica para la Conservación (IEC) y en los capítulos 4.1 a 4.10, se explican los criterios de selección, las características ecológicas de cada especie -incluyendo la distribución geográfica en el área- y se agrega una tabla resumen al final (capítulo 4.10, Tabla 12 de la propuesta). Se señala la presencia de un total de 112 especies de importancia ecológica. Del mismo modo se identificaron los hábitats considerados importantes para la conservación del área (capítulo 4.10.1).

No obstante, últimamente el Ministerio de Medio Ambiente (MMA) ha estado empleando el término técnico "Objetos de Conservación", usado a nivel internacional, los cuales son definidos como componentes específicos de la biodiversidad para desarrollar estrategias de conservación. En este informe Oceana presenta una adaptación de los elementos indicados en la propuesta original como especies y hábitats importantes de conservación al concepto de objetos de conservación.

Las categorías y las características de objetos de conservación (OdC) en nuestra propuesta se orientan a recomendaciones establecidas durante un taller organizado por el WCS/WWF con asistencia del GEF-Marino y de la CONAMA en Punta Arenas el año 2009, diferentes ONGs, científicos y Oceana. Se proporciona una valorización de las especies objeto de conservación (especies de importancia ecológica), considerando por un lado, el estado de conservación a nivel de especies, según criterios internacionales estandarizados como el de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), y por otro lado, el estado de explotación en el caso de los recursos pesqueros. Además, se considera la importancia del rol de las especies dentro del ecosistema, ya sea para otra especie importante, para comunidades importantes o para el funcionamiento del ecosistema como un todo.

Finalmente cabe destacar que en el presente informe se considera la situación actual de la conservación de especies registradas en el área y descritos en la propuesta original. Este análisis

Folio010880

incluye la verificación del estado de conservación en la actual lista roja de la UICN (2013) y los últimos resultados publicados en los informes de monitoreos sobre las pesquerías de crustáceos menores (proyectos FIP 2011-01, 2011-02) y sobre las pesquerías pelágicas en la zona (proyecto FIP 2010-03).

2.1 OdC total y categorías OdC en el área de la propuesta

Dentro del área de la propuesta para una AMCP-MU La Higuera se identificaron un total de 104 OdC, representando a las categorías de especies, ecosistemas y procesos (Tabla 2). Las 85 especies OdC se distribuyen entre mamíferos y aves marinas, peces, invertebrados y macroalgas. Un listado detallado de todos los OdC se encuentra en el anexo de este documento.

Tabla 2. Numero de OdC por categoría dentro de la propuesta AMCP MU La Higuera

Objetos de Conservación (OdC)	cantidad
Especies	
Mamíferos marinos	21
Aves marinas	19
Peces	28
Invertebrados	17
Ecosistemas	9
Procesos	10
Total	**104**

2.2 Especies OdC

Los criterios aplicados para designar especies como objetos de conservación se indican en la Tabla 1 del capítulo 4.1 de la propuesta original (especies de importancia ecológica), considerando como criterios el estado de conservación según la UICN, la importancia dentro de los ecosistemas como servicios prestados a otras especies importantes y la importancia como recurso para la pesca artesanal.

De las 21 especies planctónicas identificadas en la propuesta original con importancia ecológica, aquí solo el krill se considera como especie OdC, al ser un alimento importante para mamíferos y

aves marinas. Las otras especies de fito y zooplancton nombrados en la propuesta original se consideran dentro de los procesos OdC de alta producción de plancton. Las 4 especies de macroalgas, consideradas especies importantes para la conservación en la propuesta original, se agregan a los ecosistemas OdC de los bosques de macroalgas.

Mamíferos marinos

El área presenta 21 especies OdC de mamíferos marinos que contribuyen tanto a la riqueza biológica como a la singularidad del área. Todas estas especies se encuentran dentro de alguna categoría de amenazas según la UICN y la mayoría en categorías altas, desde especies vulnerables hasta en peligro de extinción; *cf.* Tabla 1, anexo). Entre ellas destacan las ballenas, especies ya fuertemente amenazadas que migran entre el hemisferio sur y norte, y por lo tanto son OdC importantes tanto a nivel regional como a nivel global. También los delfines y lobos marinos contribuyen a la singularidad del área y representan, así como las ballenas, un valor importante para el turismo.

Aves marinas

Un total de 19 especies de aves marinas (el 47,5% de las 40 especies de aves marinas registradas en el área) ya se encuentra en alguna categoría de amenaza según la actual lista roja de la UICN (*p.58 propuesta original, lista roja UICN 2013*) y se consideran como OdC que requieren protección en forma inmediata, incluyendo las áreas donde se alimentan y las especies de forraje que constituyen su alimento. Cabe destacar que las aves marinas que habitan el Sistema de la Corriente de Humboldt (SCH) se han adaptado exitosamente a los efectos del fenómeno ENSO (El Niño, ver p. 59/60 de la propuesta original) y la conservación de ellas en el área significa un aporte importante como reserva genética de especies endémicas del SCH. La urgencia de conservar las aves marinas OdC es alta, dado que hoy todas las especies que menciona la propuesta original se encuentran expuestas a mayores amenazas en comparación al año 2009.

Peces

Se consideran OdC aquellas especies de peces que se encuentran en alguna categoría de amenaza según la UICN, como todos los tiburones y manta rayas que habitan la bahía de Coquimbo, pero también especies que se manejan bajo algún régimen pesquero y/o que ya

aparecen en la lista roja como la anchoveta, la merluza común, el jurel y la caballa. En comparación a la propuesta original se agregan los peces típicos para las aguas costeras chilenas como la vieja (*Graus nigr*a), la jerguilla (*Aplodactylus punctatus*) y la breca (*Cheilodactylus variegatus*), considerando que estos peces contribuyen a la riqueza de las aguas costeras y cuya abundancia ha estado disminuyendo de manera constante en el último tiempo. Otros peces costeros como la castañeta (*Chromis crusma*) y el pejeperro (*Semicossyphus maculatus*) ya se encuentran bajo amenaza según la lista roja de la UICN, también el borrachito (*Scartichthys sp*), un pez endémico de las costas de Chile.

Invertebrados

Se consideran todas las especies que menciona la propuesta original como OdC. Las 10 especies de esponjas e hidrocorales que se registraron contribuyen a la riqueza biológica del área, conformando sistemas únicos de gran diversidad con numerosas especies de crustáceos y/u otras especies de invertebrados que viven como fauna acompañante de estos bio- ingenieros. Por otro lado, estas comunidades son poco estudiadas y según la última Ley de Pesca y Acuicultura a estos ecosistemas marinos vulnerables se debe aplicar el principio precautorio de protección. Dada la importancia como recurso hidrobiológico se agregan el loco, la lapa negra, la lapa rosada, los langostinos y el camarón nailon como OdC del área. El krill *Euphausia mucronata* se justifica como OdC al ser un alimento esencial de los cetáceos y de otros depredaros topes como el yunco (ver propuesta original, capítulos 4.8 y 4.9).

2.3 Ecosistemas OdC

El área comprende 2 ecosistemas considerados OdC, los bosques de macroalgas y los bancos que forman esponjas e hidrocorales. Los bosques de macroalgas (principalmente formado por las 4 especies más abundantes, cf.Tab de propuesta original) se designan como OdC por la riqueza de especies de invertebrados y vertebrados que usan estos bosques como hábitat esencial. Similar a los bancos de corales, las macroalgas se consideran bio-ingenieros y poseen el valor de la funcionalidad, pues brindan servicios importantes a otras especies. Los hábitats de recursos bentónicos como los fondos marinos en donde habitan los langostinos y el camarón nailon también se clasifican como ecosistemas OdC por el rol importante que cumplen estos fondos arenosos para la conservación de especies de importancia comercial (cf. Tab. 19 de la propuesta original). Adicionalmente a la propuesta original y aplicando criterios estandarizados

en el taller del año 2009 se designa a cada una de las islas del área como ecosistemas OdC. Cada una de las islas y conjunto de islas como Chañaral, Choros-Damas e islotes Pájaros constituyen sitios de especial importancia para aves marinas como el pingüino de Humboldt, el piquero y el yunco, entre otras. Isla Chañaral alberga además la colonia reproductiva de lobo marino común más importante del sistema costero de Coquimbo (p.78, propuesta original) mientras que en los islotes Pájaros también habitan un número importante de lobos marinos, contribuyendo todos estos ecosistemas isleños de manera importante a la singularidad del área.

2.4 Procesos OdC

Se identificaron 10 procesos OdC que se caracterizan en relación al beneficio que prestan como variables bio-oceanográficas (zonas de alta producción planctónica) y como espacios que ocupan especies OdC durante su ciclo de vida para reproducirse, criarse y alimentarse, pero también para migrar como en el caso de las ballenas que visitan el área frecuentemente. La bahía de Coquimbo se caracteriza por ser una zona de surgencia, con alta productividad planctónica, lo cual explica la alta abundancia de peces pelágicos como la anchoveta (OdC importante como especie de forraje y recurso pesquero) y la alta presencia de mamíferos y aves marinas que se reproducen en la zona (cf. Tab. 19 y el capítulo 4.10 de la propuesta original).

III.- DIAGNÓSTICO DE AMENAZAS Y PRESIONES SOBRE OdC

De acuerdo al Ordinario 111822 emitido por el Ministerio de Medio Ambiente, las amenazas son consecuencias de las actividades (*i.e.* presiones) que podrían afectar las características de los sitios, tales como: la introducción de especies exóticas, la sobreexplotación de recursos, la contaminación, la destrucción y/o fraccionamiento de hábitats. En tanto que las presiones son las actividades que provocan tales amenazas como la acuicultura, la pesca, la actividad industrial, la construcción de infraestructura, etc. A todas estas amenazas causadas por actividades a nivel local y/o regional se agregan las amenazas que provoca el cambio climático afectando especies que se distribuyen dentro de rangos geográficos muy limitados. Con esta clasificación en mente es que actualizamos el análisis de amenazas y presiones. Para el caso de los mamíferos, aves y peces OdC se usó información actualizada sobre amenazas mencionadas en la lista roja de la UICN para cada especie en el año 2013 (y publicaciones indicadas en la página web de la UICN). Se agrega información actual sobre el tráfico marítimo, las amenazas

globales y la pesca industrial, de acuerdo a mapas y datos publicados del proyecto sobre el manejo ecológico de áreas costeras del NCEAS (Centro Nacional de Análisis y Síntesis Ecológica; National Center for Ecological Analysis and Synthesis, California, EEUU; http://www.nceas.ucsb.edu/globalmarine). El análisis de impactos generados por la pesca industrial en el área se actualizó con la revisión de varios informes técnicos publicados por la Subpesca entre los años 2009 y 2012, específicamente el Informe Final Corregido de la Investigación del Programa Observadores Científicos, 2008 (publicado en Junio 2010), los proyectos FIP del monitoreo pesquero (mencionados en el capítulo anterior), Informe técnico (R. PESQ.) N° 16/2012 PESQUERÍA DEL PEZ ESPADA y publicaciones científicas (Hernandez et al., 2008. Characterization of the pelagic shark-fin trade in north-central Chile by genetic identification and trader surveys, Journal of Fish Biology (2008) 73, 2293–2304; Informe de Oceana: Explotación de tiburones pelágicos: Pesca incidental y práctica de aleteo, Agosto de 2012) y para aves marinas información actualizada de Birdlife.org y datos del informe de Oceana sobre antecedentes sobre la avifauna y mastozoofauna marina de isla Riesco y áreas adyacentes (2011) que proporciona información general sobre las amenazas del tráfico marítimo en aves y mamíferos.

Análisis de Amenazas y Presiones

Las principales presiones que se ciernen sobre el área de interés se agrupan en tres grupos de actividades principales: el tráfico marítimo, la pesca y otras actividades humanas vinculados al borde costero como asentamientos y actividades recreativas (Tab.3). Las principales amenazas e impactos son accidentes marítimos con mamíferos y aves marinas como protagonistas; la sobreexplotación de recursos pesqueros, el descarte de especies no objetivo y su efecto sobre las cadenas tróficas; la destrucción de hábitats, principalmente los asociados a comunidades bentónicas y la contaminación marina desde fuentes fijas y móviles. Estas amenazas están relacionadas a las siguientes presiones: pesca pelágica desmedida; pesca de arrastre de fondo producto de las autorizaciones de las perforaciones industriales de las 5 millas exclusivas para la pesca artesanal; el turismo no regulado o que supere la capacidad de carga del ecosistema; la construcción de nueva infraestructura portuaria y el incremento en el tráfico marítimo asociado; el aumento en la actividad minera costera.

Tabla 3. Actividades y amenazas actuales en el área de la propuesta. El listado completo de las amenazas para cada OdC se encuentra en el anexo (Tabla 2) de este informe.

Actividades		Principales Amenazas				
TRAFICO MARÍTIMO	**Tráfico marítimo de embarcaciones mayores**	choques con mamíferos marinos	choque de aves con la embarcación	derrame de combustible (mamíferos, aves y peces pelágicos, ecosistemas y procesos pelágicos)		
	Tráfico marítimo de embarcaciones menores	choques con mamíferos que producen heridas				
	Fondeaderos y atracaderos	destrucción de hábitat en fondos rocosos				
PESCA	**PESCA INDUSTRIAL PELÁGICA**	bycatch de recursos pesqueros (sobre-explotación)	bycatch de aves y mamíferos marinos	bycatch de tiburones, rayas y quimeras	impactos a ecosistemas y procesos	
	PESCA INDUSTRIAL DE FONDO	bycatch y sobre-explotación de recursos pesqueros	bycatch de aves y mamíferos marinos	bycatch de tiburones, rayas y quimeras	bycatch de corales y otros invertebrados	destrucción de hábitat, impactos a ecosistemas y procesos)
	Pesca artesanal pelágica	Bycatch (aves, mamíferos o tiburones)				
	Recolección de recursos bentónicos (mariscos) no regulada	sobreexplotación de recursos y destrucción de hábitat				
	Extracción de macroalgas no regulada	sobreexplotación de recursos y destrucción de hábitat				
	Investigación científica pesquera	bycatch de recursos pesqueros (sobre-explotación)	bycatch de aves y mamíferos marinos	bycatch de tiburones, rayas y quimeras	bycatch de corales y otros invertebrados	destrucción de hábitat, impactos a ecosistemas y procesos
	Pesca recreativa no controlada	sobreexplotación de recursos y destrucción de hábitat				
OTRAS ACTIVIDADES HUMANAS	**Turismo marítimo descontrolado (avistamiento ballenas y delfines)**	Accidentes con mamíferos y perturbación de mamíferos y aves marinas				
	Deportes náuticos	Accidentes con mamíferos y perturbación de mamíferos y aves marinas				
	Actividades recreativas en las playas	perturbación de mamíferos y aves marinos; destrucción de hábitats				

	Asentamientos costeros temporales	perturbación de mamíferos y aves marinos; destrucción de hábitats

	Asentamientos costeros permanentes	perturbación de mamíferos y aves marinos; destrucción de hábitats
	Disposición y tratamiento de aguas servidas	Danos e enfermedades de mamíferos, aves y peces, impactos a ecosistemas y procesos
	Minería en tierra	perturbación de mamíferos y aves marinos; destrucción de hábitats
	Conservación	perturbación de mamíferos y aves marinas
	cambio climático y ENSO	eliminación de especies que habitan un rango geográfico muy limitado, impactos a ecosistemas y procesos

Tráfico marítimo

Entre las actividades marítimas que significan una amenaza para especies marinas y sus hábitats se encuentra la navegación de embarcaciones mayores y menores pero también fondeaderos y atracaderos. Según Hucke-Gaete & Ruiz (2011)* las principales amenazas del tráfico marítimo se asocian con colisiones con animales (cetáceos), contaminación acústica (ruido sobre y bajo el agua) y por basura, así como derrames de petróleo. Las amenazas permanentes son los choques de mamíferos y aves marinas, especialmente con embarcaciones mayores, las heridas provocadas por impactos de hélices de embarcaciones menores y la contaminación acústica que afecta a cetáceos mayores y menores. Según la UICN, el ruido de motores afecta delfines y orcas durante actividades tan importantes como la alimentación y el descanso. Colisiones que generan muerte o heridas serias a los cetáceos son causadas por embarcaciones de más de 80 m de eslora, navegando con velocidades mayores a 14 nudos (Oceana 2011, Fig. 1). Van Waerebeek et al (2007)* señalan que para Chile, se han registrado interacciones entre cetáceos y embarcaciones para el calderón de aleta corta (*G. melas*), ballena fin o ballena aleta corta (*B. physalus*), el cachalote (*P. macrocephalus*) y tursion o delfín de nariz botella (*T. truncatus*), entre otras y para nombrar solo aquellas especies registrados en la bahía de Coquimbo.



Fig.1 Ejemplar hembra de ballena sei, colisionada por una embarcación de turismo en Puerto Montt. Se observa la escala de calado de la embarcación. Fotografía obtenida de Brownell et al (2009), del informe: Antecedentes sobre la avifauna y mastozoofauna marina de isla Riesco y áreas adyacentes (Oceana, 2011).**

*** Hucke-Gaete R & J Ruiz.2011. Guía de campo de las aves y mamíferos marinos del sur de Chile. 1°Edición. Universidad Austral de Chile. 136 pp.**
**** Van Waerebeek K, Baker, AJ, Félix F, Gedamke J, Iñiguez M, Sanino GP, Secchi E, Sutaria D, Van Helden A & Y Wang. 2007. Vessel collisions with small cetaceans worldwide and with large whales in the Southern Hemisphere, an initial assessment. Latin American Journal of Aquatic Mammals 6 (1): 43-69.**
***** Brownell, Jr RL, Galletti B & C Carlson. 2009. Vessel collision with a large whale off southern Chile. Scientific Committee. IWC. SC/61/BC7.**

Embarcaciones mayores (incluyendo las embarcaciones de la pesca industrial) constituyen una amenaza permanente para toda especie de ave marina en vuelo ya que estas pueden chocar contra el puente, mástiles u otra infraestructura que sobresalga del casco. En la noche, las luces de las embarcaciones atraen a las aves, afectando especialmente ejemplares jóvenes de poca experiencia y/o aves que se alimentan preferiblemente durante la noche, y alrededor de sus sitios de reproducción como por ejemplo alrededor de las islas Chañaral, Choros/Damas e Islotes Pájaros.

La amenaza más grande del tráfico marítimo lo constituye un derrame accidental masivo de combustible u otro líquido químico, lo que afectaría casi todos los ecosistemas y procesos OdC y la mayoría de las especies OdC; cetáceos y aves marinas, especialmente a los pingüinos, pero también todos los peces pelágicos y otros como el tollo de profundidad (*C. nigrum*) que emergen frecuentemente a la superficie. La construcción de nueva infraestructura portuaria en la costa significa una amenaza por la sobresaturación de espacios y estorbo espacial generado por estructuras como anclajes, cabos, muelles, boyas que afectan directamente los patrones de movimiento y uso de hábitat de cetáceos menores, rutas de desplazamiento y sitios de importancia para ballenas y otros mamíferos marinos y aves.

En resumen, todas las actividades marítimas en conjunto significan una amenaza permanente para casi todos los Odc (97 OdC; 94% de todos las especies, ecosistemas y procesos importantes del área). Sin embargo, la mayor amenaza es el tráfico de embarcaciones mayores, que es una amenaza para el 55% de todos los OdC; en cambio el tránsito de embarcaciones menores afecta solo 20 OdC (19,2%), y más que nada OdC como las zonas de procesos y ecosistemas isleños (Fig.3, detalles en el anexo, tabla 2).

Pesca

De todas las actividades pesqueras la mayor amenaza proviene de la pesca industrial pelágica y de fondo ya que cada una de estas pesquerías por si sola ya significa una amenaza para 44 OdC (42,3%); la mayoría especies. La pesca industrial afecta también a procesos ecológicos importantes ya que las áreas de pesca se extienden a las zonas de reproducción, crianza, alimentación y migración de mamíferos y aves marinas. La pesca artesanal (incluyendo las actividades de extracción de moluscos y macroalgas dentro de las AMERBs) significan una amenaza menor de destrucción de hábitats bentónicos y de perturbación para algunas especies de aves marinas como el pelícano (*P.thagus*) o el yunco (*P. garnotii*). Sin embargo, la pesca artesanal no regulada como la recolección de mariscos y extracción de macroalgas fuera de las AMERBs aumentan la presión sobre los hábitats bentónicos, mamíferos y aves marinas y también pueden generar una sobreexplotación de recursos marinos.

Uno de los lugares más amenazados actualmente son los Islotes Pájaros que no se encuentran bajo ninguna protección o manejo pesquero que regule la extracción de mariscos, peces o macroalgas.

Finalmente, hay que destacar que la pesca de investigación para el monitoreo de los recursos pelágicos y bentónicos también implica una fuerte amenaza, al usarse la técnica de numerosos lances de pesca con redes comerciales. Por ejemplo, para el monitoreo de la pesca de langostinos y del camarón nailon el año 2011, se realizaron 49 lances de pesca con arrastre de fondo en el área de la propuesta (FIP 2011-1/02).

Otras actividades humanas

Actualmente actividades humanas a lo largo del borde costero como asentamientos, actividades recreativas en la playa o activad minera solo implican amenazas menores y muy puntuales como lo son la destrucción de hábitats en la playa y en el intermareal y ruidos que puedan perturbar a las aves marinas. Como a lo largo de la costa solo existen caletas, la contaminación con aguas residuales o basura proveniente de asentamientos humanos es limitada.

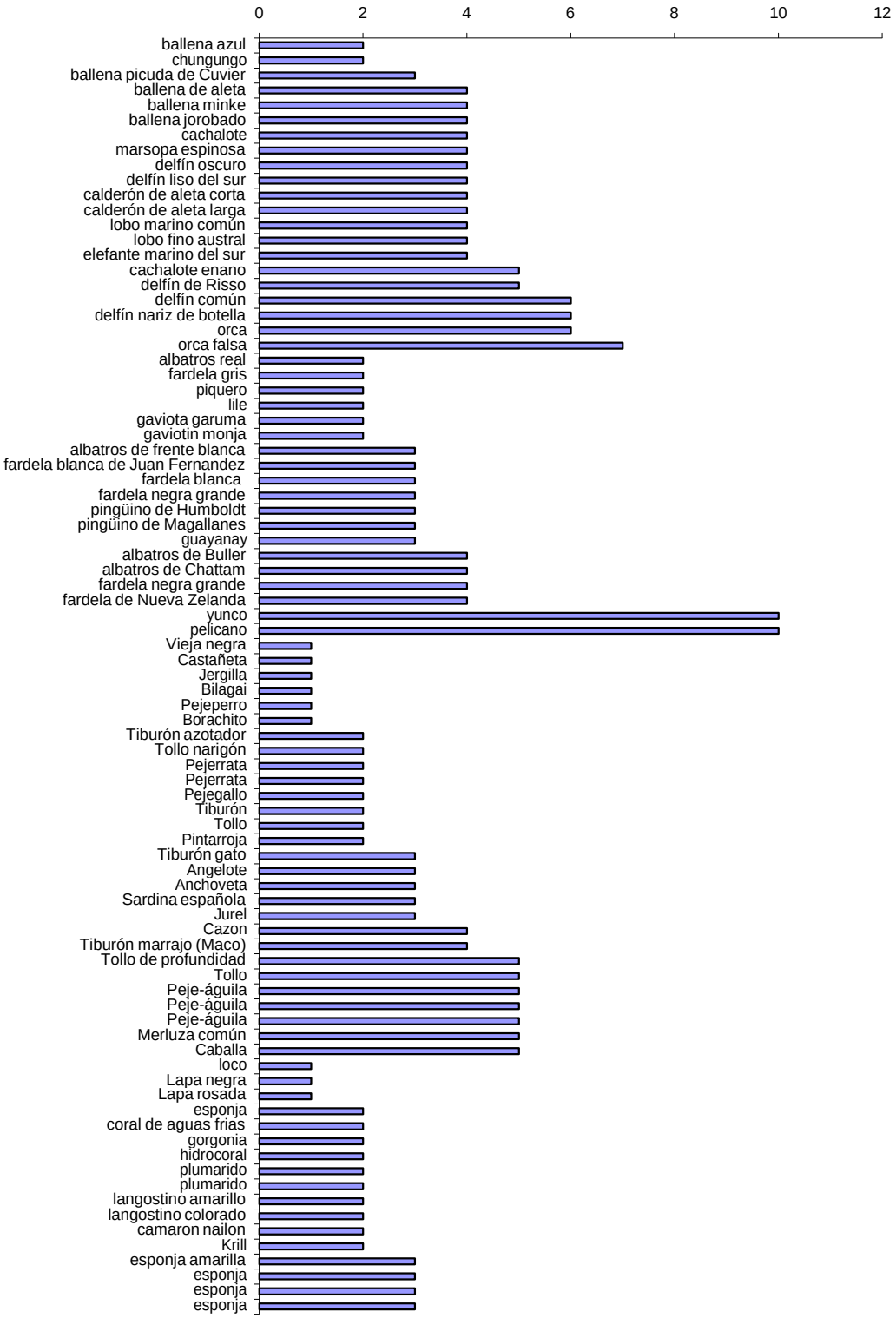
Principales OdC amenazados

Dentro de las especies OdC el yunco (*Pelecanoides garnotii*) y el pelícano (*Pelecanis thagus*) son las especies más amenazadas (por 10 actividades) junto a los cetáceos menores como los delfines y las orcas (Fig.2). Dentro del grupo de los peces destacan los peces condrichthyes como el tollo de profundidad, tollo, cazón o tiburón marrajo, todos ya con problemas serios de conservación. Recursos pesqueros como la merluza común o la caballa también se encuentran altamente amenazados, por lo que la creación de una AMCP-MU podría significar una reserva genética importante para estos recursos pesqueros.

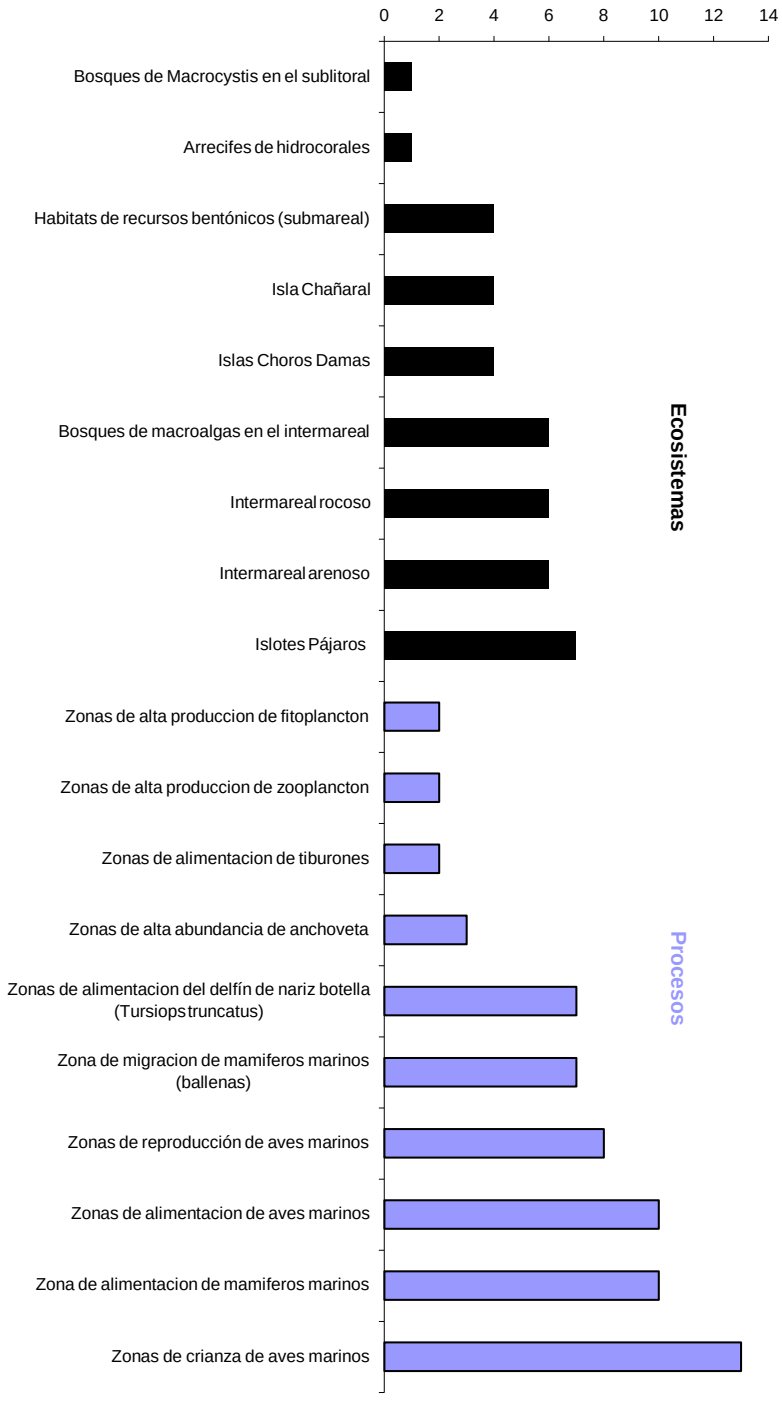
Los ecosistemas más amenazados son Islotes Pájaros, considerando que estas islas no están bajo ninguna figura de protección (como Chañaral o Chorros / Damas) y todas las zonas de crianza y alimentación de aves y mamíferos marinos.

Fig. 2. **Número de Amenazas para cada OdC en el área de la propuesta.**

a) Especies Odc



b) Ecosistemas y procesos OdC



Folio010893

IV.- USOS EXISTENTES EN EL AREA DE INTERES

En esta parte actualizaremos información respecto a los usos actuales en el área de interés. Para hacerla más comprensible se mapeará la información relevante de áreas de manejo de recursos bentónicos (AMERBs), zonas de pesca, tracks de navegación, etc.

Pesca

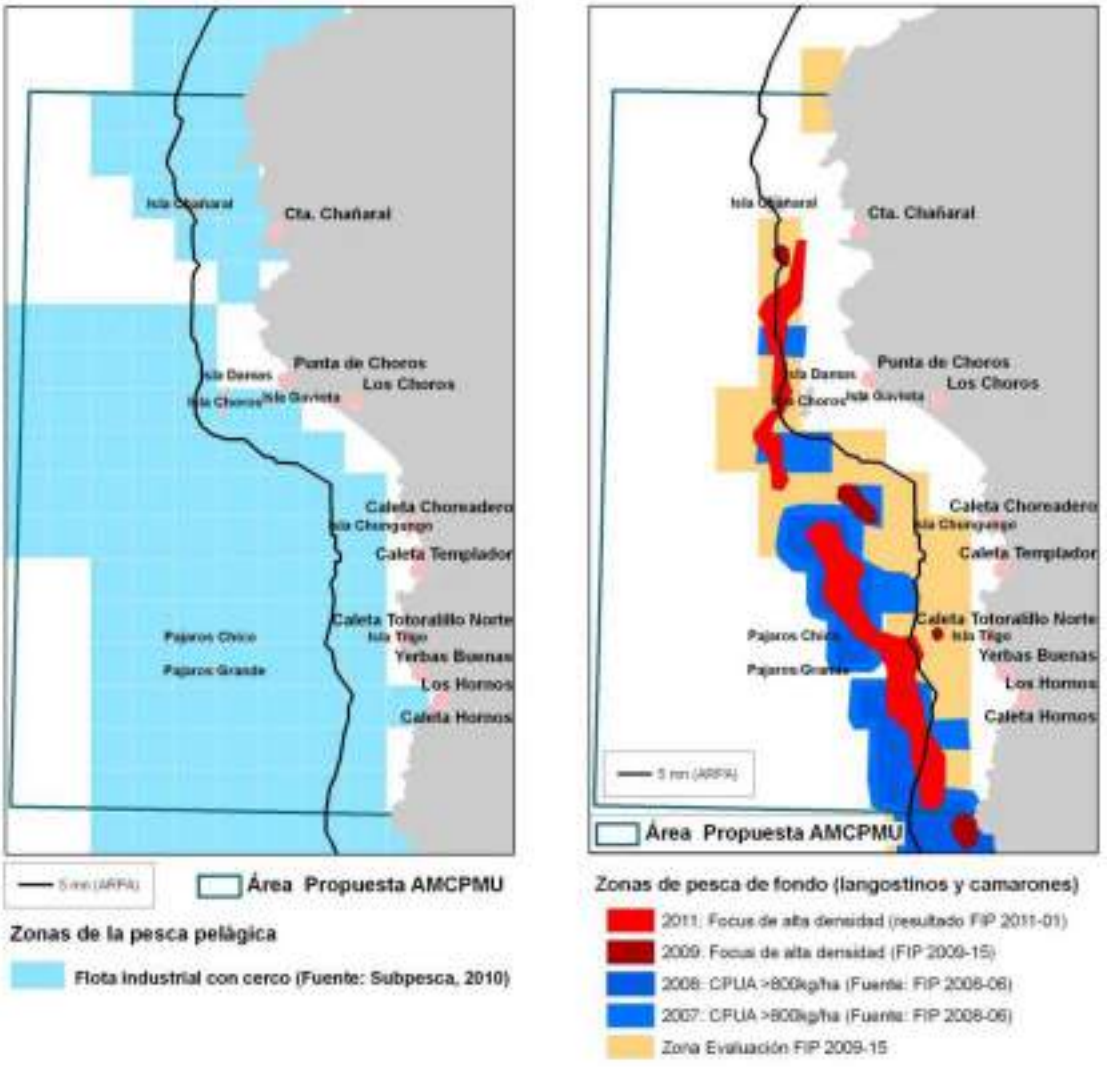
Como indica la propuesta original el área se caracteriza por la presencia de la pesca industrial de cerco (pesca de jurel, merluza y anchoveta) y de fondo (pesca de langostinos y de camarón nailon), y según los últimos resultados publicados de los proyectos FIP, el espacio geográfico que ocupan ambas flotas es igual al que indica la propuesta original. La pesca pelágica industrial con cerco ocupa aproximadamente 3/4 del área que se propone como AMCP-MU y gran parte de la bahía de Coquimbo mientras que la pesca industrial con arrastre de fondo aproximadamente 1/3 del área y de la bahía de Coquimbo (Fig.3). Como indican los mapas se sobreponen las zonas de la pesca de fondo con las de la pesca con cerco y ambas actividades juntas ocupan el 72 % del área de la propuesta (Tabla 4). Cabe destacar que el uso pesquero industrial incluye las zonas de la pesca de investigación para el monitoreo de los recursos pelágicos y bentónicos.

Tabla 4. Uso (distribución espacial) de las flotas pesqueras industriales de cerco y de arrastre de fondo en el área de la propuesta AMCP-MU La Higuera. (El área se divide en unidades de celdas de 5 grados longitud/latitud, *cf. Capitulo III*).

	AMCP	Pesca industrial pelágica	Pesca industrial de fondo	Pesca industrial total
Unidades superficiales ocupados	129	92	41	93.0
% superficie de la AMCP	100	71.3	31.8	72.1

Otras actividades pesqueras en el área son la extracción de mariscos, macroalgas, y la pesca deportiva.

Fig. 3 Uso actual del área por la pesca industrial de cerco (izquierda) y pesca industrial de fondo para la extracción de crustáceos menores (langostinos y camarón nailon). El área que ocupa la flota cerquera corresponde a la distribución geográfica del esfuerzo pesquero. Para la flota arrastrera se incorporan las zonas de arrastre de la investigación pesquera de los proyectos FIP y los esfuerzos pesqueros por unidad de área publicados los años 2007 y 2008.

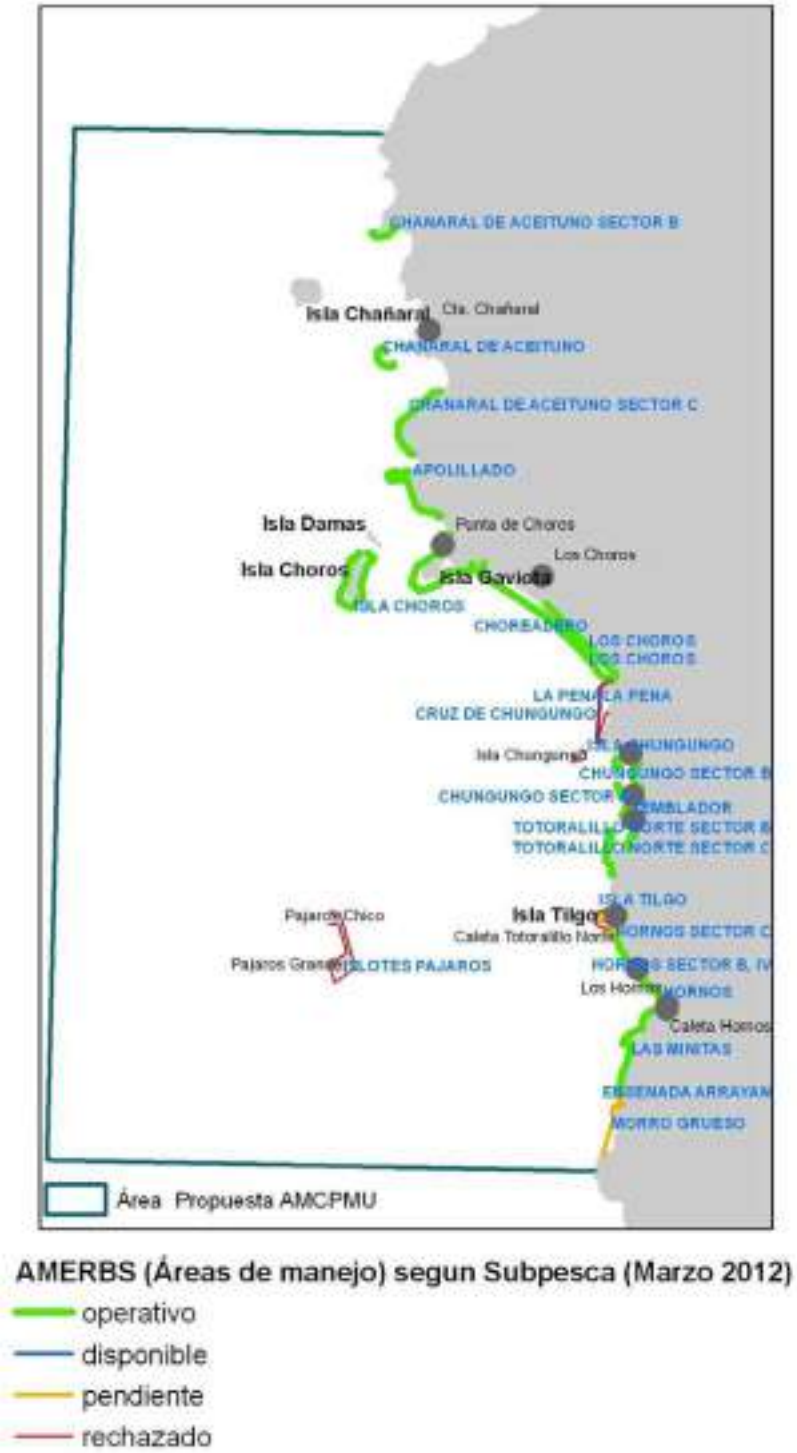


Según Subpesca, hasta diciembre de 2012 se encuentran 19 áreas de manejo (AMERBS) operativas, las que en total ocupan una superficie de aproximadamente 40 km2 (3976.71 ha, Tabla 5) y los principales recursos que se manejan en estos áreas son loco, lapa y macroalgas (detalles sobre los recursos y datos socio-económicos se indican en la propuesta original). Las AMERBS se extienden principalmente a lo largo del borde costero, aproximadamente por el 75% de la línea costera (Fig.4).

Tabla 5. **Uso del borde costero por parte de la pesca artesanal en áreas de manejo de recursos bentónicos AMERBs en el área de la propuesta según Subpesca, 2012.**

AMERBs	Número	Area (ha)	Area (km2)
operativos	19	3976.71	39.7671
disponibles	2	1714.07	17.1407
pendientes	4	433.85	4.3385
rechazadas	4		

Fig.4 Distribución actual de áreas de manejo y extracción de recursos bentónicos (AMERBS)



AMERBS (Áreas de manejo) segun Subpesca (Marzo 2012)

- operativo
- disponible
- pendiente
- rechazado

Tráfico marítimo

El tráfico de embarcaciones comerciales mayores en el área alcanza un nivel de movimientos medio según datos publicados el 2008 sobre los impactos humanos a nivel global (Halpern et al., 2008: A Global Map of Human Impact on Marine Ecosystems). Science Vol. 319 no. 5865 pp. 948-952) (Fig.5). Sin embargo, considerando las características geográficas y de biodiversidad que configuran la capacidad de carga de la bahía de Coquimbo, este nivel de tráfico marítimo -el cual constituye la principal ruta de navegación de barcos de carga entre el sur y norte del continente a lo largo de la costa chilena, y al cual se debe sumar el tráfico de embarcaciones pesqueras de las flotas industriales-, puede considerarse alto.

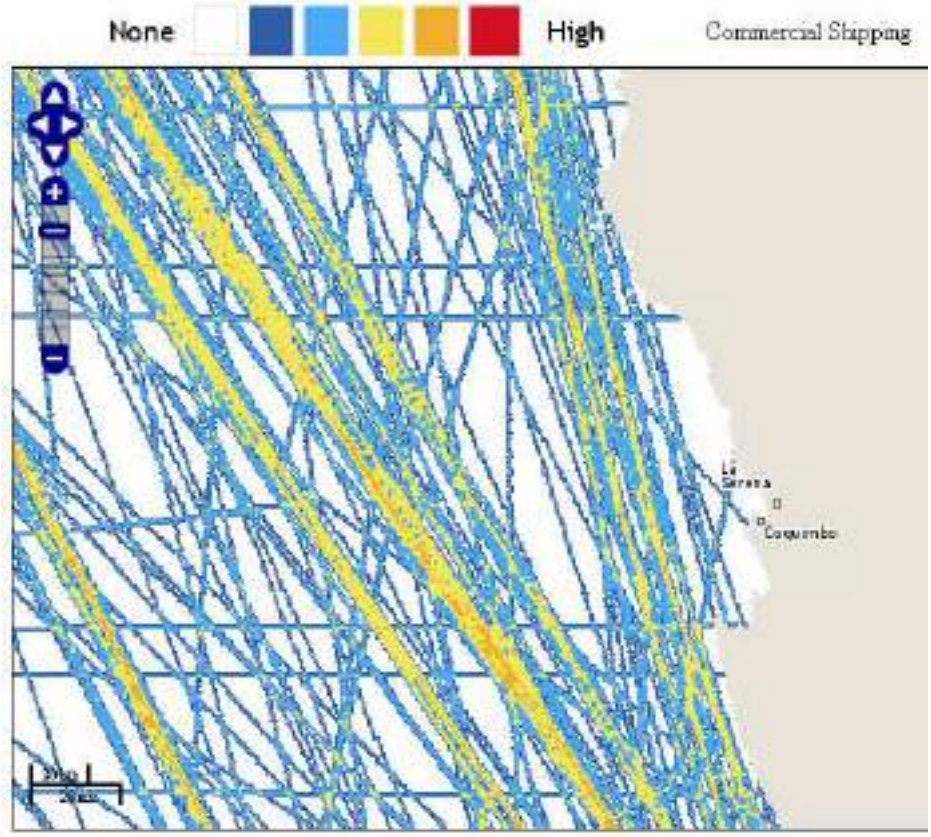


Fig.5 Track de navegación de barcos comerciales sobre 1000 tons frente a La Serena/Coquimbo en el periodo entre 2004 – 2005. El mapa original se encuentra en la página web del proyecto sobre los impactos humanos a nivel global del instituto NCEAS, California, EEUU (http://globalmarine.nceas.ucsb.edu/).

Otras actividades humanas

Hay que señalar la presencia de otras actividades humanas localizadas en lugares específicos de la costa del área propuesta. Así tenemos, por ejemplo, el turismo de intereses especiales y avistamiento de cetáceos alrededor de las reservas marinas Choros-Damas e Isla Chañaral, la práctica de deportes náuticos como canotaje y buceo submarino en la zona costera de Punta de Choros, así como algunas actividades ligadas a la minería férrea en la costa de Caleta Hornos y en los Choros.

Microzonificación del área

Dentro del área de la propuesta se pueden identificar 10 zonas geográficas (Fig.6) de acuerdo a su geomorfología y sus condiciones oceanográficas: una amplia zona con características oceánicas y una zona costera donde se encuentran las 8 islas e islotes principales del área. Para analizar el uso y las amenazas para los 104 OdC identificados se diseñó una malla de celdas de 5 grados de longitud y latitud dentro de la bahía de Coquimbo (cf. Tabla 4), alcanzando un total de 129 celdas (110 celdas completas, además 17 celdas parciales en el límite oceánico y 21 celdas parciales en el límite costero que equivalen a 19 celdas completas). El registro geo-referenciado de un OdC dentro de una celda se considera como “presente” (los registros se indican en la propuesta original). De esta manera se puede realizar una microzonificación para cuantificar la importancia de cada zona geográfica en función de la presencia de OdC, obteniendo de esta manera, las zonas más amenazadas dentro de la propuesta.

La zona oceánica con 78% de OdC identificados representa la zona más importante desde el punto de vista de la conservación, junto con las islas Chañaral, Choros-Damas e Islotes Pájaros con 50 y 53 % de las OdC. Por otro lado, la zona del borde costero, incluyendo los islotes Chungungo y Tilgo, contiene entre 35% y 45 % de los OdC (Tabla 6 y Figura 7).

Fig. 6 Microzonificación del área de la propuesta considerando las características geomorfológicas y oceanográficas en el mar abierto, la costa, islas e islotes. La extensión de cada zona se indica por celdas con la dimensión de 5 grados de longitud y latitud.

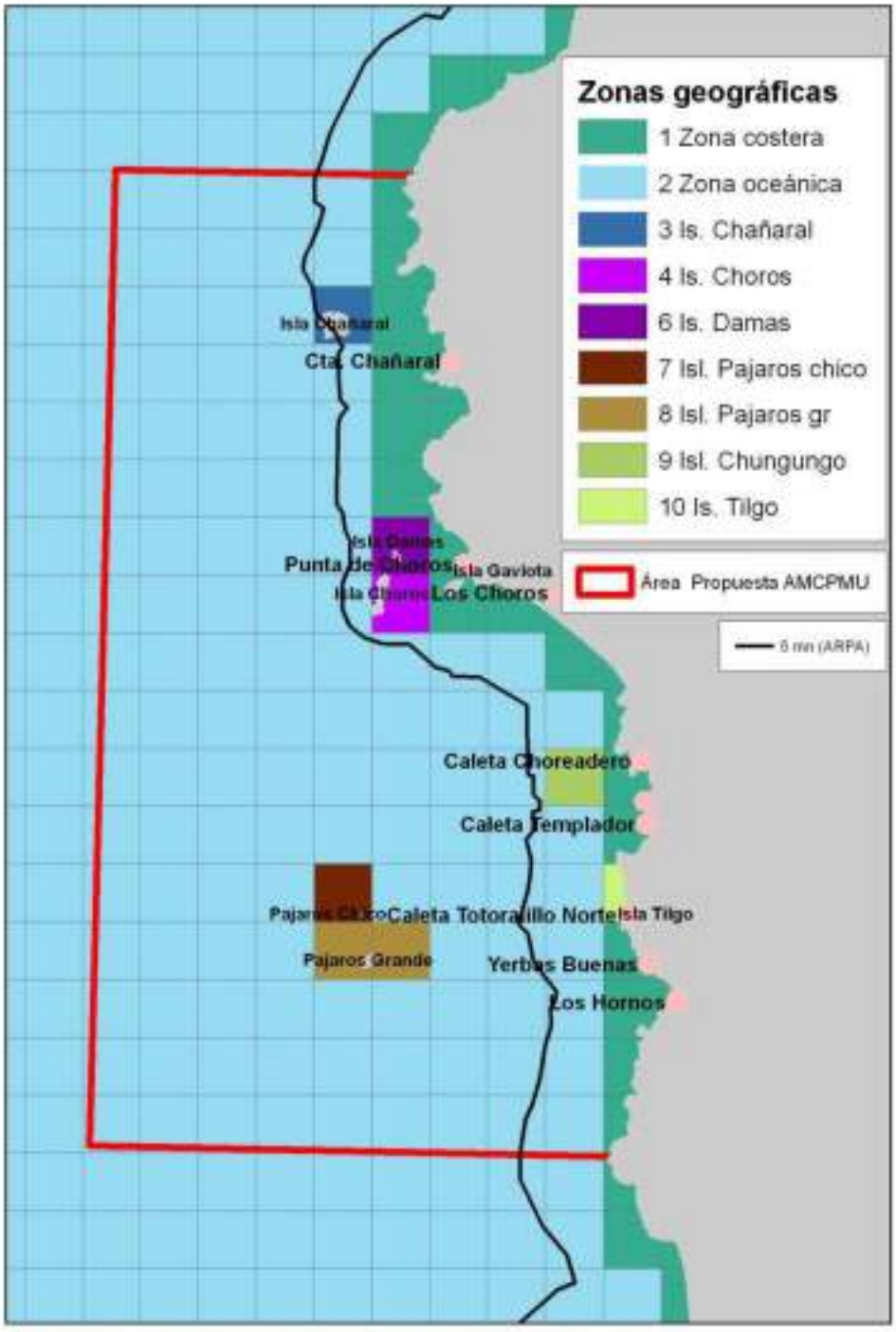
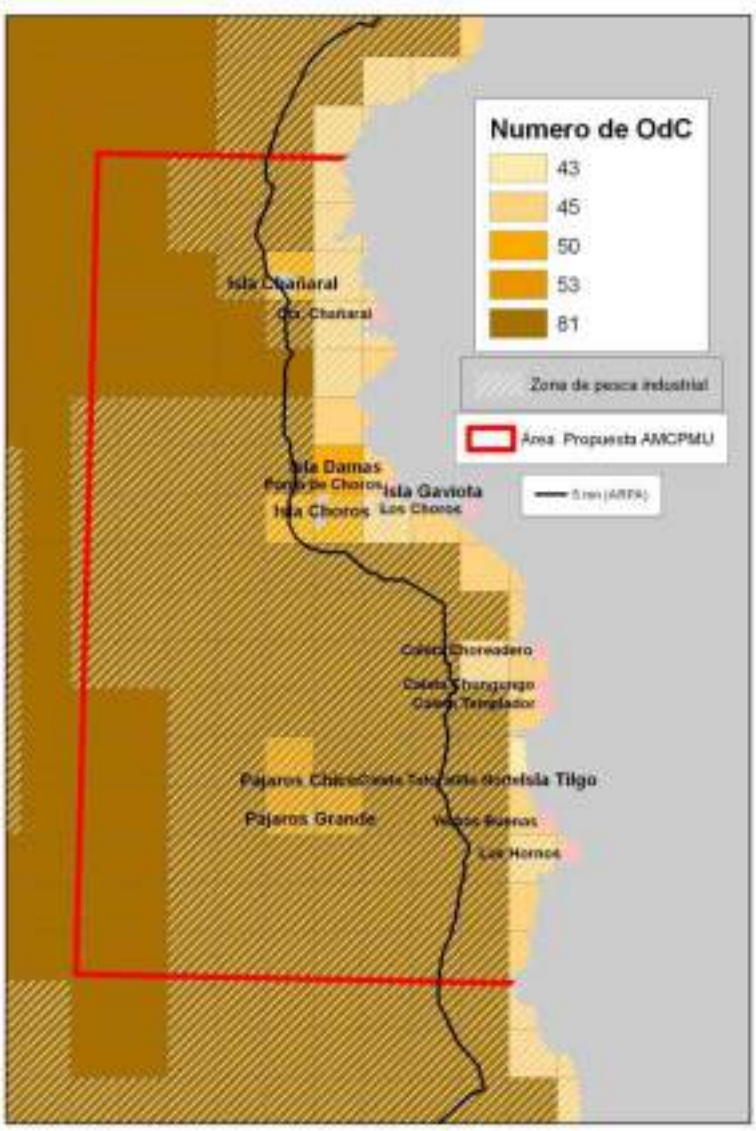


Tabla 6. Microzonificación del área propuesta por Oceana para una AMCP MU según la distribución geográfica de los OdC.

OdC	Zona Oceánica	Zona costera	Isla Chañaral	Isla Choros	Isla Damas	Islote Pájaros grande	Islote Pájaros chico	Islote Chungungo	Isla Tilgo
Mamíferos marinos	20	3	1	1	1	0	0	0	0
Aves marinos	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Peces	22	8	5	5	5	6	6	5	6
Invertebrados	4	5	13	9	9	14	14	3	5
Ecosistemas	8	5	6	8	8	7	7	4	4
Procesos	8	5	6	8	8	7	7	4	4
total OdC / zona geografica	81	45	50	50	50	53	53	35	38
representatividad (% de los 104 OdC)	**77.9**	**43.3**	**48.1**	**48.1**	**48.1**	**51.0**	**51.0**	**33.7**	**36.5**

Fig.7 Distribución geográfica de los 104 OdC identificados en el área de la propuesta (números de OdC en celdas de 5 grados de longitud y latitud). Se sobrepone la zona donde se ejercita la pesca industrial (pelágica y bentónica), actividad que amenaza al 68% de los OdC. El mapa indica que la pesca industrial no solo afecta a los sectores oceánicos sino que también el borde costero en gran parte a lo largo de la costa y los alrededores de las islas Chañaral, Choros-Damas e Islotes Pájaros, sitios de alta importancia para la reproducción de aves y mamíferos marinos.



Como se indicó anteriormente, tanto la pesca de cerco como la pesca de arrastre son aquellas actividades que más OdC amenazan, 44 c/u, y en total la pesca industrial significa una amenaza para 71 OdC (68%), siendo además la única actividad que se extiende por aproximadamente 75% de toda el área de la propuesta.

En cambio, la pesca artesanal de extracción de mariscos y macroalgas en AMERBs abarca solamente una porción del borde costero implicando una amenaza para menos del 20% de los OdC. El resto de las actividades humanas descritas implican amenazas muy puntuales en cuanto a su extensión geográfica.

RESUMEN

- Una AMCP-MU de 3.445 km2 en la bahía de Coquimbo es importante para la conservación de las especies, ecosistemas, hábitats y procesos biológicos que constituyen la riqueza y biodiversidad de la zona centro-norte y del Sistema de la Corriente de Humboldt, SCH.

- Se identificaron 104 objetos importantes para la conservación (OdC) compuestos por 85 especies y 19 ecosistemas, hábitats y procesos importantes para el área y la conservación de la biodiversidad del SCH.

- Entre las 85 especies OdC se encuentran especies emblemáticas que generan la singularidad del área: la ballena azul, el pingüino de Humboldt, el delfín de nariz de botella, el yunco, el piquero y el pelicano.

- Para garantizar una meta de conservación sobre 50% de los OdC en la bahía de Coquimbo se debería excluir toda la pesca industrial del área propuesta.

- Un área de conservación marina limitada solo a las islas y reservas naturales, como existe hoy en día, significa una protección para menos del 50% de mamíferos y aves marinas importantes que ya se encuentran con problemas de conservación, excluyendo además, importantes ecosistemas y zonas de procesos ecológicos.

V.- ANALISIS DE PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO DE PROTECCION PROPUESTO

Desde un punto de vista conceptual, una AMCP es una figura con propósito de conservación y uso sustentable que puede admitir usos en distintos niveles, desde los más "restrictivos" hasta los más "permisivos" en el contexto definido por los objetivos de creación del área. Esto implica que las actividades económicas que se desarrollen en su interior estarán supeditadas a niveles establecidos mediante criterios como la capacidad de carga y/o la compatibilidad de usos, entre otros.

En este sentido, la AMCP – MU complementa los marcos regulatorios sectoriales que rigen a las actividades productivas como la pesca artesanal y el turismo, y busca gestionar de manera sustentable un territorio determinado para lograr objetivos de conservación y desarrollo sustentable, así como lograr que los beneficios de ese desarrollo lleguen a las comunidades locales. Si para lograr estos objetivos se requiere excluir determinadas actividades, el propio plan de administración de la AMCP aprobado debidamente debe definirlo.

Lo anterior implica socializar con la comunidad local las implicancias de la aplicación de la AMCP entre los usuarios del área, de modo de que estos conozcan, evalúen y acepten los grados de restricción que conlleva la búsqueda de los objetivos de conservación. Esto es relevante en el caso de actividades de alto impacto ambiental que no solo afectan las condiciones naturales -únicas del área- sino que abiertamente constituyen una amenaza al desarrollo de otras actividades económicas como la pesca artesanal y el turismo.

Dado que Chile aún no cuenta con un marco institucional y jurídico que otorgue gobernabilidad a las AMCPs, el proyecto contempla involucrar al máximo a la comunidad y a los actores interesados en la medida, a través de la elaboración de un plan de trabajo, contenido en el Plan de Administración, que establezca objetivos de corto, mediano y largo plazo, actividades, responsables y plazos concretos.

En conclusión, una AMCP – MU en la zona costera norte de la Región de Coquimbo y la zona costera sur de Atacama, sería el instrumento más adecuado para coordinar y articular a los actores locales y regionales para el cumplimiento de los objetivos de conservación y desarrollo sustentable, integrando las actividades contenidas en los respectivos Pladeco y Pladetur,

supervisando la microzonificación, desarrollando los planes de manejo de los instrumentos de conservación ya existentes e impulsando nuevas medidas de conservación, todo integrado en una visión y plan estratégico común.

VI.- ANALISIS ESTRATEGICO

	OPORTUNIDADES	**AMENAZAS**
	• Sinergia con otras actividades de conservación terrestre • Cumplimiento de compromisos internacionales • Desarrollo de actividades productivas con altos estándares de calidad ambiental • Nuevas oportunidades de negocios para el sector turístico local	• Escasa capacidad e institucionalidad publica • Escaso conocimiento de los beneficios de un área de conservación y de difusión de los alcances de la iniciativa • Aumento del deterioro ambiental de la zona, perdida de hábitats y reducción de las especies
FORTALEZAS • Patrimonio natural único • Oportunidades para la generación de empleo • Prioridades de conservación regional • Condiciones climáticas y ubicación del área • Reconocimiento de instituciones gubernamentales, privadas y la comunidad local • Existencia de información de línea base científica	El área propuesta tiene potencialidades para ser declarada Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos en consideración de sus características intrínsecas. Asimismo, puede generar sinergias para el desarrollo de actividades de conservación bajo el principio tierra – mar y estimular el mejoramiento de estándares ambiental para la sostenibilidad de las actividades productivas que en ella se realicen, destacando entre estas el turismo de naturaleza. Finalmente, la creación del área marina protegida contribuirá al cumplimiento de los compromisos internacionales ratificados por Chile.	La situación de la institucionalidad y el aumento del deterioro ambiental constituyen riesgos para el éxito del proyecto. Lo anterior, es en parte controlado por las zonificaciones del borde costero de las regiones de Coquimbo y Atacama, y el reconocimiento de los usos actuales y potenciales del área. Dado que se requieren ciertos grados de restricción para el buen funcionamiento de los ecosistemas a proteger y así cumplir los objetivos de conservación propuestos, se hace imperioso generar un Plan de Administración que haga participes a las comunidades locales.
DEBILIDADES • Potencialidad de conflictos entre actividades emergentes y objetivos de conservación • Desarrollo de la institucionalidad de AMCPs a nivel nacional y en regiones	Las debilidades identificadas constituyen desafíos para el proyecto de área protegida. La sinergia que puede construirse entre el proyecto y otras alternativas de conservación pueden ayudar a	La principal limitante del proyecto es la capacidad institucional, especialmente la inexistencia de una instancia nacional pública especializada en áreas de conservación.

	evitar eventuales conflictos entre las actividades emergentes con los objetivos de conservación, a través de alianzas estratégicas entre cada iniciativa. La propuesta de AMCP instalaría un instrumento de gestión ambiental relevante para el buen uso de los recursos naturales, dando además, continuidad a la planificación del borde costero iniciado por la zonificación de las III y IV regiones.	

ANEXOS

Tabla 1 Listado de Objetos de Conservación (OdC) de la AMCP-MU La Higuera. Se indica el estado de conservación de cada especie según la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza – ingles: IUCN): EN PELIGRO (EN), VULNERABLE (VU), CASI AMENAZADO (NT), PREOCUPACION MENOR (LC), DATOS INSUFICIENTES (DD).

Especie	Estado de conservación	Nombre vernacular
MAMIFEROS MARINOS		
Balaenoptera musculus	EN	ballena azul
Balaenoptera physalus	EN	ballena de aleta
Balaenoptera bonaerensis	DD	ballena minke
Megaptera novaeangliae	LC	ballena jorobado
Physeter macrocephalus	VU	cachalote
Kogia simus	DD	cachalote enano
Phocoena spinipinnis	DD	marsopa espinosa
Lagenorhynchus obscurus	VU	delfín oscuro
Delphinus delphis	LC	delfín común
Tursiops truncatus	LC	delfín nariz de botella
Lissodelphis peronii	LC	delfín liso del sur
Orcinus orca	DD	orca
Pseudorca crassidens	DD	orca falsa
Globicephala macrorhynchus	DD	calderón de aleta corta
Globicephala melas	DD	calderón de aleta larga
Grampus griseus	LC	delfín de Risso
Ziphius cavirostris	LC	ballena picuda de Cuvier
Otaria flavescens	LC	lobo marino común

Arctocephalus australis	LC	lobo fino austral
Mirounga leonina	LC	elefante marino del sur
Lontra felina	EN	chungungo
AVES MARINAS		
Diomedea epomophora	VU	albatros real
Thalassarche bulleri	NT	albatros de Buller
Thalassarche eremita	VU	albatros de Chattam
Thalassarche salvini	VU	albatros de frente blanca
Pterodroma externa	VU	fardela blanca de Juan Fernández
Procellaria aequinoctialis	VU	fardela negra grande
Procellaria cinerea	NT	fardela gris
Procellaria westlandica	VU	fardela de Nueva Zelanda
Puffinus creatopus	VU	fardela blanca
Puffinus griseus	NT	fardela negra grande
Pelecanoides garnotii	EN	yunco
Spheniscus humboldti	VU	pingüino de Humboldt
Spheniscus magellanicus	NT	pingüino de Magallanes
Sula variegata	LC	piquero
Pelecanus thagus	NT	pelicano
Phalacrocorax bougainvillii	NT	guayanay
Phalacrocorax gaimardi	NT	lile
Larus modestus	NT	gaviota garuma
Larosterna inca	NT	gaviotin monja

Tabla 1. continuación

PECES (Condrichthyes)		
Aculeola nigra	DD	Tiburón gato
Alopias vulpinus	VU	Tiburón azotador
Apristurus nasutus	DD	Tollo narigón
Caelorinchus aconcagua	sin evaluación	Pejerrata
Caelorinchus chilensis	sin evaluación	Pejerrata
Callorhynchus callorhynchus	LC*	Pejegallo
Centroscyllium nigrum	DD	Tollo de profundidad
Centroscymnus crepidater	LC	Tiburón
Etmopterus granulosus	LC	Tollo
Galeorhinus galeus	VU	Cazon
Mustelus mento	NT	Tollo
Myliobatis chilensis	DD	Peje-águila
Myliobatis peruvianus	DD	Peje-águila
Myliobatis spp.	DD	Peje-águila
Schroederichthys chilensis	DD	Pintarroja
Squatina armata	DD	Angelote
Isurus oxyrinchus	VU	Tiburón marrajo (Maco)
PECES (Osteichthyes)		
Engraulis ringens	LC	Anchoveta
Sardinops sagax	LC*	Sardina española
Merluccius gayi	DD	Merluza común
Trachurus murphy	DD	Jurel
Scomber japonicus	LC	Caballa
Graus nigra		Vieja negra

Chromis crusma	LC	Castañeta
Aplodactylus punctatus		Jergilla
Cheilodactylus variegatus		Bilagai
Semicossyphus maculatus	DD	Pejeperro
Scartichthys sp.	LC	Borachito
INVERTEBRADOS		
Esponja calcarea		esponja
Amphilectus fucorum cf		esponja amarilla
Clionaopsis platei cf		esponja
Polymastia sp		esponja
Trachycladus sp		esponja
Scleractinia sp1		coral de aguas frias
Gorgonacea sp1		gorgonia
Hidrozoo sertulárido		hidrocoral
Plumulárido sp1		plumarido
Plumulárido sp1		plumarido
Concholepas concholepas		loco
Fisurella latimarginata		Lapa negra
Fisurella cumingi		Lapa rosada
Cervimunida johni		langostino amarillo
Pleuroncodes monodon		langostino colorado

Tabla 1. continuación

Heterocarpus reedi		camaron nailon
Euphausia mucronata		Krill

Folio010913

Tabla 2. Listado de las actividades que significan amenazas para los Objetos de Conservación (OdC) de la AMCP-MU La Higuera. Se asigna el valor"1" si la actividad significa una amenaza para un OdC o el valor"0" en el caso contrario.

		TRAFICO MARITIMO				PESCA									ACTIVIDADES HUMANAS									
Especie	**Amenazas por OdC**	Trafico marítimo de embarcaciones mayores	Tráfico marítimo de embarcaciones menores	Fondeaderos y atracaderos	TOTAL Trafico Maritimo	Pesca industrial pelagica	Pesca industrial de fondo	**TOTAL Pesca industrial**	Pesca artesanal pelagica (bycatch aves, mamiferos o tiburones)	Recolección de recursos bentonicos (mariscos) no regulada (sobre-explotacion y destruccion de habitat)	Extraccion de macroalgas no regulada	Investigación cientifica pesquera	Pesca recreativa no controlada	**TOTAL Pesca**	Turismo marítimo descontrolado (avistamiento ballenas y delfines)	Deportes náuticos	Actividades recreativas en las playas	Asentamientos costeros temporales	Asentamientos costeros permanentes	Disposición y tratamiento de aguas servidas	Minería en tierra	Conservación	**TOTAL Otras actividades humanas**	**cambio climatico y ENSO**
MAMIFEROS MARINOS																								
Balaenoptera musculus	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Balaenoptera physalus	4	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Balaenoptera bonaerensis	4	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Megaptera novaeangliae	4	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Physeter macrocephalus	4	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kogia simus	5	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Phocoena spinipinnis	4	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lagenorhynchus obscurus	4	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Delphinus delphis	6	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tursiops truncatus	6	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lissodelphis peronii	4	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Orcinus orca	6	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Pseudorca crassidens	7	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Globicephala macrorhynchus	4	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Globicephala melas	4	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grampus griseus	5	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Ziphius cavirostris	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Otaria flavescens	4	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arctocephalus australis	4	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mirounga leonina	4	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lontra felina	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

AVES MARINAS

Diomedea epomophora	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thalassarche bulleri	4	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thalassarche eremita	4	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thalassarche salvini	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Pterodroma externa	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Procellaria aequinoctialis	4	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Procellaria cinerea	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Procellaria westlandica	4	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Puffinus creatopus	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Puffinus griseus	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Pelecanoides garnotii	10	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	
Spheniscus humboldti	3	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Spheniscus magellanicus	3	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sula variegata	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pelecanus thagus	10	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	
Phalacrocorax bougainvillii	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Phalacrocorax gaimardi	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Larus modestus	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Larosterna inca	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PECES (Condrichthyes)

Aculeola nigra	3	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Alopias vulpinus	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Apristurus nasutus	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caelorinchus aconcagua	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caelorinchus chilensis	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Callorhynchus callorhynchus	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Centroscyllium nigrum	5	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Centroscymnus crepidater	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Etmopterus granulosus	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Galeorhinus galeus	4	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mustelus mento	5	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Myliobatis chilensis	5	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Myliobatis peruvianus	5	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Myliobatis spp.	5	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schroederichthys chilensis	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Squatina armata	3	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Isurus oxyrinchus	4	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PECES (Osteichthyes)

Engraulis ringens	3	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sardinops sagax	3	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Merluccius gayi	5	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trachurus murphy	3	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Scomber japonicus	5	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Graus nigra	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chromis crusma	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aplodactylus punctatus	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cheilodactylus	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

variegatus																									
Semicossyphus maculatus	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Scartichthys sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

INVERTEBRADOS

Esponja calcarea	2	0	1	1	2	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amphilectus fucorum cf	3	0	1	1	2	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Clionaopsis platei cf	3	0	1	1	2	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polymastia sp	3	0	1	1	2	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trachycladus sp	3	0	1	1	2	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Scleractinia sp1	2	0	1	1	2	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gorgonacea sp1	2	0	1	1	2	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hidrozoo sertulárido	2	0	1	1	2	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plumulárido sp1	2	0	1	1	2	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plumulárido sp1	2	0	1	1	2	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Concholepas concholepas	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fisurella latimarginata	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fisurella cumingi	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cervimunida johni	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pleuroncodes monodon	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Heterocarpus reedi	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Euphausia mucronata	2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ECOSISTEMAS

Bosques de macroalgas en el intermareal	6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0
Intermareal rocoso	6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0
Intermareal arenoso	6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0
Bosques de Macrocystis en el sublitoral	1	0	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Arrecifes de hidrocorales	1	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Habitats de recursos bentónicos (submareal)	4	0	1	1	2	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Isla Chañaral	4	1	1	1	3	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Islas Choros Damas	4	1	1	1	3	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
Islotes Pájaros	7	1	1	1	3	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0

PROCESOS

Zonas de alta produccion de fitoplancton	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
Zonas de alta produccion de zooplancton	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
Zonas de alta abundancia de anchoveta	3	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zonas de alimentacion de tiburones	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Zonas de reproducción de aves marinos	8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0
Zonas de crianza de aves marinos	13	1	1	1	3	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0
Zonas de alimentacion de aves marinos	10	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0
Zonas de alimentacion del delfín de nariz botella (Tursiops truncatus)	7	1	1	1	3	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
Zona de alimentacion de mamiferos marinos	10	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0
Zona de migracion de mamiferos marinos (ballenas)	7	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0

Folio010923

IDENTIFICACIÓN Y APORTE DE ACTORES DE INTERÉS (STAKEHOLDERS) AL PROCESO DE PLANIFICACIÓN DE LA POTENCIAL ÁREA MARINA COSTERA PROTEGIDA DE MÚLTIPLES USOS LA HIGUERA-ISLA CHAÑARAL



Preparado por

P. Francisco Cárcamo Vargas

Biólogo Marino, Dr (c) en Biología y Ecología Aplicada

Para

OCEANA

Coquimbo 2013

Folio010924

Tabla de Contenidos

Tabla de Contenidos 1

1. Introducción 3

2. Contexto de la investigación 5

2.1. Ecosistema Natural 6
2.2. Ecosistema social 9
2.3. Conservación, manejo, usos y amenazas en el área 9
2.4. Justificación de la investigación 13

3. Objetivos de investigación 14

4. Metodología de la investigación 15

4.1. Definición de muestra de actores 15
4.2. Caracterización de actores claves para la planificación del AMCP-MU. 16
4.3. Identificación de servicios ecosistémicos, características de biodiversidad y amenazas a su provisión, y usos humanos claves para la planificación y manejo del AMCP-MU. 19
4.4. Evaluación AMCP-MU como herramienta para un manejo basado en ecosistemas. 22
4.5. Recomendaciones para la implementación del AMCP-MU. 22

5. Resultados 23

5.1. Caracterización de actores claves para la planificación del AMCP-MU. 23
5.2. Identificación de servicios ecosistémicos, características de biodiversidad y amenazas a su provisión, y usos humanos claves para la planificación y manejo del AMCP-MU. 37
5.3. Manejo basado en ecosistemas en la legislación chilena 47

6. Discusión 49

6.1. Caracterización de actores claves para la planificación del AMCP-MU. 49
6.2. Identificación de servicios ecosistémicos, características de biodiversidad y amenazas a su provisión, y usos humanos claves para la planificación y manejo del AMCP-MU. 54
6.3. Oportunidades para implementar MBE en Chile 57
6.4. Avanzando hacia una implementación efectiva del AMCP-MU La Higuera-Isla Chañaral 59

7. Conclusión 77

8. Referencias 78

Folio010925

Anexos 87

Anexo 1 87
Anexo 2 90
Anexo 3 94

1. Introducción

En la actualidad, existe amplio consenso de que los procesos de diseño, planificación y manejo de áreas marinas protegidas (AMPs) deben estar basados no solo en el conocimiento de los sistemas físicos y ecológicos que los afectan, sino que también en las dimensiones humanas, incluyendo aspectos culturales, socioeconómicos y de gobernanza (Mascia et al. 2003, Berkes 2004, Charles & Wilson 2009, McLeod & Leslie 2009, Jones et al. 2013). La consideración o no de estos aspectos puede facilitar o dificultar la implementación y éxito de un AMP (Rodríguez-Martínez 2008, Pollnac et al. 2010, Lopes et al. 2013). Un estudio reciente (Voyer et al. 2013) analizó el soporte y oposición al establecimiento y funcionamiento de AMPs, señalando que uno de los factores claves que contribuyeron a la aceptación de las AMPs fue la participación efectiva de actores de interés.

Todos los recursos utilizados por los humanos forman parte de sistemas socio-ecológicos complejos (Ostrom 2009), y por lo tanto cualquier área a manejar, conservar o explotar puede contener una amplia gama de grupos, actores de interés o partes interesadas (stakeholders) que están involucrados, interesados o son afectados por la toma de decisiones sobre el área y recursos (Pomeroy & Douvere 2008). Para una participación efectiva de actores de interés (de aquí en adelante actores) en un AMP, las agencias u organismos encargados de la planificación deben definir: ¿quiénes son los actores?, ¿quiénes deberían participar?, ¿cuándo deberían participar?, y ¿cómo deberían participar?. Para ello, primero es importante considerar que estos actores no siempre son un grupo de individuos fácilmente identificables o habitando una comunidad geográfica única o adyacente al AMP, y por lo tanto, esfuerzo debe ser dedicado para su identificación. El análisis de actores (análisis de stakeholders) puede asistir esta misión, y ha sido definido como un proceso que permite la identificación y descripción de individuos y grupos afectados por una decisión o acción, sus interrelaciones, sus intereses, sus objetivos actuales y potenciales, además, examina el cómo y en qué

magnitud representan a los diversos segmentos de la sociedad y cómo pueden o deberían ser involucrados en la toma de decisiones (Pomeroy & Douvere 2008, Reed 2008, Bodin & Prell 2011). El análisis de redes sociales es una de las herramientas utilizadas en el análisis de actores y corresponde al estudio de las estructuras sociales y las relaciones entre actores (Freeman 2004). Este tipo de análisis está comenzando a utilizarse para explicar y asistir procesos colaborativos dentro del manejo de recursos naturales y gobernanza ambiental (Bodin & Crona 2009, Bodin & Prell 2011).

Definir una visión común que incluya objetivos y metas ambientales y sociales que las comunidades humanas están interesadas en mantener o conservar es un desafío para los planificadores y para la participación de actores, correspondiendo a un desafío y etapa clave en la planificación de un AMP y en manejos basados en ecosistema (Leslie & McLeod 2007, Mangi & Austen 2008, Heck & Dearden 2012). El involucramiento y participación efectiva de actores puede ocurrir en diferentes etapas de un proceso de planificación, y diversos enfoques pueden ser utilizados para incorporarlos, desde la interacción vertical entre los planificadores, autoridades y actores (i.e., comunicación de resultados, decisiones o acciones de manejo para esperar aprobación pero sin mayor participación) hasta interacción horizontal donde planificadores y actores pueden negociar en igualdad de condiciones respecto a la toma de decisiones (Pomeroy & Douvere 2008, Ehler & Douvere 2009, Maguire et al. 2012).

Las AMPs pueden tener diferentes mecanismos de gobernanza, desde modalidades *top-down* (de arriba hacia abajo) hasta AMPs que nacen y son manejadas desde la comunidad local (*bottom-up*, de abajo hacia arriba) (Oracion et al. 2005, Hind et al. 2010). En Chile, muchas de las AMPs existentes no se encuentran completamente implementadas y la participación de actores en los procesos de declaración, planificación e implementación ha sido deficitaria, reflejando claramente la naturaleza tipo *top-down* de los procesos, que son manejados principalmente a través del gobierno central (Fernández & Castilla 2005, Vega 2011, Jorquera-Jaramillo et al. 2012, Cárcamo et al. 2013). Por ello

existe un desafío para mejorar la participación en el manejo de las AMPs existentes y comenzar procesos más inclusivos en la declaración y planificación de las nuevas. Finalmente la participación efectiva es más necesaria aún, si consideramos que gran parte de las costas chilenas no son solo complejas por su topografía, sino también por los diversos conflictos y presiones que implican los diferentes usos y manejos espaciales humanos existentes (e.g., pesca artesanal, acuicultura, turismo, áreas de manejo) y la inexistencia de marcos regulatorios y de planificación que consideren los conflictos e interacciones entre usos (Cárcamo et al. 2013), situación que puede conducir a una carencia de protección de áreas marinas ecológica y biológicamente relevantes o a una ineficiencia en el manejo de las AMPs existentes (Douvere 2008, Cárcamo & Gaymer en prensa).

2. Contexto de la investigación

El año 2010, la ONG Oceana propone al Gobierno de Chile evaluar la declaración del área que comprende desde Punta Pájaros (28°54' S, Norte de Caleta Chañaral de Aceituno, Comuna de Freirina, Región de Atacama) hasta Punta Poroto (29°45' S, Sur de Caleta Los Hornos, Comuna de La Higuera, Región de Coquimbo) como un Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) (Oceana 2010). La propuesta del "AMCP-MU La Higuera-Isla Chañaral" abarca una superficie marítima de 3.445 km^2 y una franja de tierra costera frente a la porción de mar de unos 294 km de longitud (Fig. 1) (Oceana 2010). Previamente, gran parte de la costa e islas de esta área habían sido determinadas como sitio prioritario para la conservación, tanto por el Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA) como por la Corporación Nacional Forestal (CONAF). La fundamentación de la propuesta yace en las características particulares de esta área, en su porción marina, costera y terrestre, respecto a diversidad, representatividad y exclusividad de especies y hábitat, los usos humanos actuales y potenciales, las características socio-económicas de las comunidades locales y las

amenazas e impactos a la salud ecosistémica. Un estudio realizado por Squeo et al. (2010) confirma la importancia de esta área como parte de un portafolio de conservación nacional que permitiría cumplir con las metas de conservar el 10 % de los ecosistemas naturales de chile.

2.1. Ecosistema Natural

El área del AMCP-MU está inserta dentro del sistema costero de Coquimbo que corresponde a un ecosistema marino costero representativo de la región de transición templada de la Corriente de Humboldt (Thiel et al. 2007, Montecino & Lange 2009). Una de las características peculiares del área, es el sistema insular formado por diferentes islas e islotes como Isla Chañaral, Isla Choros e Isla Damas y los islotes Pájaros 1 y 2, Tilgo, Chungungo y Totoralillo. Este sistema brinda condiciones óptimas para la nidificación de una gran diversidad de aves marinas, muchas de las cuales son endémicas del sistema de surgencia de la Corriente de Humboldt (Hertel et al. 2005, Luna-Jorquera et al. 2012), haciendo además un aporte relevante a la diversidad local y global de aves marinas, ya que aquí se encuentran 33 especies de las 115 que se distribuyen a lo largo de la costas de Chile (Luna-Jorquera et al. 2003, Thiel et al. 2007). En el área encontramos la colonia más grande en el mundo de pingüino de Humboldt *Spheniscus humboldti* (Mattern et al. 2004). Además, el área constituye el hábitat permanente de poblaciones de mamíferos marinos como la nutria de mar (*Lontra felina*), lobo marino (*Otaria flavescens*), delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), y el hábitat estacional de especies migratorias como la foca elefante (*Mirounga leonina*), ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*), ballena de aleta (*Balaenoptera physalus*), Ballena azul (*Balaenoptera musculus*), entre otros (Capella et al. 1999, Pérez et al. 2006, Sepúlveda et al. 2007, Thiel et al. 2007, Luna-Jorquera et al. 2013).

Entre las comunidades bentónicas destacan los bosques de los huiros *Lessonia nigrescens*, *Lessonia trabeculata* y *Macrocystis integrifolia* que albergan una gran diversidad de algas, invertebrados y vertebrados marinos, pero también algunas comunidades extraordinariamente singulares y frágiles como praderas de pasto marino y bosques de gorgónidos (Gaymer et al. 2008).

El área es una las más productivas y de mayores reclutamientos del loco *Concholepas concholepas* de las regiones de Atacama y Coquimbo, lo que se debe fundamentalmente a: 1) la presencia de uno de los dos focos de surgencia que se conocen en la región, y 2) la topografía costera con salientes e islas que generan la llegada y gran retención de larvas de loco (Thiel et al. 2007). Corresponde además, a una de las zonas con mayores tasas de desembarque de pesquerías bentónicas de la región, aportando un ~60 % del desembarque de locos de la región de Coquimbo (Thiel et al. 2007).

El área terrestre de emplazamiento del AMCP-MU corresponde al límite sur del Desierto de Atacama, caracterizado por un clima desértico con abundantes días nublados, un alto contenido de humedad y temperaturas moderadas debido a la influencia del Anticiclón Subtropical del Pacifico Sur y la corriente fría de Humboldt (Juliá et al. 2008). En esta área existe una alta diversidad de plantas vasculares nativas y un gran porcentaje de ellas son endémicas de Chile y se encuentran con problemas de conservación destacando la varilla *Adesmia littoralis*, *Calceolaria picta* y el lucumillo *Myrcianthes coquimbensis*, todas con serios riesgos de extinción (Squeo et al. 2001b, Letelier et al. 2008). De interés especial es la flora terrestre de las islas Chañaral, Damas y Choros, con 58 especies de las cuales 12 tiene su límite norte o sur de distribución en estas islas (Arancio & Jara 2007). En cuanto a fauna terrestre, es importante mencionar los hallazgos y descripción recientes de una especie de coleóptero endémica de la isla Choros (Pizarro-Araya et al. 2012) y un roedor endémico de las dunas de Punta de Choros (Spotorno et al. 2013), siendo consideradas ambas como especies en peligro dado su alto endemismo y bajo número poblacional.

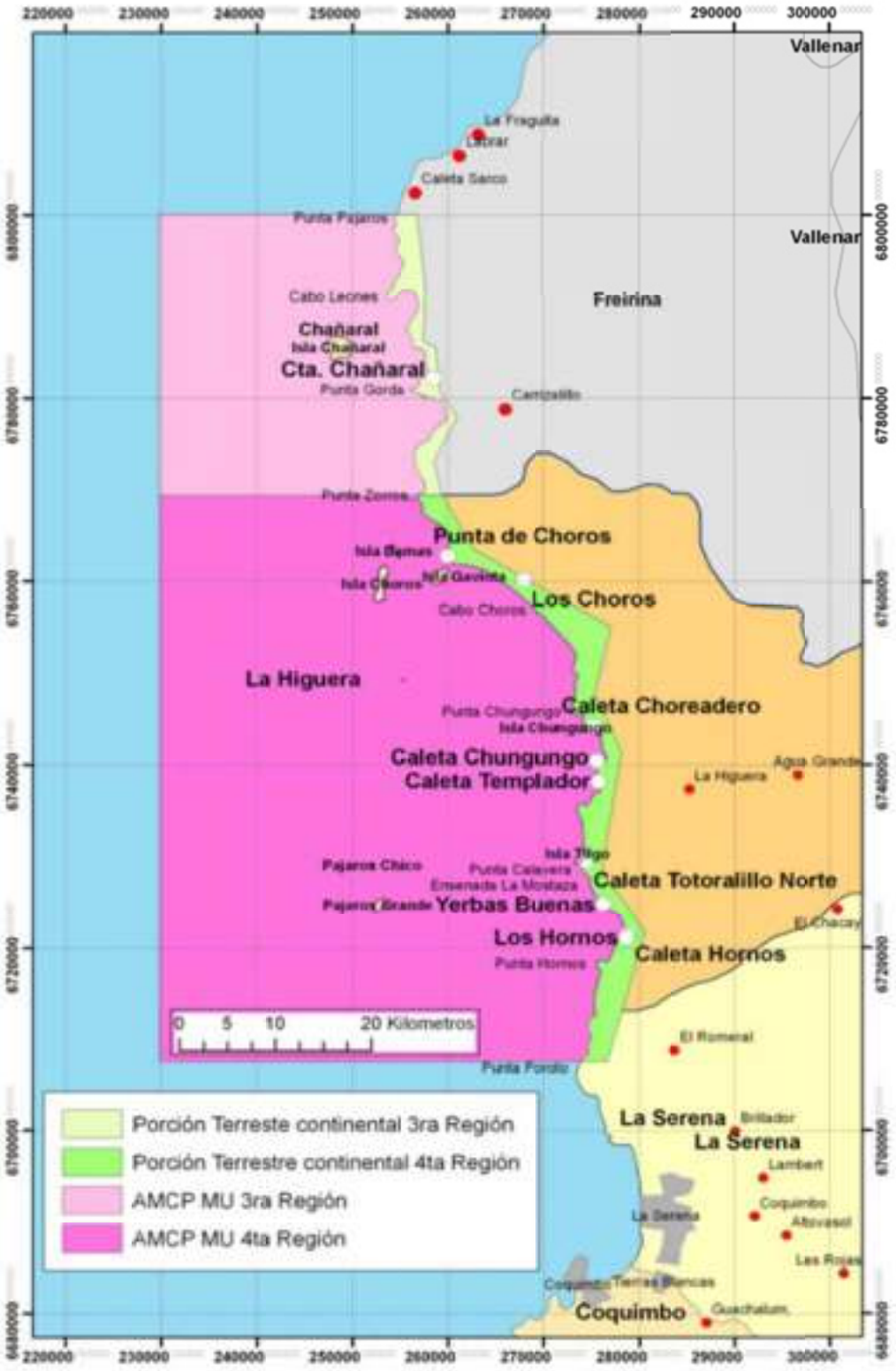


Fig. 1. Mapa del área propuesta por Oceana para la creación del AMCP-MU La Higuera-Isla Chañaral.

2.2. Ecosistema social

Los asentamientos humanos en esta área están limitados a pequeños poblados como Punta de Choros, Caleta Chungungo, Caleta Totoralillo Norte, Caleta Hornos y Caleta Chañaral, todos asociados a comunidades de pescadores artesanales (Fig. 2). Numerosas Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERBs) se encuentran en el sector de Punta de Choros y sus alrededores (Fig. 2), constituyendo la principal fuente de trabajo de las comunidades de pescadores artesanales existentes (González et al. 2006, Aburto et al. 2009). Históricamente la pesca artesanal ha sido la principal fuente de sustento para los habitantes del área, sin embargo en los últimos años, el área ha experimentado un auge turístico y numerosos pescadores (principalmente de Punta de Choros y Chañaral de Aceituno) han incursionado en actividades turísticas utilizando sus botes para el avistamiento de aves y mamíferos marinos, paseos marítimos alrededor de las islas y desembarque en la Isla Damas (Gaymer et al. 2008, Pavez et al. 2011, Cárcamo et al. 2013).

2.3. Conservación, manejo, usos y amenazas en el área

Las características productivas, ecológicas y de biodiversidad del área han propiciado la declaratoria de varias figuras de protección de la biodiversidad y de explotación y manejo de recursos naturales. En el área se han establecidos las reservas Islas Choros-Damas e Isla Chañaral (RMs), ubicadas en las Comunas de La Higuera y Freirina respectivamente (Fig. 2). Estas reservas fueron declaradas el año 2005 dadas su extraordinaria biodiversidad y productividad pesqueras (CONAMA 2008). La RM Islas Choros-Damas comprende el espacio marítimo en torno a la isla Choros (29°17'S; 71°32'W) e isla Damas (29°14'S; 71°31'W) abarcando una superficie total de 2.500 ha. La RM Marina Isla Chañaral comprende el espacio marítimo en torno a la isla Chañaral (29°01'S; 71°35'W) con una

superficie total de 425 ha. Ambas constituyen el 40% de la superficie de AMPs en el centro-norte de Chile y presentan comunidades ecológicas importantes y representativas de la zona de transición del Sistema de la Corriente de Humboldt, la cual presenta un nivel de protección muy bajo (Guarderas et al. 2008). Ambas reservas son administradas por SERNAPESCA y tienen por objeto conservar y proteger los ambientes marinos representativos de los sistemas insulares, asegurando el equilibrio y la continuidad de los procesos bio-ecológicos a través del manejo y uso sustentable de la biodiversidad y el patrimonio natural (Subpesca 2005a, b). Entre las especies objetivo se encuentran algunas de importancia comercial como el loco *C. concholepas*, el erizo *Loxechinus albus* y las lapas *Fisurella latimarginata* y *Fisurrella cumingi*, especies estructuradoras de hábitat como los huiros *L. trabeculata* y *L. nigrescens* y algunas especies emblemáticas como el pingüino de Humboldt *S. humboldti*, el chungungo *L. felina* y el delfín nariz de botella *T. truncatus*.

En su porción terrestre, las islas Damas, Choros y Chañaral constituyen la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt (RNPH) de 859 ha (Fig. 2), decretada el año 1990 y administrada por CONAF. Esta reserva pertenece al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE) y fue creada en 1990, fundamentada principalmente en la alta abundancia de pingüinos de Humboldt y en la presencia de la formación vegetal denominada Desierto Costero de Huasco (CONAMA 2008). Isla Gaviota (182 ha), ubicada entre isla Choros y el continente fue decretada el año 2006 como bien nacional protegido, dependiente del Ministerio de Bienes Nacionales, pero no tiene protección efectiva o plan de manejo.

En la parte terrestre continental, se han definido dos sitios prioritarios para la conservación de la flora nativa con riesgos de extinción: Cerro Juan Soldado en la Región de Coquimbo (Squeo et al. 2001a) y Carrizalillo en la Región de Atacama (Squeo et al. 2008) (Fig. 2).

En el área se encuentran 12 AMERBs que explotan principalmente locos y lapas. Incluso existe una AMERB que es rodeada por la RM Isla Choros-Damas (Fig. 2). Esta AMERB fue solicitada por la

asociación de pescadores de Punta de Choros y otorgada casi simultáneamente con la declaración de la RM. Es importante destacar también, la extracción de algas pardas desde las AMERBs pero también desde Áreas de Libre Acceso (ALA), llevada a cabo principalmente por recolectores de orilla, que si bien no contribuye de manera significativa al desembarque regional (Chávez & Tirado 2008), es la principal fuente de ingresos económicos para familias con alto riesgo social (Vásquez 2008). El área está dentro de la zona de pesca de langostinos (*Cervimunida johni* y *Pleuroncodes monodon*) y camarón nylon (*Heterocarpus reedi*) (Mujica et al. 2011) existiendo autorizaciones (Subsecretaría de Pesca) para perforar la zona reservada para la pesca artesanal.

Respecto a otros usos asociados a la costa, es importante destacar tres proyectos de centrales termoeléctricas a carbón en el área que fueron desistidos en medio de un conflicto social y controversias respecto a su ubicación y compatibilidad con los usos y objetivos de conservación existentes en el área (Cárcamo et al. 2011). En la actualidad, están proyectados varios parques eólicos en la Comuna de Freirina y dos megapuertos (Totoralillo Norte y Chungungo) asociados principalmente a la explotación minera en la Comuna de La Higuera.

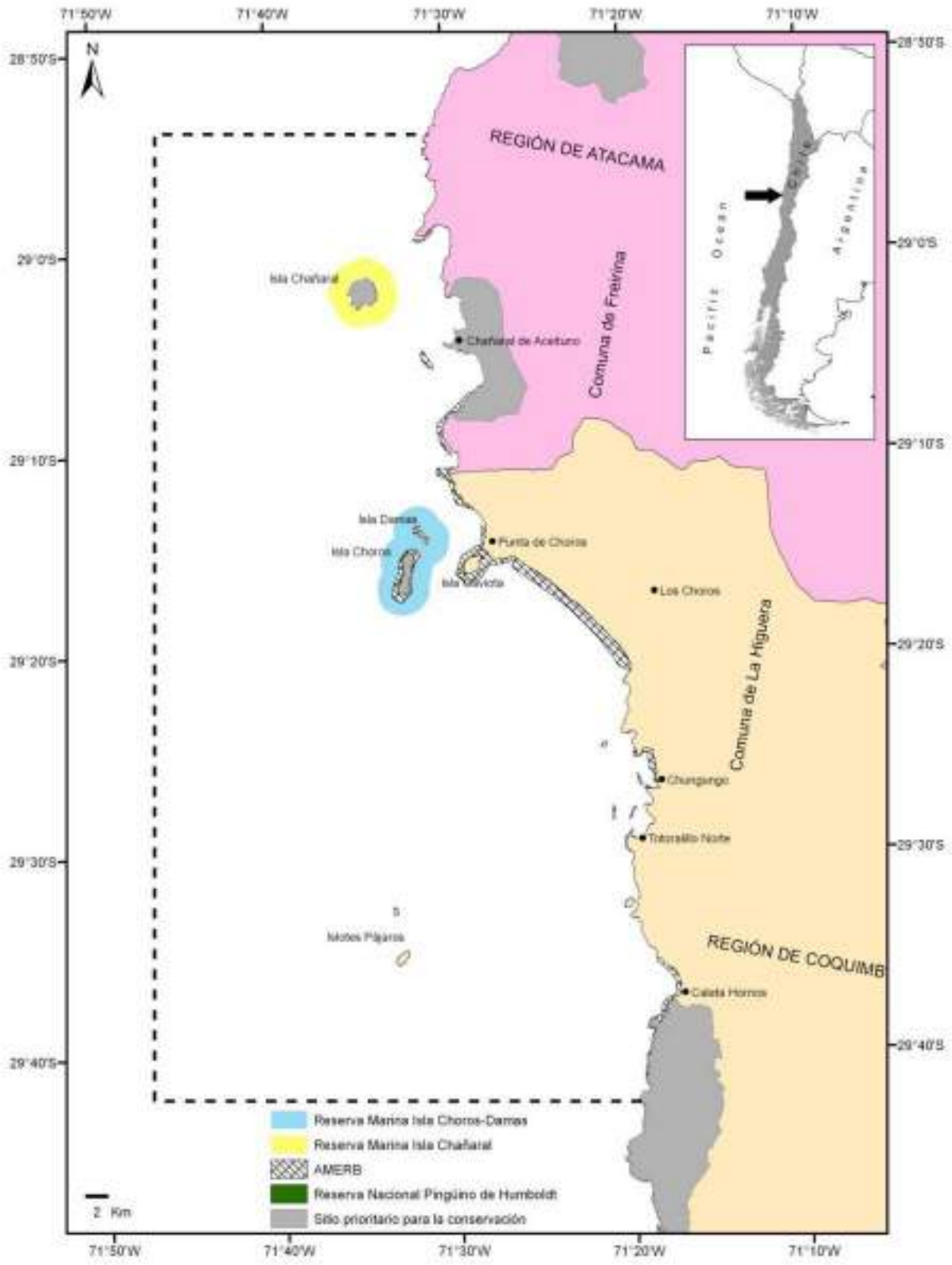


Fig. 2. Poblados, áreas de conservación y manejo existentes en el área del AMCP-MU. Línea punteada indica área propuesta como AMCP-MU.

Folio010936

2.4. Justificación de la investigación

La participación e involucramiento de actores en el establecimiento, planificación e implementación de AMPs en Chile ha sido escasa (Fernández & Castilla 2005, Vega 2011, Jorquera-Jaramillo et al. 2012, Cárcamo et al. 2013). La implementación efectiva del AMCP-MU La Higuera-Isla Chañaral requerirá de un desafío mayor, dada la definición de este tipo de medida que apunta generalmente a conservar la biodiversidad y el patrimonio histórico-cultural, proteger las especies marinas en peligro, reducir conflictos de uso, generar instancias de investigación y educación, y desarrollar actividades comerciales y recreativas de bajo impacto (Badal 2007, Sierralta et al. 2011). La multiplicidad de usos (probablemente) se traducirá en multiplicidad de objetivos, intereses y presiones que deben ser consideradas e integradas en el proceso de planificación. Por otro lado, es poco probable que el establecimiento de AMPs costeras ocurran en lugares prístinos y no afectados por el hombre. En el caso del AMCP-MU La Higuera-Isla Chañaral, su posible establecimiento requerirá fuertemente considerar e integrar los usos, sistemas de manejo y gobernanza existentes. Considerando que en el manejo de recursos naturales más bien manejamos las actividades humanas que afectan a los ecosistemas, que los ecosistemas mismos (McLeod & Leslie 2009), el involucramiento temprano de actores y la incorporación de sus metas y objetivos en la planificación de un AMP es un tema fundamental. Además, la participación efectiva y temprana puede disminuir el rechazo y crear un sentido de propiedad del AMP con beneficios para su funcionamiento (Voyer et al. 2013).

La implementación efectiva del AMCP-MU cobra mayor relevancia en el escenario actual de la conservación marina en Chile, donde existen serios problemas en cuanto a cobertura y representatividad ecológica, estando muy lejos de alcanzar metas cuantitativas comprometidas en acuerdos internacionales como la Convención de Diversidad Biológica y metas AICHI (Squeo et al. 2012).

Folio010937

3. Objetivos de investigación

La presente investigación tuvo como objetivo general: Generar información de y desde los actores de interés ("stakeholders") para asistir un posible proceso de planificación del AMCP-MU La Higuera-Isla Chañaral. Para ello se plantearon los siguientes objetivos específicos:

1. Caracterizar actores de interés claves para la planificación del AMCP-MU.

2. A partir de valoraciones realizadas por actores de interés, identificar bienes y servicios ecosistémicos, características de biodiversidad (y amenazas a su provisión) y usos humanos claves para la planificación y manejo del AMCP-MU.

3. Evaluar AMCP-MU como herramienta para implementar un manejo basado en ecosistemas.

4. Generar recomendaciones para orientar un proceso de implementación del AMCP-MU.

Folio010938

4. Metodología de la investigación

A continuación se describe la metodología utilizada para el cumplimiento de los objetivos específicos. Para los objetivos 1 y 2 se utilizó como instrumento de recolección de información de actores un cuestionario (detallado en la sección 4.2 y 4.3). El cuestionario fue aplicado durante Noviembre del 2011 y Diciembre del 2012. Para determinar la muestra de actores para la aplicación del cuestionario se procedió de la siguiente manera.

4.1. Definición de muestra de actores

El enfoque de identificación de actores claves para el uso, manejo y/o conservación fue a partir de actores individuales que representan a organizaciones o instituciones. Papa tener una aproximación de la gama de actores claves se utilizó un muestro no probabilístico y una aproximación de redes sociales (Prell 2012), para ello a partir de participantes en comités de trabajo y consejos consultivos de medidas de conservación y manejo existentes en el área del AMCP-MU se construyó una lista inicial de informantes. A cada informante se le solicitó dar nombres de actores que ellos consideraban claves, de esta forma, se llegó a una lista inicial de 20 actores a los cuales inicialmente se les aplicó un cuestionario que más adelante se describe. Para identificar nuevos actores, en el desarrollo del cuestionario se solicitó a los actores identificar otros actores relevantes. De esta forma, se validó la muestra inicial y en un proceso iterativo se agregaron nuevos actores (Ritchie et al. 2003). Como criterio para que los actores nuevos sean incorporados a la muestra final de actores claves a los que se aplicó el cuestionario, se utilizó el ser nombrado por al menos otros dos actores. Los actores de la muestra final fueron categorizados de acuerdo a: tipo de organización, nivel

administrativo donde operan, y pertenencia a comités o consejos público-privados asociados al manejo o conservación de recursos naturales.

4.2. Caracterización de actores claves para la planificación del AMCP-MU.

En esta sección del cuestionario se caracterizaron los actores a través de tres dimensiones: auto-percepción de importancia en procesos de toma de decisión sobre recursos naturales, actores en redes sociales inter-organizacionales y percepción de actores claves para la planificación del AMCP-MU. **En la primera dimensión**, usando declaraciones con escalas tipo Likert de 5 puntos (desde nada importante a extremadamente importante) se solicitó a cada actor auto-evaluar la participación su organización/institución en la toma de decisiones sobre recursos naturales bajo dos escenarios: en el escenario actual y en el escenario hipotético de implementación del AMCP-MU. **En la segunda dimensión**, se solicitó a los actores indicar con que organizaciones/instituciones mantienen relaciones de colaboración (redes de colaboración) y relaciones de intercambio de información y conocimiento científico (redes de conocimiento) respecto a uso y manejo de recursos naturales. Para cada relación nombrada, se solicitó evaluar su importancia en una escala 7 puntos (desde muy baja a muy alta), y determinar la frecuencia de las relaciones (¿cuántas veces por año?). **En la tercera dimensión**, a cada actor se le solicitó indicar cuáles actores ellos consideraban como claves de participar en el proceso de planificación e implementación del AMCP-MU, y evaluar su influencia y capacidad para participar en estas actividades en una escala de 5 puntos (desde nada a extremadamente influyente/capacitado). Influencia fue definida como el poder de un actor para facilitar o dificultar los procesos de planificación e implementación. Capacidad fue considerada como una medida de los recursos disponibles (e.g. humanos, logísticos, financieros) para realizar la planificación e implementación.

4.2.1. Análisis de datos de actores

Datos ordinales de auto-percepción con respecto a la participación en la toma de decisiones fueron tabulados para mostrar el porcentaje de respuestas para el escenario actual y el escenario hipotético y en cada grupo o categoría de actores de interés. La prueba de Wilcoxon para muestras dependientes se realizó para comparar los dos escenarios. Diferencias entre grupos de actores fueron analizadas con la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (Zar 1996).

Datos de redes sociales fueron analizados mediante análisis de redes sociales enfocado hacia el nivel individual de actores en redes completas, nivel de subgrupos y nivel de red completa (Prell 2012). Análisis y gráficos fueron realizados con los softwares UCINET 6.0 (Borgatti et al. 2002) y NETDRAW 2.0 (Borgatti 2002). Para evaluar las redes de colaboración e intercambio de conocimiento las siguientes mediciones de redes completas fueron realizadas: i) densidad, que indica la proporción de relaciones existentes respecto del total posible en la red, ii) grado de centralización, que indica en qué grado un actor mantiene todas las relaciones en la red, y iii) centralización de intermediación, que indica la variación en el número de veces que los actores yacen en el camino entre otros actores ((Hanneman & Riddle 2005, Prell 2012).

Para poner a prueba el grado de asociación entre las relaciones de colaboración y las relaciones de intercambio de conocimiento se utilizó una Procedimiento de Asignación Cuadrática (QAP) (Hanneman & Riddle 2005). El mismo procedimiento se utilizó en ambas redes para evaluar si el nivel de importancia se asocia positivamente con la frecuencia de las relaciones.

Utilizando el tipo de organización y el nivel administrativo en que operan los actores como atributos de agrupación, se calculó el índice E-I que se calcula a partir del número de relaciones que los actores de un grupo mantienen con actores de otros grupos, la resta del número de relaciones con otros miembros del grupo, y la división por el número total de relaciones. Este índice va de -1 (todos las

relaciones son internas al grupo) a +1 (todos las relaciones son externas al grupo) (Hanneman & Riddle 2005). Con una prueba de permutación de 5000 iteraciones se evaluó si el valor del índice observado fue significativamente más alto o más bajo de lo esperado.

Para identificar actores individuales potencialmente más estratégicos e influyentes, se calculó la centralidad de intermediación y puntajes de intermediarios para cada actor. La centralidad de intermediación mide el control potencial que un actor tiene sobre el flujo de información en la red (Hanneman & Riddle 2005, Prell 2012). Los puntajes de intermediarios (brokerage scores) se pueden utilizar como una medida de capital social puente (Vance-Borland & Holley 2011). Para calcular los puntajes se aplicó un análisis para intermediarios de acuerdo con Gould y Fernández (1989) centrado en roles de intermediarios entre grupos (Función de roles de intermediarios, UCINET G&F) y usando el nivel administrativo de operación como atributo de agrupación. Este procedimiento permite, para cada actor, encontrar el número de veces que dos actores que pertenecen a diferentes niveles administrativos están conectados.

Datos de influencia y capacidad de actores fueron analizados calculando su frecuencia relativa y puntuación asignada. Para categorizar actores e identificar actores claves se construyó una matriz de influencia-capacidad utilizando la puntuación media alcanzada por cada grupo de actores. Esta matriz fue utilizada como una alternativa de la matriz interés-influencia de actores (Reed et al. 2009).

4.3. Identificación de servicios ecosistémicos, características de biodiversidad y amenazas a su provisión, y usos humanos claves para la planificación y manejo del AMCP-MU.

En esta sección del cuestionario se investigó la valoración de bienes y servicios ecosistémicos, biodiversidad, usos, y amenazas. Para ello cuatro dimensiones fueron abordadas.

Primero, a partir de una lista de bienes y servicios ecosistémicos (Tabla 1) previamente identificados para el área del AMCP-MU[1], se solicitó a cada actor encuestado identificar la existencia de estos servicios en el área y evaluarlos con una escala de 5 puntos, según su nivel de presencia (desde nada presente a altamente presente) e importancia que le asignan (desde nada importante a extremadamente importante). Luego, se solicitó nombrar cinco servicios que cada actor priorizaría para asegurar o mantener su provisión.

Segundo, se solicitó nombrar cinco características de la biodiversidad que cada actor priorizaría para enfocar esfuerzos de conservación.

Tercero, se solicitó nombrar cinco usos o actividades (actuales o potenciales) que cada actor consideran son las más importantes de priorizar en un escenario de implementación del AMCP-MU.

Y cuarto, a partir de una lista de actividades humanas y eventos naturales, se solicitó evaluarlos según el nivel de amenaza (escala de intensidad de 7 puntos, desde muy baja a muy alta) que representan para la provisión de servicios ecosistémicos y la conservación de la biodiversidad en el área.

[1] Basado en bienes y servicios identificados en el área por Vásquez et al. (2010), y complementada y validada por cinco informantes claves (3 académicos, 1 dirigente de pescadores y 1 representante agencia de gobierno).

Tabla 1. Principales Bienes y servicios ecosistémicos identificados en el área de estudio. Categorización basada en de Groot et al. (2002) y Beaumont et al. (2007).

Bien/servicio ecosistémico	Descripción	Categoría
Hábitat para especies carismáticas	Área donde especies como el delfín nariz de botella, pingüino de Humboldt, chungungo y lobo marino, viven, se alimentan y crían	Soporte
Hábitat para especies migratorias	Área de alimentación y tránsito de especies migratorias como ballenas y aves marinas	Soporte
Bosques de macroalgas	Bosques de macroalgas pardas que proporcionan la estructura física para el desarrollo de comunidades submareales que incluyen especies de importancia comercial	Soporte
Áreas de desove y crianza	Áreas donde altas densidades de larvas y reclutamiento de especies de importancia comercial ocurren	Soporte
Caladeros de pesca	Área altamente productiva con gran abundancia de peces y mariscos	Aprovisionamiento
Peces y mariscos (alimento)	Peces y mariscos son consumidos como alimento por comunidades humanas locales	Aprovisionamiento
Acuicultura	Área con buenas condiciones para el desarrollo de acuicultura	Aprovisionamiento
Educación ambiental	Área que ofrece buenas condiciones para el desarrollo de actividades y/o programas de educación ambiental	Cultural
Avistamiento de flora y fauna	Área con aptitudes para el avistamiento permanente y estacional de flora y fauna	Cultural
Investigación	Área de gran interés para el desarrollo de diversas iniciativas de investigación científica	Cultural
Turismo	Área con aptitudes para el desarrollo de actividades de turismo como camping, cabañas, gastronomía, caminatas, paseos en bote, usos recreacional de playas, entre otros	Cultural
Áreas de buceo	Área con aptitudes para el desarrollo de buceo recreacional	Cultural
Valor paisajístico	Área de gran valor paisajístico para el desarrollo residencial costero	Cultural

4.3.1. Análisis de datos de valoración y priorización

Percepciones respecto a presencia e importancia de servicios ecosistémicos, e importancia de las amenazas fueron evaluadas considerando categoría o tipo del actor (i.e., 8 grupos de actores) y tipo de usuario (i.e., usuario directo o indirecto de recursos) como factores. Diferencias estadísticas entre grupos de actores fueron evaluadas con la prueba no paramétrica de Kruskal–Wallis seguida de la prueba de Dunn. Diferencias entre tipos de usuarios fueron evaluadas con la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney (Zar 1996).

Para investigar cómo las priorización de servicios ecosistémicos, características de biodiversidad y usos varió entre grupos de actores y tipos de usuario, un análisis multivariado no paramétrico utilizando el programa estadístico PRIMER 6.0 (Clarke & Warwick 2001).

A partir de datos de presencia/ausencia, se construyeron matrices de similitud de servicios ecosistémicos, características de biodiversidad y usos utilizando el coeficiente de similitud de Bray-Curtis (Bray & Curtis 1957). Se utilizó un análisis de similitud de una vía de permutación aleatoria (ANOSIM) para investigar si existían diferencias significativas entre los diferentes grupos definidos por factores (Clarke & Warwick 2001). Gráficos de ordenación fueron creados utilizando escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) para permitir la comparación visual de relaciones de similitud entre las respuestas de los actores. Posteriormente, se utilizó una rutina de porcentajes de similitud (SIMPER) para identificar las variables que más contribuyeron a las diferencias existentes entre los grupos definidos por factores.

Folio010945

4.4. Evaluación AMCP-MU como herramienta para un manejo basado en ecosistemas.

A partir de revisiones recientes sobre planificación y manejo de recursos naturales marinos y/o costeros (Andrade et al. 2008, Sierralta et al. 2011), se evaluaron diferentes instrumentos disponibles y definidos en la legislación chilena. Metas, objetivos, experiencias de planificación e implementación para cada instrumento fueron revisadas y contrastadas con los principios y criterios que caracterizan al manejo basado en ecosistemas (MBE). Una selección de elementos y categorías que se consideran característicos del MBE fueron obtenidos de literatura científica relevante y relacionada con planificación y manejo marina y costera (Christensen et al. 1996, Shepperd 2004, Arkema et al. 2006, McLeod & Leslie 2009, Kidd et al. 2011). Para cada instrumento, se asignó un valor cualitativo (bajo, medio, alto) de acuerdo a la presencia de cada elemento característico del MBE. Un valor bajo fue asignado cuando el elemento no era clara o explícito en el instrumento; un valor medio, cuando el elemento era explícito; y un valor alto, cuando el elemento fue explícito y existe evidencia de su implementación.

4.5. Recomendaciones para la implementación del AMCP-MU.

A partir de los resultados de los objetivos previos, la consideración de las características ecológicas, socio-económicas y de gobernanza del área del AMCP-MU, y apoyado en una revisión de literatura mundial actualizada sobre manejo y planificación marino costero, se describen elementos y consideraciones claves para orientar el proceso de planificación e implementación del AMCP-MU bajo un enfoque de MBE.

Folio010946

5. Resultados

Parte de los resultados de este informe están basados en resultados obtenidos por el autor en el desarrollo de su proyecto de tesis doctoral y publicaciones asociadas[2].

5.1. Caracterización de actores claves para la planificación del AMCP-MU.

5.1.1. Identificación de actores de interés

Un total de 44 actores fueron identificados como relevantes en el uso, manejo o conservación de recursos naturales en el área del AMCP-MU. De los 44 actores, 42 completaron el cuestionario (Tabla 2, Anexo 1).

5.1.2. Participación de actores en toma de decisiones

Diferencias estadísticamente significativas fueron encontradas al comparar la auto-percepción de los actores sobre su importancia en la toma de decisiones en el escenario actual y en el hipotético de implementación del AMCP-MU (Prueba de Wilcoxon, $Z= 3.2$, $P < 0.01$). En el escenario actual, 88 % de los actores consideró que la participación de su organización/institución es moderada, muy o extremadamente importante. En el escenario de implementación del AMCP-MU este porcentaje aumentó al 95 %. Un 90 % considera que su participación se mantendría o aumentaría en términos de importancia en el escenario de implementación del AMCP-MU. Para

[2] Cárcamo, P.F. (en revisión) Hacia un manejo basado en ecosistemas para las costas chilenas: Desarrollo de una estrategia para una potencial área marina costera protegida de múltiples usos. Tesis entregada como un requisito para obtener el título de Doctor en Biología y Ecología Aplicada en la Facultad de Ciencias del Mar. Universidad Católica del Norte.

ambos escenarios, no se encontraron diferencias entre tipos de organización o actores (Fig. 3) y entre los diferentes niveles administrativos de operación (Prueba de Kruskal-Wallis, $P > 0.01$). Cuando se analiza la pertenencia a comités público-privado como factor de agrupamiento de actores, en el escenario actual, la participación de los actores involucrados en comités fue mayor que los actores no involucrados (Prueba de Kruskal-Wallis, $H= 10.7$, $P < 0.01$). Sin embargo, en el escenario de implementación de AMCP-MU, no se encontraron diferencias estadísticas entre ambos grupos (Prueba de Kruskal-Wallis test, $H= 2.25$, $P > 0.01$).

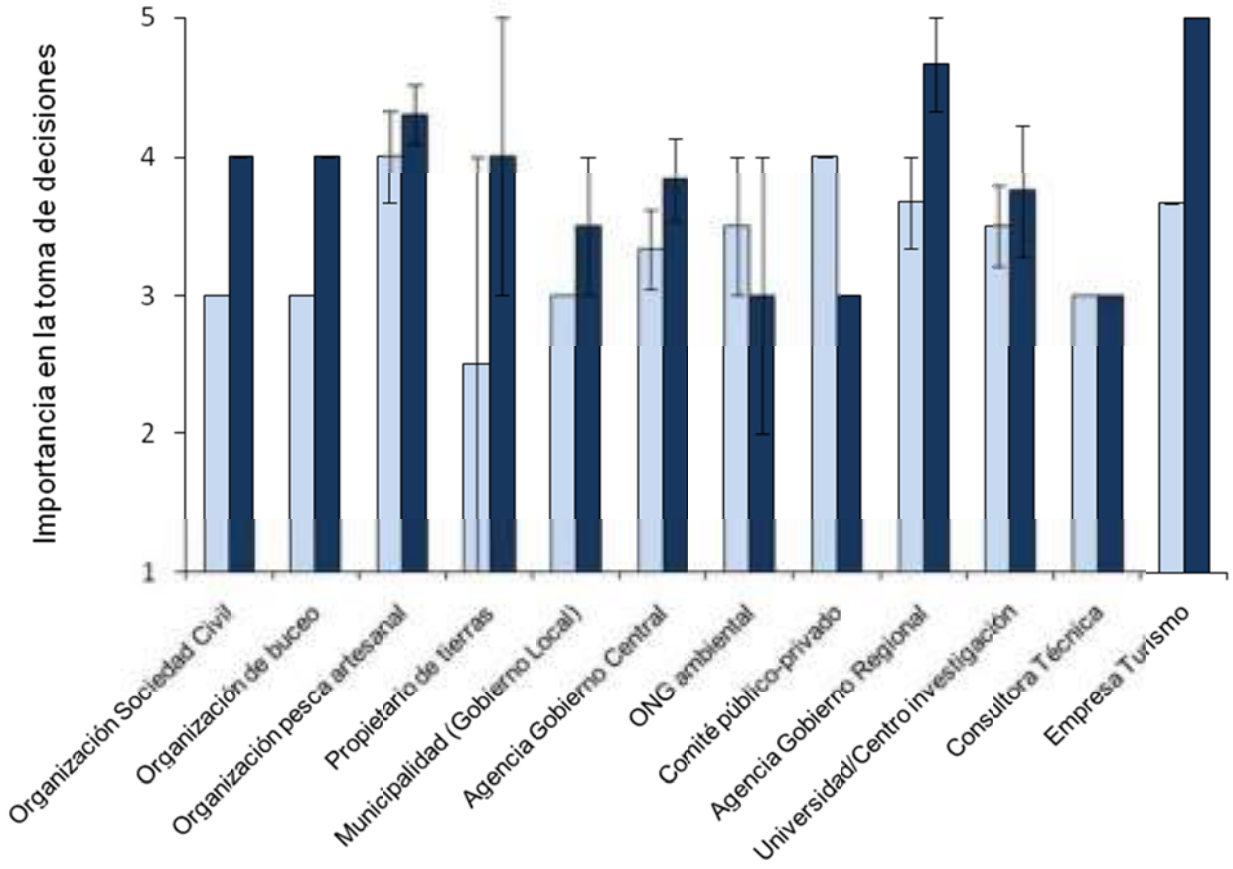


Fig. 3. Percepción de actores respecto a la importancia de su participación en procesos de toma de decisión de manejo de recursos naturales en el área del AMCP-MU. Valores corresponden a promedio ± error estándar en escala de 5 puntos (variando desde 1, nada importante, a 5, extremadamente importante), por grupo de actores o tipo de organización. Barras celestes indican escenario actual y barras azules indican escenario hipotético de implementación del AMCP-MU.

Folio010948

5.1.3. Redes de colaboración y conocimiento

En la red de colaboración se identificaron 83 actores y en la de conocimiento 62 actores. Agencias del gobierno central, organizaciones de pescadores artesanales y ONGs ambientales fueron las más representadas (Tabla 2). El número de vínculos o relaciones fue mayor para la red de colaboración que para la de conocimiento. La coincidencia de actores en ambas redes fue del 92 %. La densidad de red y grado de centralización de entrada fue similar en ambas redes (Tabla 3). El grado de centralización de salida y la centralización de intermediación fueron mayores en la red de conocimiento (Tabla 3), indicando que el flujo de información y conocimiento está más centralizado o concentrado en pocos actores en esta red que en la de colaboración.

La correlación según el Procedimiento de Asignación Cuadrática (QAP) fue significativa entre ambas redes (Correlación de Pearson, r= 0.522, P= 0.000), indicando una relación positiva entre las matrices de ambas redes, lo que sugiere que la existencia de relaciones de colaboración entre dos actores aumenta la probabilidad del intercambio de conocimiento entre ellos. También se encontró una fuerte correlación entre el nivel de importancia asignado a las relaciones entre actores y su frecuencia anual (r= 0.973, P= 0.000 en la red de colaboración; r= 0.968, P= 0.000 en la red de conocimiento), indicando que la valoración de la importancia de relaciones entre dos actores fue positivamente asociada con la frecuencia de éstas.

Resultados del cálculo del índice E-I son mostrados en la Tabla 4. Cuando los actores fueron agrupados por tipo de organización, ambas redes presentaron valores observados similares (0.665 y 0.693, respectivamente), indicando que la proporción de relaciones externas (i.e., entre grupos) fue mayor que la proporción de relaciones internas (i.e., dentro de grupos). Sin embargo, los valores observados no fueron estadísticamente diferentes de los valores esperados (P= 0.031 y 0.103, respectivamente).

Folio010949

Tabla 2. Actores encuestados, actores nombrados en redes sociales, y actores claves para la planificación e implementación del AMCP-MU. Categorización de actores fue realizada de acuerdo al tipo de organización, nivel administrativo en el que operan, y pertenencia del actor a un comité público-privado asociado al manejo o conservación. Para la planificación del AMCP-MU, actores fueron nombrados de manera general, sin especificar una organización particular o nivel administrativo de operación.

	Abreviación	Encues-tados	Red Colaboración	Red Conoci-miento	Planificación AMCP-MU
Tipo de organización					
Organización Sociedad Civil	OSC	1	3	1	2
Organización de buceo	BUC	1	1	1	1
Escuela básica	EDUC	-	1	1	-
Organización Pesca Artesanal	OPA	10	13	13	1
Propietario de tierras	PROP	2	2	2	1
Municipalidad (Gobierno Local)	MUN	2	2	2	1
Agencia financiamiento	FIN	-	8	2	1
Agencia Gobierno Central	NAC	12	22	13	11
ONG ambiental	ONG	2	9	7	2
Policía	POL	-	1	-	1
Comité público-privado	CPP	1	4	4	2
Agencia Gobierno Regional	REG	3	4	4	3
Universidad/Centro investigación	INV	4	6	7	2
Consultora Técnica	TEC	1	3	1	1
Empresa turismo	TUR	3	4	3	1
Organización Pesca Industrial	OPI	-	-	1	1
Nivel administrativo operación					
Región de Atacama		9	18	12	
Región de Coquimbo		28	46	38	
Nacional/bi-regional		5	19	12	
Comité Público-Privado					
Si		18	19	19	
No		24	64	43	
Total		42	83	62	31

Tabla 3. Medidas de cohesión de redes totales.

Medida	Red de colaboración	Red de conocimiento
Tamaño de red	83	62
Número de vínculos (relaciones)	410	207
Densidad (%)	6	5.5
Grado de centralización de entrada (%)	21.32	18.06
Grado de centralización de salida (%)	23.82	31.61
Centralización de intermediación (%)	6.80	12.60

Table 4. Índice E-I para redes totales, utilizando tipo de organización y nivel administrativo de operación como atributos de agrupación de actores.

	Valores observados			Valor esperado	
	Interno	Externo	Índice E-I	Índice E-I	P ≤ Observada
Red de colaboración					
Tipo de organización	0.168	0.832	0.665	0.757	0.031
Nivel administrativo operación	0.653	0.347	-0.305	0.201	0.000
Red de conocimiento					
Tipo de organización	0.153	0.847	0.693	0.773	0.103
Nivel administrativo operación	0.642	0.358	-0.284	0.139	0.000

Cuando los actores fueron agrupados por el nivel administrativo en el que operan, nuevamente ambas redes mostraron valores observados similares (-0.305 y -0,284, respectivamente), indicando que la proporción de relaciones internas fue mayor que la proporción de relaciones externas. Valores observados fueron significativamente diferentes de los valores esperados ($P \leq 0.000$ en ambas redes), indicando una fuerte cohesión intragrupal (e.g., entre los actores dentro de la Región de Atacama o Coquimbo).

Actores con los más altos valores de centralidad de intermediación son mostrados en la Tabla 5. En la red de colaboración, los mayores puntajes (i.e., actores que más veces yacen entre otros dos actores que a su vez no están conectados o no se relacionan) fueron alcanzados por las oficinas regionales de SERNAPESCA, CONAF y dos Organizaciones de Pescadores Artesanales (una de la Comuna de La Higuera y otra de la Comuna de Freirina). Más abajo encontramos al Consejo Zonal de Pesca que opera en ambas regiones, una Empresa de Turismo que opera en la Comuna de La Higuera, una Federación de organizaciones de pescadores artesanales y una Universidad de la Región de Coquimbo (Fig. 4).

A diferencia de la red de colaboración, en la red de conocimiento los actores con valores más altos de centralidad de intermediación correspondieron al SERNAPESCA (oficina regional Coquimbo), una Consultora Técnica Privada asociada al funcionamiento de las áreas de manejo, el Instituto de Fomento Pesquero y una Universidad de la Región de Coquimbo con énfasis en investigación marina (Tabla 5, Fig. 5). Más abajo encontramos a CONAF (oficina regional Coquimbo), SERNAPESCA (oficina regional Atacama), y otra Universidad de la Región de Coquimbo pero con énfasis en investigación de ecosistemas terrestres. En la parte baja de la tabla, se encuentra una ONG ambiental que opera principalmente en la Comuna de La Higuera, Secretaría Regional del Ministerio del Medio Ambiente (oficina regional Coquimbo) y una Organización de Pescadores Artesanales de la Comuna de La Higuera. Ambas redes, coincidieron

solo en un 50 % cuando se comparan los actores con mejores puntajes de centralidad de intermediación.

Los actores con los más altos puntajes de intermediarios, utilizando el nivel administrativo de operación como factor de agrupación, son mostrados en la Tabla 6.

En la red de colaboración, los más altos puntajes (i.e., actores que más veces conectan a dos actores que operan en diferentes niveles administrativos) coincidieron en un 60 % con los actores que lograron los valores más altos de centralidad de intermediación (Tabla 5). El Consejo Zonal de Pesca alcanzó el mayor puntaje de intermediario. Comparando con los diez mayores puntajes de centralidad de intermediación, en este análisis aparecen el Instituto de Fomento Pesquero, una Consultora Técnica Privada y una ONG ambiental internacional, y no aparece el SERNAPESCA (oficina regional Coquimbo).

En la red de conocimiento, solo seis actores lograron puntajes de intermediarios, una Consultora Técnica Privada, tres Universidades o Centros de Investigación, una Organización de Pescadores Artesanales de la Comuna de Freirina y CONAF (oficina regional Atacama).

En ambas redes, los actores que alcanzaron los puntajes más altos de intermediarios (i.e., actores puente) no fueron Agencias del Gobierno Central (Tabla 6).

Tabla 5. Puntajes de centralidad de intermediación a nivel de actor. Lista de los 10 actores con mayores puntajes. En las columnas Organización/Institución, números romanos indican el nivel administrativo de operación, correspondiendo III a la Región de Atacama y IV a la Región de Coquimbo. Números arábigos indican un tipo específico de organización/institución.

ID	Organización/Institución	Red de Colaboración	ID	Organización/Institución	Red de Conocimiento
NAC_IV2	SERNAPESCA IV	7.611	NAC_IV2	SERNAPESCA IV	13.860
NAC_III2	SERNAPESCA III	6.146	TEC_1	Consultora Técnica 1	13.777
OPA_4	Organización Pesca Artesanal 4	5.585	INV_1	Instituto de Fomento Pesquero	9.102
NAC_IV3	CONAF IV	5.350	INV_5	Universidad Regional 5	6.775
OPA_1	Organización Pesca Artesanal 1	5.118	NAC_IV3	CONAF IV	5.918
NAC_III_3	CONAF III	4.527	NAC_III2	SERNAPESCA III	5.847
REG_III_IV	Consejo Zonal de Pesca	4.367	INV_3	Universidad Regional 3	4.977
TUR_IV3	Empresa Turismo IV	3.558	ONG_1	ONG Regional 1	4.035
OPA_10	Federación Pesca Artesanal 10	2.761	NAC_IV1	SEREMI Medio Ambiente IV	4.007
INV_5	Universidad Regional 5	2.495	OPA_4	Organización Pesca Artesanal 4	3.806

Folio010954

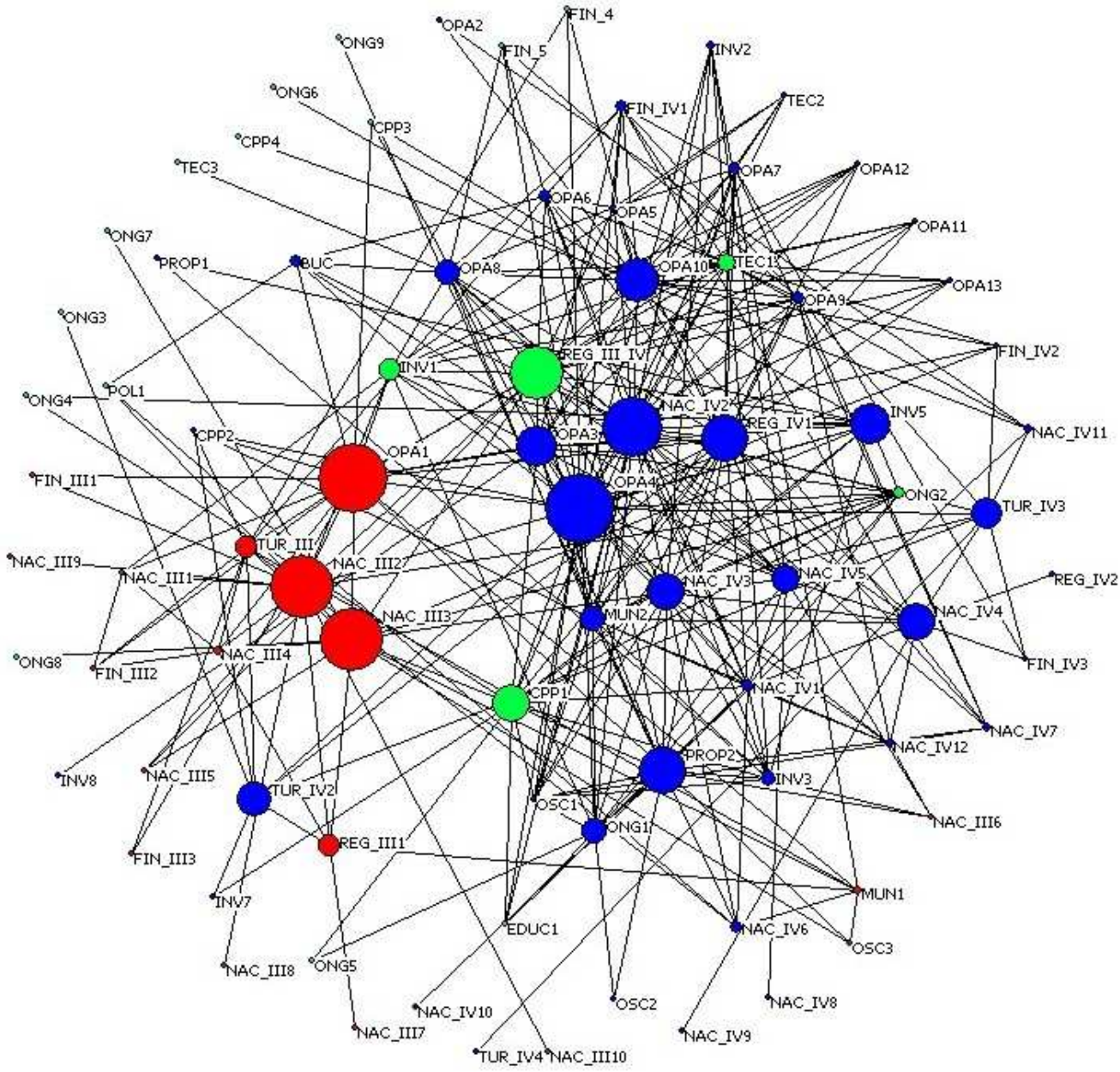


Fig. 4. Red de colaboración representando relaciones de colaboración en términos de manejo de recursos naturales entre actores. Gráfico de redes basado en escalamiento multidimensional (MDS), relaciones son representadas por líneas (no se consideran la direccionalidad de la relación), colores en nodos corresponden a diferentes niveles administrativos de operación (rojo: Región de Atacama, azul: Región de Coquimbo, y verde: Nacional/bi-regional), tamaño del nodo se correlaciona positivamente con el valor de centralidad de intermediación de cada actor. Ver Tabla 2 y Anexo 1 para detalle de nombres de cada nodo/actor. Un mismo número arábigo y número romano diferente indica la misma institución pero en regiones administrativas diferentes.

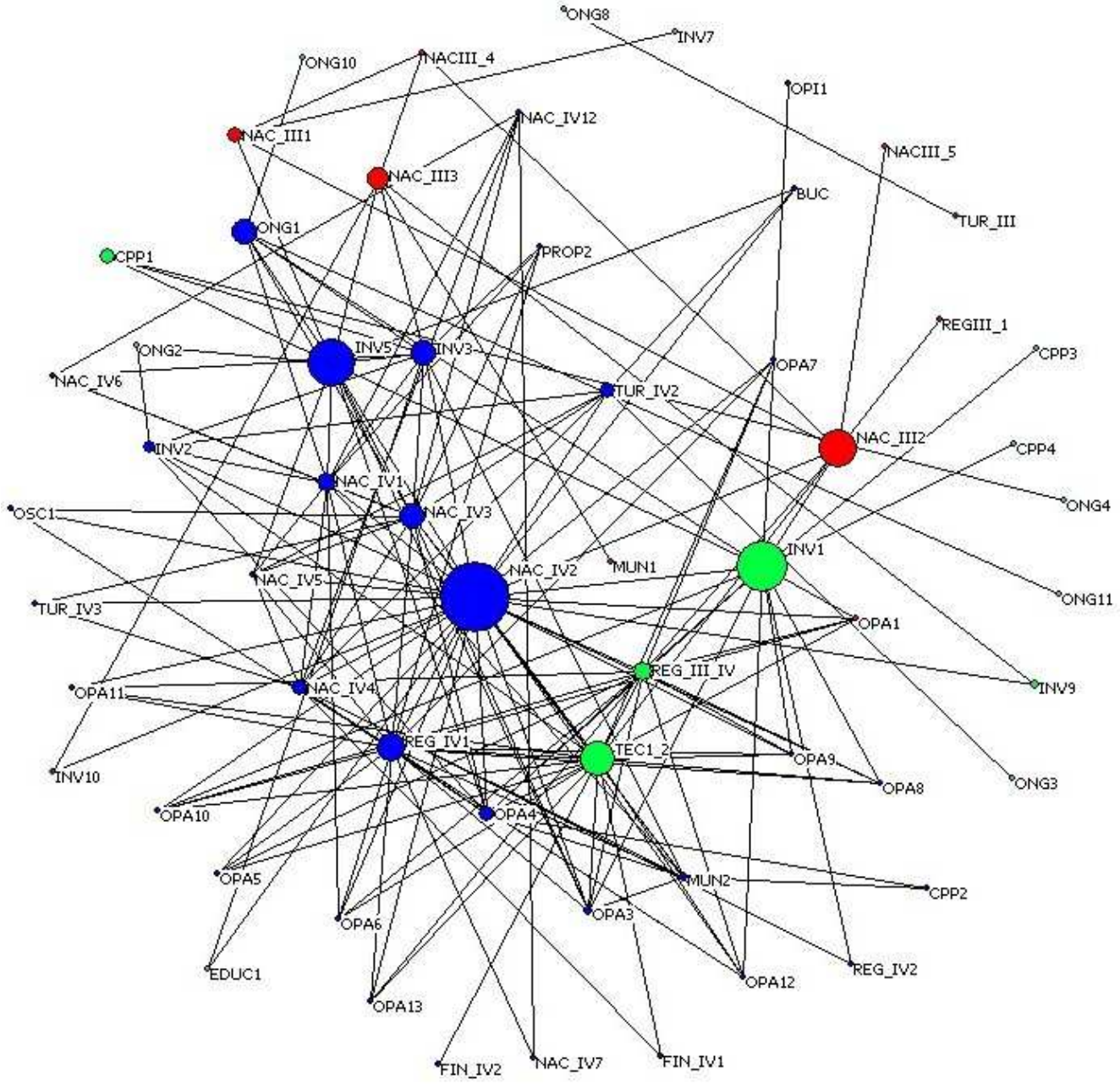


Fig. 5. Red de conocimiento representando relaciones de intercambio y/o transferencia de información y conocimiento científico para el de manejo de recursos naturales entre actores. Gráfico de redes basado en escalamiento multidimensional (MDS), relaciones son representadas por líneas (no se consideran la direccionalidad de la relación), colores en nodos corresponden a diferentes niveles administrativos de operación (rojo: Región de Atacama, azul: Región de Coquimbo, y verde: Nacional/bi-regional), tamaño del nodo se correlaciona positivamente con el valor de centralidad de intermediación de cada actor. Ver Tabla 2 y Anexo 1 para detalle de nombres de cada nodo/actor. Un mismo número arábigo y número romano diferente indica la misma institución pero en regiones administrativas diferentes.

Folio010956

Tabla 6. Puntajes de intermediarios a nivel de actor, utilizando el nivel administrativo de operación como factor de agrupación de actores. Lista de los 10 actores con los mayores puntajes. En las columnas Organización/Institución, números romanos indican el nivel administrativo de operación, correspondiendo III a la Región de Atacama y IV a la Región de Coquimbo. Números arábigos indican un tipo específico de organización/institución.

ID	Organización/Institución	Red de Colaboración	ID	Organización/Institución	Red de Conocimiento
REG_III_IV	Consejo Zonal de Pesca	43	TEC_1	Consultora Técnica 1	32
INV_1	Instituto de Fomento Pesquero	24	INV_1	Instituto de Fomento Pesquero	22
TEC_1	Consultora Técnica 1	16	OPA_1	Organización Pesca Artesanal 1	4
OPA_1	Organización Pesca Artesanal 1	12	INV_3	Universidad Regional 3	2
INV_5	Universidad Regional 5	9	INV_5	Universidad Regional 5	2
ONG_2	ONG Internacional 2	6	NAC_III3	CONAF III	1
OPA_4	Organización Pesca Artesanal 4	5			
NAC_III2	SERNAPESCA III	5			
NAC_III3	CONAF III	4			
CPP_1	Consejo Consultivo RNPH	3			

Folio010957

5.1.4. Influencia y capacidad de actores para implementación del AMCP-MU

Treinta y un actores fueron indicados como claves para participar en la planificación e implementación del AMCP-MU, siendo los más frecuentemente nombrados, actores que pertenecen a Agencias del Gobierno Central (Tabla 2, Fig. 6). Organizaciones de pescadores artesanales y SERNAPESCA fueron mencionados por el 86 % de los encuestados. Entre 50 y 60 % de los encuestados nombraron 3 Agencias del Gobierno Central (DIRECTEMAR, Ministerio del Medio Ambiente y CONAF), los Gobiernos Regionales, Municipalidades y Universidades. Al ubicar los actores nombrados en la matriz según el puntaje promedio de capacidad e influencia obtenidos, e incorporando el número de veces que un actor fue nombrado por otros (como tercer puntaje), los actores nombrados anteriormente fueron los más relevantes en términos de influencia en el área y capacidad para realizar la planificación e implementación del AMCP-MU (Fig. 7). La única excepción corresponde a las Municipalidades que obtienen un bajo puntaje en capacidad. Del total de actores nombrados para participar en la planificación e implementación del AMCP-MU, un 65 % alcanzó altos puntajes de influencia y capacidad (Fig. 7).

5.1.5. Comparación de actores seleccionados por diferentes análisis

Al comparar los 10 actores más veces nombrados como claves para la implementación del AMCP-MU y los 10 actores con mejor centralidad de intermediación, la coincidencia fue mayor con la red de colaboración que con la de conocimiento (60 y 50 %, respectivamente, Tabla 5, Fig. 7). Municipalidades, Gobiernos Regionales, Organizaciones de la Sociedad Civil y DIRECTEMAR, frecuentemente nombrados para la implementación del AMCP-MU, no aparecieron entre los más altos puntajes de intermediarios y de centralidad de intermediación.

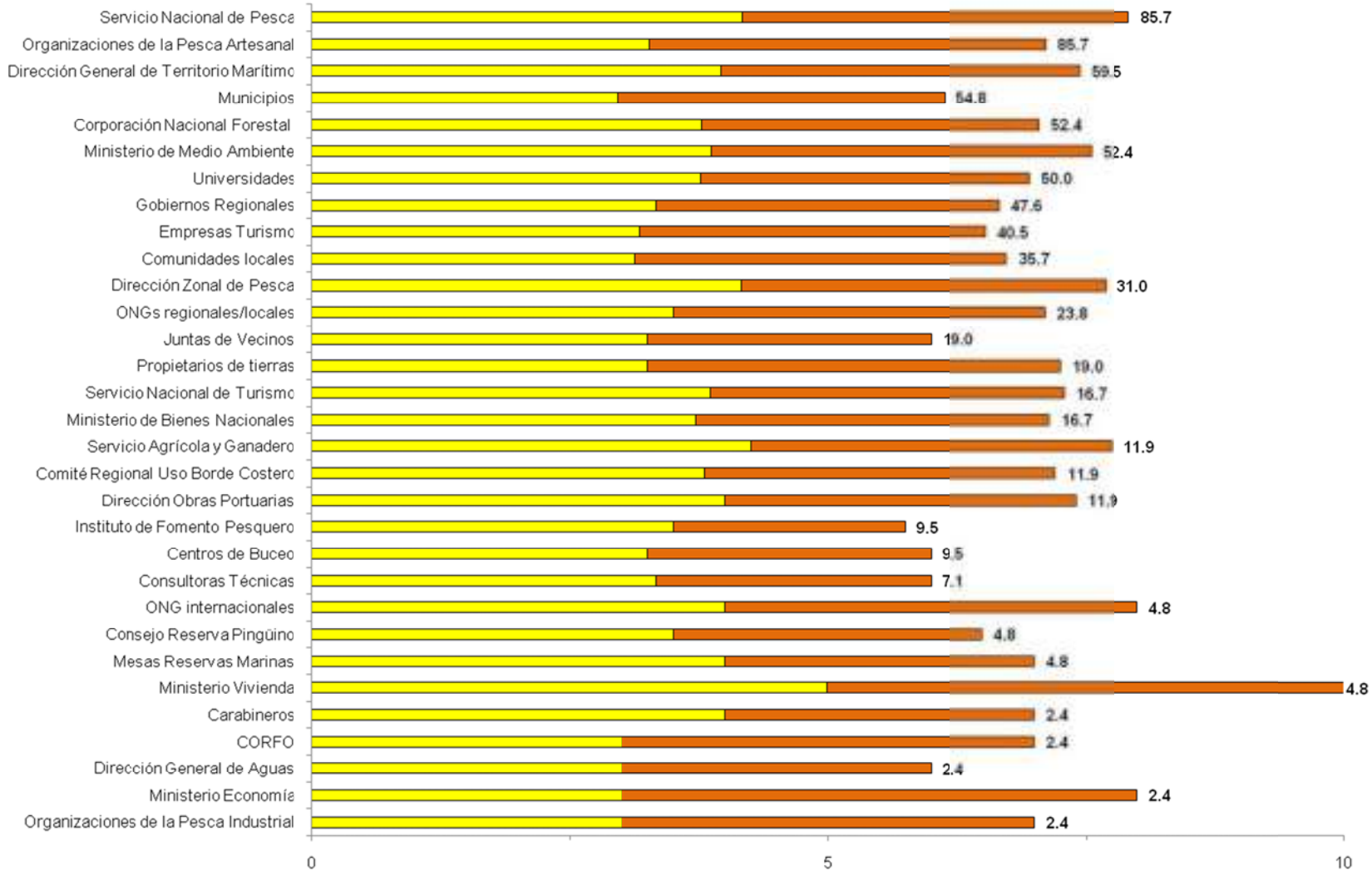


Fig. 6. Actores indicados como claves para la implementación del AMCP-MU. Barra amarilla indica puntaje asignado a capacidad para realizar la planificación e implementación del AMCP-MU, barra naranja influencia en el área y sobres otros actores (ambas barras en escala de 1 a 5). Actores ordenados según la frecuencia con que fueron indicados por otros actores (se indica el porcentaje).

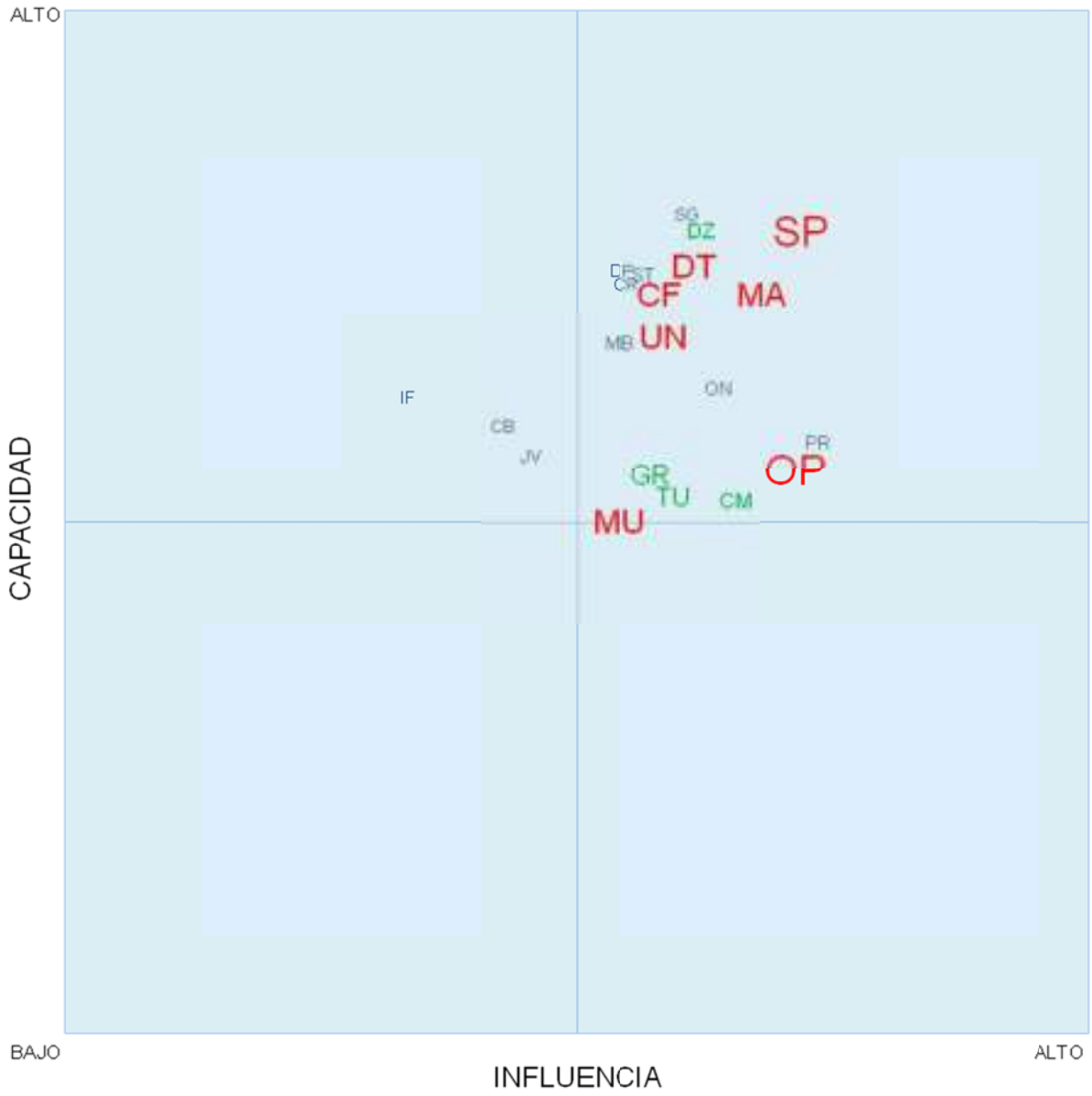


Fig. 7. Matriz de influencia-capacidad para 21 actores claves que fueron mencionados al menos por el 10% de los otros actores. Posición de actores en el gráfico corresponde al puntaje promedio (escala de 5 puntos, desde muy bajo a muy alto) asignado a capacidad para realizar la planificación e implementación del AMCP-MU y su influencia en el área y sobre otros actores. El tamaño de los términos es relativamente proporcional al porcentaje que cada actor fue nombrado por otros actores. Términos en rojo corresponde a actores citados por más del 50 % de los otros actores, verdes entre 30 y 49 %, y azules entre 10 y 29%.

CB: Centros de Buceo, CF: CONAF, CM: Comunidades locales, CR: Comité Regional de Uso del Borde Costero, DZ: Dirección Zonal de Pesca, DP: Dirección de Obras Portuarias, DT: DIRECTEMAR, IF: Instituto de Fomento Pesquero, ON: ONGs regionales/locales, JV: Juntas de vecinos, MB: Ministerio de Bienes Nacionales, MA: Ministerio de Medio Ambiente, MU: Municipalidades, OP: Organización pesca artesanal, PR: Propietarios tierras, GR: Gobierno Regional, SG: Servicio Agrícola y Ganadero, SP: SERNAPESCA, ST: Servicio Nacional de Turismo, TU: Empresas turismo, UN: Universidades.

5.2. Identificación de servicios ecosistémicos, características de biodiversidad y amenazas a su provisión, y usos humanos claves para la planificación y manejo del AMCP-MU.

5.2.1. Valoración de servicios ecosistémicos y amenazas a su provisión

Percepciones de actores respecto a presencia de bienes y servicios ecosistémicos son mostradas en la Tabla 6. De 13 bienes y servicios ecosistémicos, 12 alcanzaron valoraciones promedio desde moderadamente presente a altamente presente (puntajes 3 a 5), y solo acuicultura obtuvo un puntaje equivalente a ligeramente presente. Diferencias entre grupos de actores fueron encontradas solo para valor paisajístico (Prueba de Kruskal-Wallis, $H= 20.84$, $P < 0.01$), siendo la valoración de las Agencias del Gobierno Central (2.6) significativamente más baja que la realizada por los grupos de Propietarios de tierras (4.0), Agencias del Gobierno Regional (4.0) y Universidades/Centros de Investigación (Prueba de Dunn). No se encontraron diferencias significativas entre usuarios directos e indirectos (Prueba de Mann-Whitney, $P > 0.05$) (Tabla 6).

Percepciones de actores respecto a la importancia asignada a bienes y servicios ecosistémicos son mostradas en la Tabla 7. De 13 bienes y servicios ecosistémicos, 11 alcanzaron valoraciones promedio desde muy importante a extremadamente importante (puntajes 4 a 5) y solo dos alcanzaron puntajes equivalentes a moderadamente importante (puntajes cercanos a 3). Diferencias entre grupos de actores fueron encontradas para avistamiento de flora y fauna (Prueba de Kruskal-Wallis, $H= 19.13$, $P < 0.01$) y turismo ($H= 13.03$, $P < 0.05$), siendo la valoración del grupo de Pescadores Artesanales la más baja (Prueba de Dunn). Diferencias significativas entre usuarios directos e indirectos fueron encontradas para hábitat para especies carismáticas (Prueba de Mann-Whitney, $Z= 2.21$, $P < 0.05$), avistamiento de flora y fauna ($Z= 2.03$, $P < 0.05$) y áreas de desove y crianza ($Z= 2.05$, $P < 0.05$). Para estos tres servicios, valoraciones de usuarios directos fueron menores que las de usuarios indirectos (Tabla7).

Tabla 6. Percepciones de actores encuestados respecto a la presencia de bienes y servicios ecosistémicos en el área del AMCP-MU. Valores corresponden al promedio de todas las respuestas de los actores encuestados ± error estándar (EE). La prueba de Kruskal-Wallis (H) seguida de la prueba de Dunn fue utilizada para determinar diferencias entre grupos de actores. Y la Prueba de Mann-Whitney (Z) fue utilizada para determinar diferencias entre actores que corresponden a usuarios directos y usuarios indirectos de recursos naturales. Bajo la tabla, valores entre paréntesis corresponden a valores promedios de grupos de actores o tipos de usuarios estadísticamente diferentes.

Bien o servicio ecosistémico	Promedio ± EE	Valor H	Valor Z
Áreas de desove y crianza	4.4 ± 0.10	7.00	1.37
Caladeros de pesca	4.4 ± 0.11	7.49	0.77
Avistamiento de flora y fauna	4.2 ± 0.11	10.43	1.21
Hábitat para especies carismáticas	4.1 ± 0.14	8.78	0.44
Bosques de macroalgas	4.1 ± 0.10	10.19	0.13
Turismo	4.1 ± 0.11	2.77	0.12
Áreas de buceo	4.1 ± 0.11	4.22	0.15
Hábitat para especies migratorias	4.0 ± 0.13	6.18	0.20
Investigación	4.0 ± 0.12	3.84	-0.53
Peces y mariscos (alimento)	3.7 ± 0.13	5.86	0.35
Educación ambiental	3.6 ± 0.16	9.39	-0.76
Valor paisajístico	3.2 ± 0.11	20.84**[A]	-0.60
Acuicultura	2.5 ± 0.15	4.41	-0.47

[A] NAC (2.6) < PROP (4.0) = REG (4.0) = INV (3.8)
** P< 0.01
Valores van desde 1 a 5, donde 1 corresponde a nada presente y 5 a altamente presente
NAC= Agencias del Gobierno Central, PROP= Propietarios de tierras, REG= Agencias Gobierno Regional, INV= Universidades/Centros investigación

Folio010962

Tabla 7. Percepciones de actores encuestados respecto a la importancia de bienes y servicios ecosistémicos en el área del AMCP-MU. Valores corresponden al promedio de todas las respuestas de los actores encuestados ± error estándar (EE). La prueba de Kruskal-Wallis (H) seguida de la prueba de Dunn fue utilizada para determinar diferencias entre grupos de actores. Y la Prueba de Mann-Whitney (Z) fue utilizada para determinar diferencias entre actores que corresponden a usuarios directos y usuarios indirectos de recursos naturales. Bajo la tabla, valores entre paréntesis corresponden a valores promedios de grupos de actores o tipos de usuarios estadísticamente diferentes.

Bien o servicio ecosistémico	Promedio ± EE	Valor H	Valor Z
Hábitat para especies carismáticas	4.8 ± 0.07	14.43	2.21*[C]
Caladeros de pesca	4.8 ± 0.07	10.42	1.06
Educación ambiental	4.7 ± 0.08	6.00	-0.06
Hábitat para especies migratorias	4.6 ± 0.10	14.33	1.39
Avistamiento de flora y fauna	4.6 ± 0.10	19.13**[A]	2.03*[D]
Investigación	4.5 ± 0.10	11.94	1.37
Bosques de macroalgas	4.5 ± 0.09	13.59	1.41
Áreas de desove y crianza	4.4 ± 0.10	9.68	2.05*[E]
Turismo	4.3 ± 0.09	13.03*[B]	1.54
Áreas de buceo	4.3 ± 0.07	9.35	0.91
Peces y mariscos (alimento)	4.0 ± 0.11	9.84	-0.72
Valor paisajístico	3.5 ± 0.13	10.50	-0.06
Acuicultura	3.3 ± 0.15	11.14	-1.68

[A] OPA (3.9) < ONG (5.0) = TUR (5.0) = NAC (4.9)
[B] OPA (3.9) < PROP (5.0) = ONG (4.8)
[C] DIR (4.5) < IND (4.8) / [D] DIR (4.1) < IND (4.6) / [E] DIR (4.3) < IND (4.7)
**P< 0.01 *P< 0.05
Valores van desde 1 a 5, donde 1 corresponde a nada importante y 5 a extremadamente importante
OPA= Organizaciones pescadores artesanales, ONG= ONGs ambientales, TUR= Empresas turismo, NAC= Agencias del Gobierno Central, PROP= Propietarios de tierras, DIR= Usuarios directos, IND= Usuarios indirectos

Percepción de actores respecto al nivel de amenaza que representan diferentes actividades humanas o eventos son mostradas en la Tabla 8. De 22 actividades/eventos, 11 alcanzaron puntajes que representaron nivel de amenaza alta (5 a 7), ocho nivel de amenaza media (3 a 5) y tres nivel de amenaza baja (1 a 3). Termoeléctricas, pesca industrial, pesca ilegal y minería fueron consideradas actividades cuyo funcionamiento representa un alto nivel de amenaza en el área del AMCP-MU. Por otro lado, pesca recreativa, investigación científica y áreas protegidas fueron consideradas actividades con bajo nivel de amenaza. Diferencias significativas entre grupos de actores fueron encontradas para pesca ilegal, (Prueba de Kruskal-Wallis, $H= 20.61$, $P < 0.01$), puertos ($H= 14.46$, $P < 0.05$), pesca artesanal ($H= 18.95$, $P < 0.01$) y agricultura ($H= 22.53$, $P < 0.01$). Diferencias significativas entre usuarios directos e indirectos fueron encontradas para pesca ilegal (Prueba Mann-Whitney, $Z= -2.49$, $P < 0.05$), pesca artesanal ($Z= 2.49$, $P < 0.05$) y agricultura ($Z= 3.42$, $P < 0.01$) (Tabla 8).

5.2.2. Priorización de servicios ecosistémicos, características de biodiversidad y usos humanos

Hábitat para especies carismáticas fue el **servicio ecosistémico** más altamente priorizado por los actores encuestados (83% de los encuestados), seguido por caladeros de pesca (64%), bosques de macroalgas, hábitat para especies migratorias y avistamiento de flora y fauna (valores cercanos a 50%) (Fig. 8). Diferencias significativas en la priorización de servicios fueron encontradas solamente cuando se considera grupo de actores como factor de agrupación (ANOSIM, R Global= 0.172, $P < 0.01$). Diferencias entre grupos fueron encontradas para disimilitudes entre Organizaciones de Pescadores Artesanales y otros cuatro grupos (Tabla 9, Fig. 9). El análisis SIMPER indicó que hábitat para especies migratorias y especies carismáticas y avistamiento de flora y fauna fueron los servicios que más contribuyeron a la disimilitud entre grupos (Anexo 2).

Folio010964

Tabla 8. Percepciones de actores encuestados respecto al nivel de amenaza representada por diferentes actividades humanas o eventos. Valores corresponden al promedio de todas las respuestas de los actores encuestados ± error estándar (EE). La prueba de Kruskal-Wallis (H) seguida de la prueba de Dunn fue utilizada para determinar diferencias entre grupos de actores. Y la Prueba de Mann-Whitney (Z) fue utilizada para determinar diferencias entre actores que corresponden a usuarios directos y usuarios indirectos de recursos naturales. Bajo la tabla, valores entre paréntesis corresponden a valores promedios de grupos estadísticamente diferentes.

Amenaza	Promedio ± EE	Valor H	Valor Z
Termoeléctricas a carbón	6.1 ± 0.24	11.74	0.38
Pesca industrial	6.1 ± 0.19	11.82	-1.45
Pesca ilegal	6.0 ± 0.16	20.61**[A]	-2.49*[E]
Minería	6.0 ± 0.22	12.31	1.42
Especies invasoras	5.8 ± 0.18	8.72	0.68
Contaminación marina	5.8 ± 0.19	7.18	0.36
Basurales	5.5 ± 0.23	12.64	-0.87
Cambio climático	5.4 ± 0.20	6.82	1.22
Cosecha de algas pardas	5.3 ± 0.21	11.37	0.65
Desarrollo residencial costero	5.2 ± 0.20	6.82	0.39
Puertos	5.0 ± 0.24	14.46*[B]	1.30
Eventos El Niño	4.6 ± 0.23	8.72	-0.70
Tráfico marítimo	4.3 ± 0.22	5.67	0.16
Erosión costera	4.1 ± 0.20	10.02	1.54
Desarrollo de infraestructura turística	4.1 ± 0.20	4.91	1.00
Ecoturismo	3.7 ± 0.23	9.07	1.84
Pesca artesanal	3.6 ± 0.25	18.95**[C]	2.49*[F]
Agricultura	3.4 ± 0.27	22.53**[D]	3.42**[G]
Acuicultura	3.3 ± 0.24	7.51	1.96
Pesca recreativa	2.8 ± 0.18	4.19	1.15
Investigación científica	1.5 ± 0.12	3.91	0.28
Áreas protegidas	1.4 ± 0.12	4.73	-1.85

[A] NAC (5.2) < ONG (7.0)
[B] OPA (3.5) < ONG (6.0)
[C] OPA (1.7) < INV (4.6) = NAC (4.2)
[D] OPA (1.9) < NAC (4.2)
[E] IND (5.7) < DIR (6.5) / [F] DIR (2.8) < IND (4.0) / [G] DIR (2.3) < IND (4.0)
* P< 0.05 **P< 0.01
Valores van desde 1 a 7, donde 1 corresponde a nivel de amenaza muy baja y 7 muy alta
OPA= Organizaciones pescadores artesanales, ONG= ONGs ambientales, NAC= Agencias del Gobierno Central, INV= Universidades/Centros investigación, DIR= Usuarios directos, IND= Usuarios indirectos

Folio010965

Tabla 9. Resultados del ANOSIM al comparar priorizaciones de actores sobre servicios ecosistémicos, características de biodiversidad, y usos y actividades en el área del AMCP-MU.

			Prueba de comparación para N grupos > 2	
	Factor de agrupación	R Global	Grupos diferentes	Valor R
Bienes y servicios ecosistémicos	Grupos de actores	0.172**	ONG, OPA	0.541**
			NAC, OPA	0.375**
			MUN, OPA	0.428*
			PROP, OPA	0.439*
	Tipo de usuario	0.078		
Características de biodiversidad	Grupos de actores	0.362**	RES, OPA	0.76**
			REG, OPA	0.619**
			ONG, OPA	0.760**
			NAC, TUR	0.272*
			NAC, OPA	0.503**
			MUN, OPA	0.850*
			PROP, OPA	0.687*
			TUR, OPA	0.814**
	Tipo de usuario	0.133**		
Usos y actividades	Grupos de actores	0.158*	INV, OPA	0.311*
			ONG, OPA	0.325*
			NAC, MUN	0.525*
			NAC, OPA	0.426**
			PROP, OPA	0.323*
	Tipo de usuario	0.088		

* P< 0.05 **P< 0.01

OPA= Organizaciones pescadores artesanales, ONG= ONGs ambientales, NAC= Agencias del Gobierno Central, MUN= Municipalidad (Gobierno local), INV= Universidades/Centros investigación, REG= Agencias Gobierno Regional, PROP= Propietarios de tierras, TUR= Empresas turismo

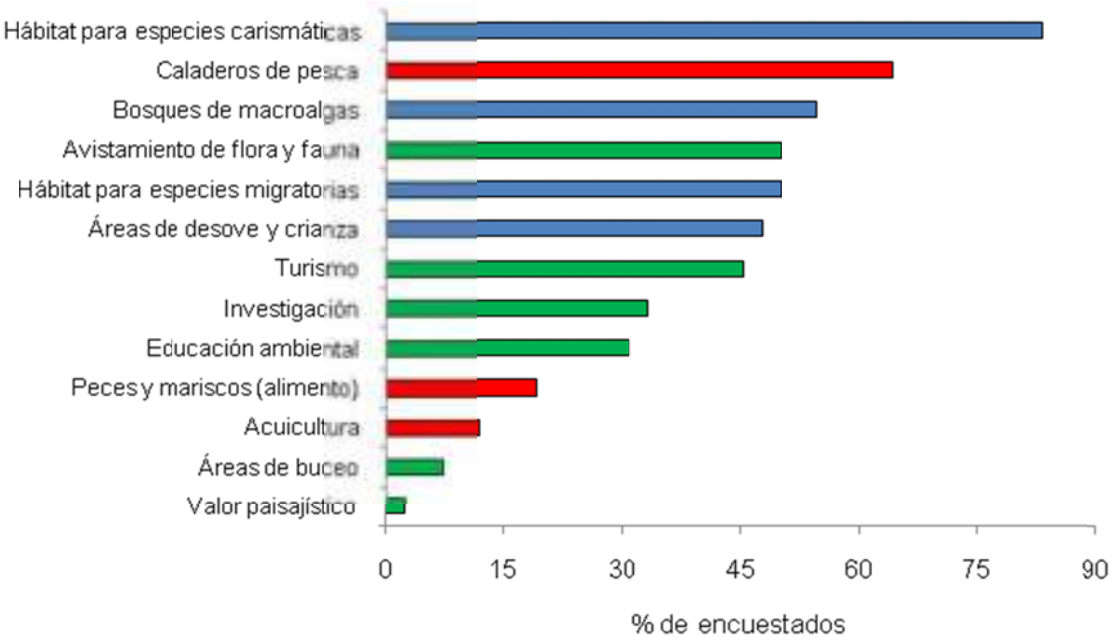


Fig. 8. Bienes y servicios ecosistémicos priorizados por actores. Barras azules indican servicios de soporte, barras rojas servicios de aprovisionamiento y barras verdes servicios culturales.

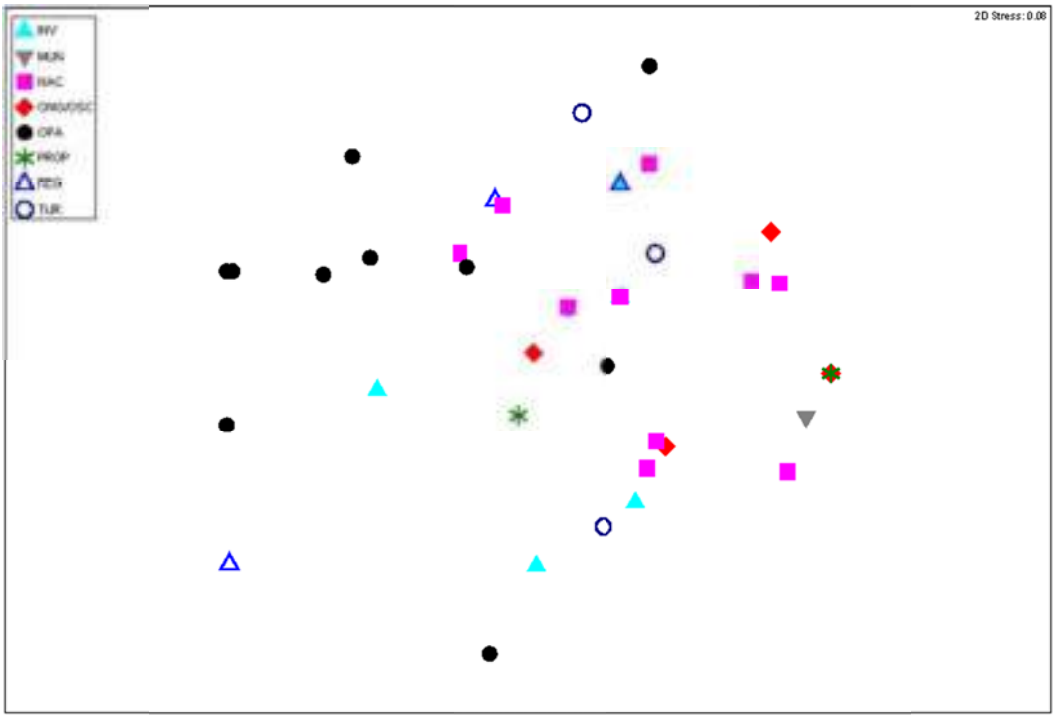


Fig. 9. Gráficos de ordenación utilizando escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) de la similitud entre las priorizaciones de actores para bienes y servicios ecosistémicos.
INV: Universidad/Centro investigación; MUN: Municipalidad; NAC: Agencia Gobierno Central; ONG/OSC: ONG ambiental+ Organización Sociedad Civil; OPA: Organización Pesca Artesanal; PROP: Propietario de tierras; REG: Agencia Gobierno Regional; TUR: Empresa turismo

Folio010967

Actores encuestados nombraron 28 **características de biodiversidad** (Fig. 10). Bosques de macroalgas, sistema de islas y flora endémica fueron las características priorizadas por el 55, 40, y 38 % de los actores, respectivamente, seguido por recursos pesqueros, delfines, aves marinas y mamíferos marinos nombrados por el 31 % de los actores. Diferencias significativas en la priorización de características de biodiversidad fueron encontradas cuando se consideró grupos de actores como factor de agrupación (ANOSIM, R Global= 0.362, $P < 0.01$) y también cuando se consideró tipo de usuario (ANOSIM, R Global= 0.133, $P < 0.01$). Diferencias entre grupos fueron dadas principalmente por disimilitudes en priorizaciones entre Organizaciones de Pescadores Artesanales y todos los demás grupos (Tabla 9, Fig. 11). Recursos pesqueros y el loco fueron las características de biodiversidad que más contribuyeron a la disimilitud entre grupos, seguidas por flora endémica, delfines y mamíferos marinos (Análisis SIMPER en Anexo 2). Por otro lado, loco, bosques de macroalgas y sistema de islas fueron las características que más contribuyeron a la disimilitud entre usuarios directos e indirectos (Análisis SIMPER en Anexo 3).

Actores encuestados identificaron 20 **usos y actividades** existentes y potenciales en el área del AMCP-MU (Fig. 12). Pesca artesanal, investigación científica y reservas marinas fueron los usos o actividades más priorizados para el AMCP-MU con 71, 69 y 62 % de los actores, respectivamente, seguidos por educación ambiental, ecoturismo y avistamiento de flora y fauna con 55 y 50 %, respectivamente. Diferencias significativas en la priorización de usos o actividades fueron encontradas solo cuando se consideró grupos de actores como factor de agrupación (ANOSIM, R Global= 0.158, $P < 0.05$). Diferencias entre grupos fueron debidas a disimilitudes en priorizaciones entre Organizaciones de Pescadores Artesanales y cuatro otros grupos (Tabla 9, Fig. 13). Investigación científica, repoblación/restauración de hábitat, reservas terrestres y AMERBs fueron los usos o actividades que contribuyeron principalmente a la disimilitud entre grupos (Análisis SIMPER en Anexo 2).

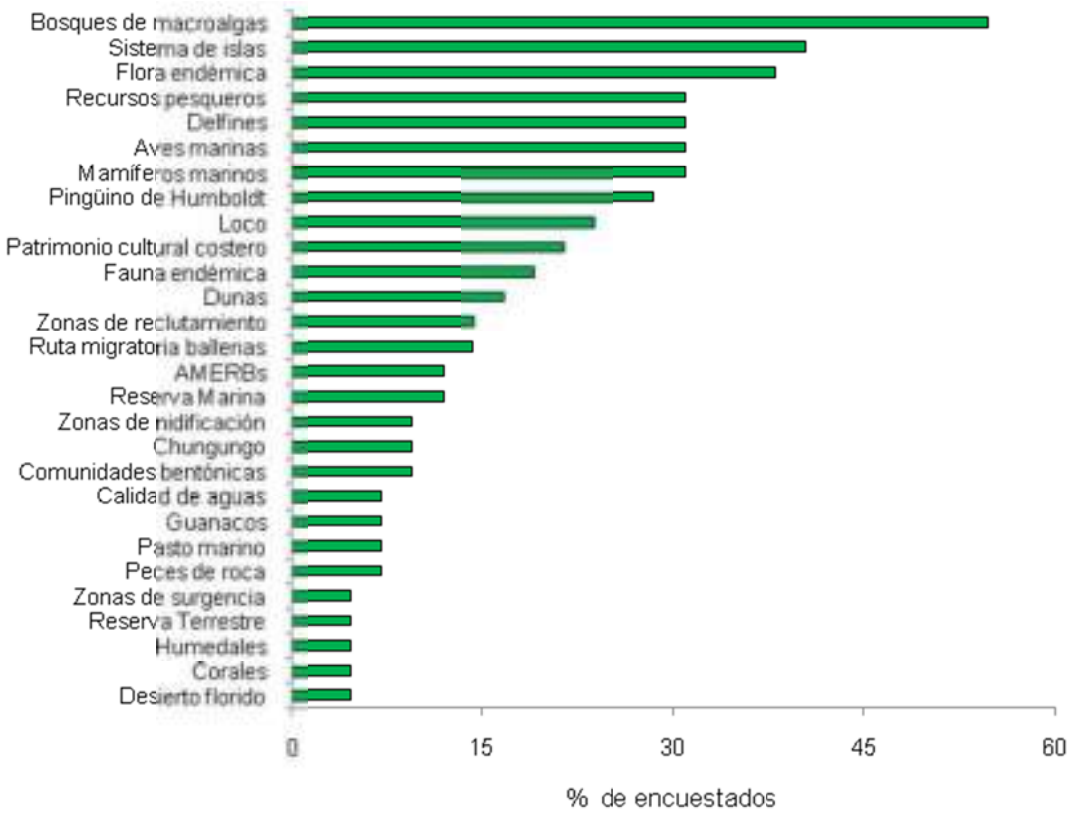


Fig. 10. Características de la biodiversidad priorizadas por los actores encuestados.

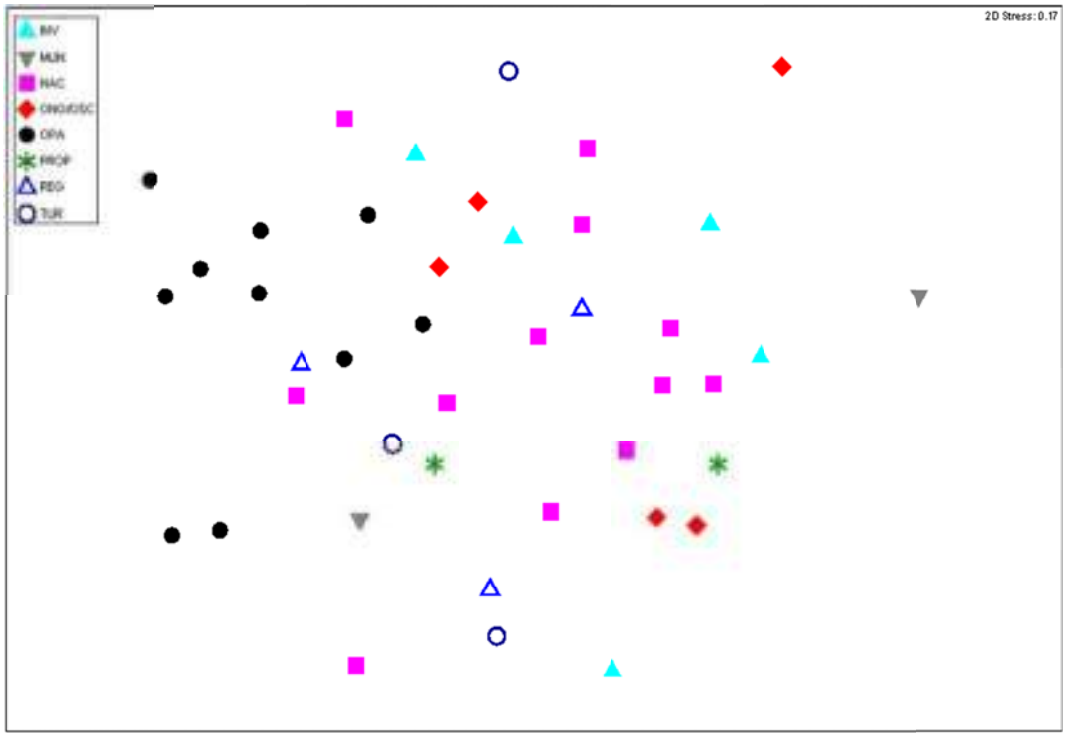


Fig. 11. Gráficos de ordenación utilizando escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) de la similitud entre las priorizaciones de actores para características de la biodiversidad.

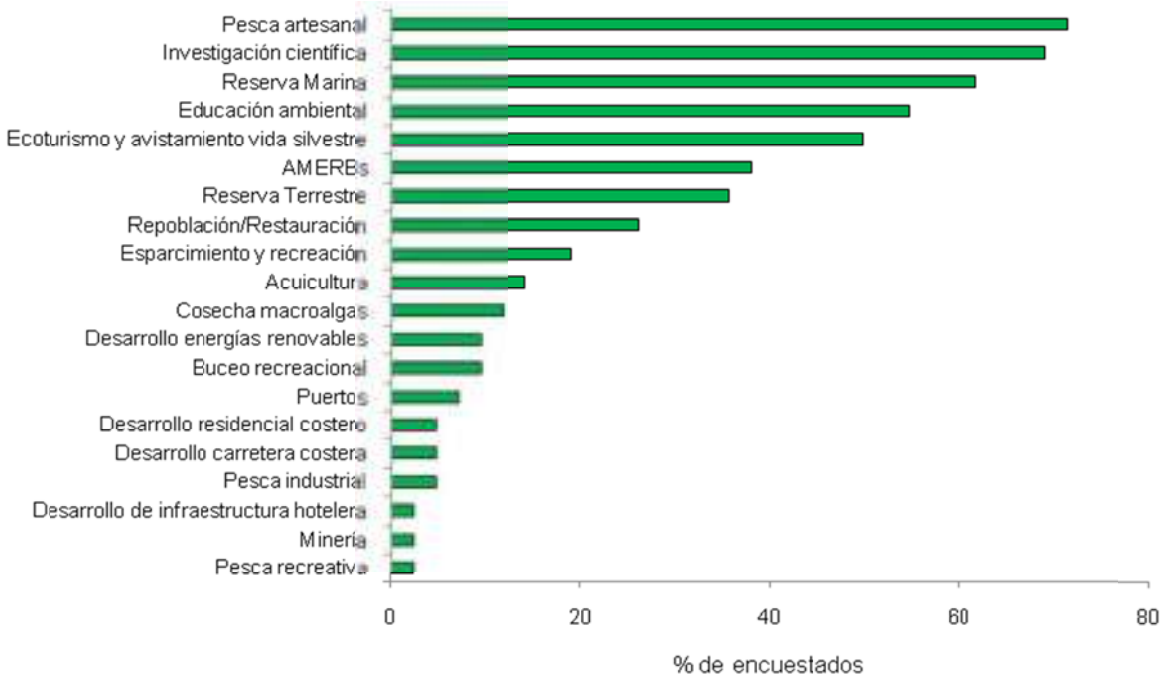


Fig. 12. Usos y actividades priorizadas por los actores encuestados para el AMCP-MU.

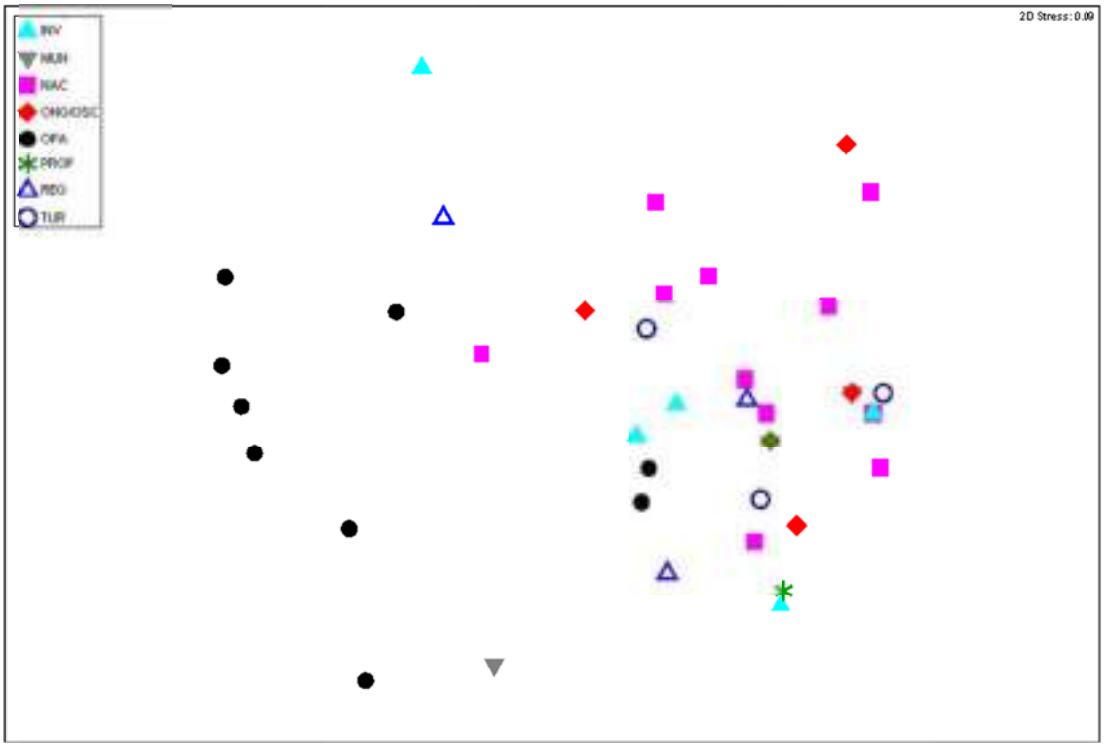


Fig. 13. Gráficos de ordenación utilizando escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) de la similitud entre las priorizaciones de actores para usos y actividades para el AMCP-MU.

Folio010970

5.3. Manejo basado en ecosistemas en la legislación chilena

En la Tabla 10 se muestran características generales y el nivel de presencia de elementos que caracterizan al MBE en 16 instrumentos descritos en la legislación chilena y aplicable al manejo y planificación marina y/o costera. Los instrumentos tienen una alta heterogeneidad en cuanto a la escala espacial de implementación, así como también, en su antigüedad. Respecto a la presencia de elementos característicos del MBE y considerando objetivos de manejo, criterios ecológicos y proceso de planificación, los instrumentos que obtienen mayores puntajes correspondieron a las áreas protegidas, siendo el AMCP-MU la que mostró el puntaje más alto. Incorporando la categoría de sistema de manejo, la cual no es aplicable a todos los instrumentos debido a que no todos consideran explícitamente un plan de manejo o su plan aún no ha sido diseñado, el instrumento AMERB se une al grupo de las áreas protegidas como uno de los que alcanzan mayor puntaje.

Folio010971

Tabla 10. Elementos descritos en el MBE presentes en los principales instrumentos asociados con planificación y manejo de recursos marinos y/o costeros en legislación chilena. En escala de implementación, p: pequeña, m: media, g: grande. Para el resto de la tabla, 1: presencia baja, 2: presencia media, 3: presencia alta. -: no aplicable, *instrumento solo indicativo, **aún no implementado.

	Áreas Protegidas						**Pesca, Acuicultura o Uso Marítimo**					**Planificación Regional y Local***				
	Reserva Marina	Parque Marino	Espacio Costero Marino Pueblos Originarios**	AMCP-MU	Reserva Nacional terrestre	Parque Nacional terrestre	Plan de Manejo de recursos marinos	AMERB	Áreas aptas para la Acuicultura	Concesión de Acuicultura	Concesión Marítima	Zonificación del Borde Costero	Plan de Desarrollo Comunal	Plan Regulador Comunal	Estrategia Regional de Desarrollo	Plan Regional de Ordenamiento Territorial
Características generales																
Escala espacial de implementación	p	m-g	p-m	m-g	p-m	m-g	m-g	p	p-m	p	p	g	p-m	p-m	g	G
Incorporación de planificación espacial	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	no	si
Antigüedad del instrumento (años)	< 10	< 10	**	< 10	> 20	> 20	< 5	< 20	< 20	< 20	> 20	< 10	< 20	< 20	< 10	< 5
1. Objetivos del manejo																
Provisión de bienes y servicios ecosistémicos	3	1	3	3	2	2	1	2	1	1	1	2	2	2	2	2
Sustentabilidad	3	2	3	3	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2
Salud ecológica/ecosistémica	3	3	2	2	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
2. Criterios ecológicos																
Incorporación de complejidad ecológica	2	2	2	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
Reconocimiento de límites naturales	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
3. Proceso de planificación																
Participación de actores de interés relevantes	2	2	2	3	2	2	3	2	1	1	2	2	2	2	2	2
Involucramiento de disciplinas científicas	2	2	2	3	3	3	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2
Escala espacial apropiada	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2
4. Sistema de manejo																
Descentralización del manejo	2	1	3	2	2	2	2	3	-	1	1	-	3	3	-	-
Cooperación inter-sectorial	2	2	-	2	2	2	2	2	-	2	2	-	2	2	-	-
Acciones de manejo basadas en ciencia	3	3	-	3	3	3	3	3	-	2	1	-	1	1	-	-
Manejo adaptativo	2	2	-	2	2	2	2	3	-	1	1	-	2	2	-	-
Manejo integrado	2	2	-	3	2	2	2	2	-	2	1	-	2	2	-	-
Puntaje total 1 (1+2+3)	**18**	**16**	**18**	**21**	**18**	**18**	**16**	**16**	**11**	**10**	**11**	**13**	**13**	**13**	**13**	**13**
Puntaje total 2 (1+2+3+4)	**29**	**26**	**-**	**33**	**29**	**29**	**27**	**29**	**-**	**18**	**17**	**-**	**23**	**23**	**-**	**-**

Folio010972

6. Discusión

6.1. Caracterización de actores claves para la planificación del AMCP-MU.

6.1.1. Participación en la toma de decisiones

Los resultados demuestran la existencia de un gran interés de los diversos actores de participar en un futuro proceso de toma de decisiones asociada a la implementación del AMCP-MU. Lo anterior se complementa con las altas expectativas que tienen los diversos actores respecto a los beneficios que el AMCP-MU entregaría para la protección de la biodiversidad y de usos como la pesca artesanal en el área (Cárcamo et al. enviado). La auto-percepción de alta importancia en la toma de decisiones de grupos como los pescadores artesanales, tanto en la actualidad como en el escenario del AMCP-MU, probablemente refleja la organización y trabajo colaborativo que han realizado los pescadores en torno a las AMERBs y que les ha dado resultados satisfactorios en cuanto al manejo de sus recursos (Gelcich et al. 2005, Schumann 2007).

6.1.2. Redes de colaboración y conocimiento en el área del AMCP-MU

Tanto la red de colaboración como la red de conocimiento existentes en torno al uso y manejo de recursos naturales en el área del AMCP-MU, mostraron muy poca cohesión, con bajos valores de centralización y densidad, lo que indica un flujo bajo de relaciones de colaboración e intercambio entre los diferentes actores. Redes con estas características son limitadas en cuanto a difusión de la información, implican altos costos asociados al poder para la toma de decisiones, baja capacidad para la acciones de tipo colectiva y resiliencia limitada (Janssen et al. 2006, Bodin & Crona 2009). Por otro lado, una red descentralizada puede ser ineficiente en la realización de trabajos coordinados, en la formación de grupos y capacidades para acciones colectivas en fases iniciales de una planificación, sin

embargo, puede ser más ventajosa para una planificación a largo plazo y la resolución de tareas complejas (Janssen et al. 2006, Prell et al. 2009).

Respecto al tamaño de la red, la de colaboración es mayor que la de conocimiento, probablemente debido a la naturaleza de la producción y difusión del conocimiento científico, que es restringido y requirente de mayores capacidades técnicas (Weiss et al. 2012). Lo anterior se hace más evidente en el mayor nivel de centralización de la red de conocimiento y donde los actores productores e intermediarios del conocimiento son menos.

La alta presencia de organizaciones de pescadores artesanales en la red de colaboración y los altos puntajes de centralidad que alcanzan, confirma la importancia y preponderancia de esta actividad socio-económica en el área. En la red de conocimiento, ellas disminuyen su presencia en cuanto a mayores puntajes de centralidad, y obviamente aparecen las universidades y centros de investigación. Es interesante destacar, la aparición de las consultoras técnicas (instituciones privadas generalmente asociadas al funcionamiento de las AMERBs) como actores centrales en esta red. Y también al SERNAPESCA y CONAF que mostraron posiciones claves en términos de centralidad de intermediación en ambas redes y en ambas regiones administrativas (Atacama y Coquimbo). Aunque la función original de ambas instituciones se asocia principalmente con la aplicación y cumplimiento de la reglamentación pesquera y forestal, respectivamente, en la actualidad son las principales agencias encargadas de la administración y manejo de las reservas marinas y terrestres, respectivamente. Agencias del gobierno central (como las anteriores) que trabajan con manejo de recursos naturales no son productores directos de conocimiento científico, pero, logran posiciones relevantes en la red de conocimiento indicando su importancia como actores puente que conectan productores y consumidores de conocimiento. El poder o rol clave de instituciones como SERNAPESCA en redes colaborativas en sistemas marinos costeros ha sido reconocida también en otras regiones del país (Marín & Berkes 2010). Las municipalidades (i.e., gobiernos locales) no se

posicionaron como actores claves o relevantes en ninguna de las dos redes, mostrando aún un papel secundario en la toma de decisiones y en el flujo de recursos. En las últimas décadas, Chile ha experimentado varias reformas de descentralización y regionalización (Mardones 2006), sin embargo, espacios para la intervención en la planificación territorial y la zonificación de borde costero son aún escasos para las comunas, existiendo aún una fuerte dependencia a los gobiernos nacionales o regionales (Fløysand et al. 2010).

Cuando analizamos la conexión entre actores usando el tipo de actor como atributo de agrupación, (i.e., índice E-I), en ambas redes encontramos que la cantidad de relaciones entre grupos diferentes fueron mayores que las relaciones al interior de los grupos, aunque estos valores no fueron estadísticamente diferentes de los valores esperados por el azar. De esta forma, no se encontraron grupos de actores desconectados en la red. Pero usando el nivel administrativo en el cual operan los actores como atributo de agrupación, un alta cohesión intragrupal (i.e., al interior de cada nivel administrativo) fue encontrada por un lado y una baja interacción y flujo entre regiones administrativas (incluso entre agencias equivalentes en ambas regiones). Situación esperable, en el actual contexto de división político-administrativo chileno. Desde la perspectiva de la gobernanza de sistemas socio-ecológicos existe un desajuste operacional y espacial entre las instituciones o regímenes de manejo y los ecosistemas naturales (Paavola et al. 2009), donde los actuales sistemas de gobernanza representados en parte por algunas agencias de gobierno y sus oficinas regionales no coinciden o no se ajustan con la extensión del ecosistema natural representado aproximadamente por el sistema insular. Otro tema interesante es que organizaciones como los pescadores artesanales y agencias del gobierno central logran bajos niveles de cohesión intragrupal. Situación reportada anteriormente por Marín y Berkes (2010) que indican poca cooperación entre organizaciones de pescadores artesanales de Chile central. Para el caso de las agencias de gobierno sectoriales, el foco tradicional histórico sobre recursos únicos ha construido estructural institucionales con procesos de

Folio010975

toma de decisión muy compartimentados, que luego se traducen en instrumentos y políticas que no conducen a una visión de sustentabilidad ambiental. Andrade et al. (2008) señala que la planificación territorial chilena está lejos de ser comprensiva, es bastante compartimentada según lo dictado por las agencias sectoriales y que no necesariamente trabajan de manera coordinada. Al respecto, Crowder et al. (2006) señalan que las leyes y las agencias de gobierno ubicadas en diferentes sectores y a múltiples niveles no son diseñadas para resolver conflictos inter-sectoriales, y de esta forma, no son adecuadas para soportar estrategias de manejo como el MBE.

6.1.3. Actores para implementar el AMCP-MU

En Chile las AMCP-MUs han sido establecidas combinando atribuciones legales de diferentes ministerios y se propone que su administración sea pública-privada involucrando a los gobiernos regionales y ONGs (Sierralta et al. 2011). La propuesta de AMCP-MU La Higuera-Isla Chañaral requerirá de un enfoque de manejo y gobernanza que se haga cargo de los usos y actividades económicas existentes, en desarrollo y potenciales (e.g., desarrollo portuario, minería costera, turismo, parques eólicos), las amenazas ambientales (e.g., mortalidad de especies, contaminación, cambio climático), y sobre todo de actividades tradicionales como la pesca artesanal (Cárcamo et al. 2013). Un enfoque que promueva la sustentabilidad debe reconocer al ecosistema (que aproximadamente represente al AMCP-MU) como un sistema dinámico y complejo, y el existente desajuste entre los sistemas sociales y el ecosistema natural. Enfoques como el manejo adaptativo y el co-manejo adaptativo son sugeridos en la implementación de manejos como el MBE (Österblom et al. 2010, Berkes 2012). En la actualidad el co-manejo ya no solo implica al estado y la comunidad local, sino más bien a una red compleja de actores de diferentes organizaciones y niveles jerárquicos conectados a través de arreglos institucionales, dependencia de recursos e intercambio de

Folio010976

información (Carlsson & Berkes 2005, Bodin & Prell 2011). Cuando pensamos en términos de gobernanza y manejo de la propuesta de AMCP-MU La Higuera-Isla Chañaral, un área que comprende dos comunas y regiones, es fundamental el flujo e intercambio de colaboración y conocimiento entre actores de diferentes niveles administrativos de operación y entre actores intragrupales e intergrupales. Una estrategia para mejorar el flujo y conexión en las redes asociadas al AMCP-MU es el fortalecimiento del rol de los actores puente. Bodin y Crona (2009) señalan los beneficios de los actores puentes en gobernanza de recursos naturales que se extiende más allá de la provisión e intercambio de recursos de varios tipos, promoviendo confianza entre grupos antes desconectados y facilitando acciones colectivas. En el caso del AMCP-MU, agencias como SERNAPESCA y CONAF aparecen como centrales en ambas redes, indicando que ellas pueden eventualmente conectar ambos sistemas (i.e., colaboración y conocimiento), reduciendo los costos de colaboración y provisión de información y conocimiento entre grupos. Sin embargo, actores centrales y poderosos no necesariamente corresponden o actúan como actores puente entre diferentes niveles administrativos. De hecho, en esta investigación actores con características de puente entre niveles administrativos no correspondieron a agencias del gobierno central, siendo más importantes en este rol organizaciones privadas o no-gubernamentales (e.g., ONGs, organizaciones de pescadores, consultora técnicas y universidades) y agencias del gobierno regional. Estos últimos actores pueden jugar un rol fundamental en consolidar y fortalecer el circuito de intercambio, desde la adquisición o fuente de nueva información y conocimiento científico (e.g., universidades) y/o tradicional (e.g., pescadores) hacia su uso en la implementación (e.g., pescadores, agencias fiscalizadoras, tomadores de decisión), incluyendo además procesos de retroalimentación. Weiss et al. (2012) señala que organizaciones puente pueden ser más efectivas si su rol como facilitadores es establecido en su mandato institucional o formalizado de alguna forma.

Folio010977

Para el AMCP-MU La Higuera-Isla Chañaral, la existencia de una red de conocimiento y la posibilidad de mejorarla tendrá una fuerte influencia en los resultados del manejo.

Percepciones de los diversos actores encuestados respecto a quién debería participar en la planificación e implementación del AMCP-MU, revela la necesidad de incorporar actores como los gobiernos locales y regionales, y las organizaciones civiles, sin embargo, estos últimos se encuentran actualmente en posiciones periféricas en ambas redes. Las redes no son estáticas y sus propiedades pueden cambiar, y de hecho, los actores y sus relaciones (nodos y enlaces en terminología de redes) a veces pueden ser activados o desactivados. La mantención de la capacidad de activación de los nodos y enlaces es una propiedad muy importante que contribuye a la resiliencia del sistema y a enfrentar los tiempos de crisis (Janssen et al. 2006).

Teóricamente, instituciones como el gobierno central, pueden ayudar o promover la construcción o mejoramiento de redes con propiedades estructurales favorables para el manejo, sin embargo, hay historias de relaciones y conflictos que no deben ser ignorados. Bodin y Crona (2009) dan algunos consejos para avanzar hacia redes favorables para un determinado manejo: proporcionar espacios de interacción, desarrollar procesos participativos y proporcionar fondos para actores coordinadores o facilitadores.

6.2. Identificación de servicios ecosistémicos, características de biodiversidad y amenazas a su provisión, y usos humanos claves para la planificación y manejo del AMCP-MU.

6.2.1. Valoración de servicios ecosistémicos y amenazas

Los servicios ecosistémicos más altamente valorados fueron los asociados con las condiciones naturales del área en cuanto a biodiversidad biológica, pesquerías y avistamiento de vida silvestre (i.e., hábitat para especies carismáticas y migratorias, caladeros de pesca, y áreas de desove y crianza),

confirmando las particularidades de esta área ya descritas en la literatura científica (Thiel et al. 2007, Luna-Jorquera et al. 2012, Cárcamo & Gaymer en prensa). Las pocas diferencias observadas en la valoración de servicios ecosistémicos y amenazas a su provisión, entre diferentes grupos de actores (considerando tipo de actores o tipo de usuario), fueron debidas principalmente a las valoraciones de los pescadores artesanales. Avistamiento de vida silvestre y turismo fueron los servicios menos valorados por los pescadores, debido probablemente a que son pocas las organizaciones en esta área que se han aventurado en el ecoturismo, siendo aún su principal sustento económico la pesca. La heterogeneidad en las actitudes y percepciones de pescadores hacia temas relacionados con AMPs, generalmente, han sido explicados de acuerdo con sus sustentos económicos, sustentos de vida y/o intereses personales (Gelcich et al. 2005, Mangi & Austen 2008, Pita et al. 2013).

Las actividades que representan mayores niveles de amenaza según los actores encuestados fueron termoeléctricas, minería, pesca industrial y pesca ilegal. Kasperson et al. (1988) sostienen que las respuestas públicas a la percepción del riesgo pueden ser amplificadas o atenuadas por procesos psicológicos, sociales y/o culturales. Percepciones negativas hacia centrales termoeléctricas pueden ser explicadas por el conflicto social que surge en respuesta a las intenciones de privados por construir tres centrales termoeléctricas a carbón entre las localidades de Punta de Choros y Totoralillo norte. Estos proyectos enfrenaron una gran oposición desde diferentes sectores de la sociedad, incluidos pescadores artesanales (Cárcamo et al. 2011).

La pesca industrial y la pesca ilegal fueron actividades principalmente asociadas con la pesca con dinamita y la pesca de arrastre (comentarios de actores durante la aplicación de los cuestionarios). La pesca con dinamita está legalmente prohibida en Chile, sin embargo, se ha asociado con las recientes mortalidades masivas de aves y lobos marinos en el área de Punta de Choros (años 2012 y 2013). La alta valoración que los actores asignaron a la mayoría de los servicios ecosistémicos en el área puede influir en la percepción y valoración de amenazas hacia su provisión (Brown et al. 2002). Diferencias

entre grupos de actores se explican principalmente por los menores valores de amenaza asignadas por los pescadores a actividades estrechamente relacionadas con sus medios de sustento económico, como la pesca artesanal y la actividad portuaria.

6.2.2. Priorización de servicios ecosistémicos, características de biodiversidad y usos humanos

Diferencias entre grupos de actores fueron debidas principalmente por diferencias en priorizaciones de los pescadores artesanales con respecto a otros grupos. Hábitat para especies carismáticas y migratorias y observación de vida silvestre fueron los servicios más importantes que contribuye a las diferencias. Una hipótesis sobre la relevancia espacial con respecto a percepciones ambientales de diversos actores señala que las personas que viven en la proximidad de un recurso natural (e.g., pescadores) tienden a favorecer su utilización económica, mientras que los que viven a una distancia mayor tienden a favorecer la conservación de recursos (Newig & Fritsch 2009). Esto último también fue corroborado cuando se analizaron priorizaciones para características de la biodiversidad y usos. El loco, principal recurso explotado en las AMERBs existentes en el área, fue fuertemente priorizados por los pescadores, junto con las algas pardas y la pesca artesanal. Por otro lado, flora endémica, delfines y mamíferos marinos no fueron priorizados por los pescadores o usuarios directos. Una tendencia similar se observó para usos o actividades prioritarias en el escenario de AMCP-MU, donde AMERBs, repoblación y restauración de hábitat (actividad sugerida en algunos casos para mejorar el rendimiento de AMERBs) fueron priorizados por los pescadores, en oposición a la investigación científica y reservas terrestres.

Folio010980

6.3. Oportunidades para implementar MBE en Chile

La legislación chilena actual no tiene referencias directas con respecto a la aplicación del MBE, sin embargo, algunos proyectos de ley o modificaciones a leyes existentes actualmente aprobadas o discutidas en el Congreso incorporan o mencionan el MBE (e.g., Ley de Pesca y Acuicultura, Ley de Ecosistemas Marinos Vulnerables, Creación del Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas). También existe un proyecto en ejecución denominado GEF-Humboldt que pretende establecer un manejo con enfoque ecosistémico para el Gran Ecosistema Marino de la Corriente de Humboldt, incluyendo una integración binacional (Chile y Perú). Sin embargo, estos esfuerzos recientes no resuelven el problema de operatividad e implementación del MBE. La falta de marcos para facilitar la planificación de las distintas actividades que co-ocurren en las zonas marinas y costeras (e.g., pesca, acuicultura, turismo, AMPs) generalmente provoca problemas de superposición espacial y temporal de las actividades y sus objetivos, resultando en conflictos entre usuarios, la falta de coordinación entre las autoridades y la falta de protección de las áreas marinas y costeras ecológicamente significativas (Douvere 2008).

La evaluación de instrumentos aplicables al manejo y la planificación marina y costera existentes en la legislación chilena muestra que varios marcos legales pueden ser utilizados como base para la aplicación del MBE. Gelcich et al. (2009) señala que los principios de la MBE no se incluyen explícitamente en las políticas y planes relativos al manejo de recursos marinos en Chile, sin embargo, algunos instrumentos locales, como el Plan de Desarrollo Comunal, podrían apoyar la aplicación de los principios del MBE. Para el manejo de áreas o ecosistemas a una mayor escala espacial, involucrando varios límites jurisdiccionales y administrativos (e.g., comunas o regiones administrativas), el AMCP-MU parece ser una medida más adecuada, que permitiría la implementación del MBE. Halpern et al. (2010) señalan las limitaciones de las AMPs como

instrumento único para lograr un MBE, sin embargo, las AMCP-MUs en Chile no solo son instrumentos para la conservación de la biodiversidad biológica de forma exclusiva, ya que tienen como objetivo conservar la biodiversidad y el patrimonio cultural, reducir los conflictos entre los usuarios, promover la investigación científica y el desarrollo de actividades comerciales y recreativas de bajo impacto.

Las AMCP-MUs pueden ser consideradas como instrumentos base para la aplicación a corto plazo del MBE en Chile. Sin embargo, es importante señalar que a diferencia de las reservas y parques marinos que tienen un estatuto jurídico reglamentario que se apoya en la Ley de Pesca, las AMCP-MUs no se encuentran reguladas sistemáticamente en un cuerpo normativo de carácter general, en el cual se definan competencias, instrumentos de gestión o administración, fiscalización, sanciones en caso de incumplimiento, entre otros (Praus et al. 2011). Por otro lado, esta debilidad o vacío regulatorio y jurídico puede transformarse en una oportunidad para crear nuevos arreglos institucionales y de gobernanza para cumplir las metas y objetivos de manejo y conservación propuestos, y que pueden ser reflejados en el instrumento de gestión por excelencia que es el Plan General de Administración.

Cambios en los sistemas de gobernanza hacia un MBE puede ser complejos y demandantes de mucho tiempo, sin embargo, instrumentos y marcos legales alternativos como el AMCP-MU pueden ser utilizados como una primera aproximación.

Folio010982

6.4. Avanzando hacia una implementación efectiva del AMCP-MU La Higuera-Isla Chañaral

El aumento de la cobertura de AMPs costeras efectivas alrededor del mundo es una meta ampliamente consensuada (Wood 2011). A pesar de que se ha reconocido la efectividad de AMPs bien manejadas y gobernadas, para proteger los ecosistemas marinos y costeros, su funcionamiento aislado no es suficiente para asegurar la conservación de la biodiversidad y la sustentabilidad de áreas o ecosistemas espacialmente más amplios (Agardy et al. 2011, Cárcamo & Gaymer en prensa). En la actualidad, AMPs son concebidas como un componente esencial del MBE, pudiendo ser abordadas o incluidas, por ejemplo, a través de la generación de un plan de manejo espacialmente explicito o zonificación (Ruckelshaus et al. 2008, Agardy 2010). Alrededor del mundo, iniciativas de MBE se han visto obstaculizadas principalmente por factores como falta de marco legal de soporte y estructuras de gobernanza, complejidad de los procesos biológicos y socioeconómicos, falta de conocimientos sobre la dinámica y capacidad de resiliencia de los ecosistemas, falta de financiamiento, y falta de herramientas prácticas para su implementación (McLeod & Leslie 2009, Österblom et al. 2010, Kidd et al. 2011). Como señala Tallis et al. (2010), es tiempo de adoptar una cultura de MBE que mejore las probabilidades de un manejo efectivo, para ello, se debe usar la mejor ciencia natural y social disponible a través de un proceso inclusivo y transparente. La planificación espacial marina o planificación espacial marina costera (PEMC) ha sido propuesto como una herramienta central para hacer operativo el MBE. Al igual que lo descrito para el MBE, no existe consenso o una manera única para desarrollar PEMC (Gilliland & Laffoley 2008, Fletcher et al. 2013) y probablemente cada caso o región requerirá una nueva estrategia o enfoque (Collie et al. 2013). Para las particularidades ecológicas y de gobernanza del área del área del AMCP-MU y considerando el actual marco institucional y legal para manejo y planificación de recursos naturales existentes en Chile, una estrategia para implementar MBE a corto plazo lo constituye utilizar un instrumento de planificación

Folio010983

y manejo (existente en la legislación) como el AMCP-MU (Cárcamo et al. 2013). Por otro lado, la complejidad del ecosistema natural y social (y sus interacciones) requiere que el proceso de planificación del AMCP-MU aborde el amplio rango de temas que ocurren en el área (e.g., usos, intereses, presiones, amenazas, conflictos) en un proceso similar a los descritos para PEMC. La PEMC y la planificación sistemática de la conservación de la biodiversidad (con participación de actores de interés) tienen elementos en sus procesos de planificación comunes, como por ejemplo, la definición de metas y objetivos; obtención de información para caracterizar el estado actual del ecosistema o región; identificación de oportunidades, presiones, restricciones, conflictos y condiciones futuras; desarrollo y evaluación de propuestas de medidas de manejo alternativas a las actuales; implementación de un plan de acciones; monitoreo y evaluación de medidas de manejo; y la posibilidad de re-definir metas y objetivos y adaptar medidas de manejo. La gran meta del PEMC basada en ecosistemas es distribuir los usos humanos existentes en un área o ecosistema determinado, permitiendo la existencia de usos culturales, recreacionales, comerciales e industriales, mientras mantiene el ecosistema saludable y la provisión de servicios ecosistémicos para las actuales y futuras generaciones (Ehler & Douvere 2009, Foley et al. 2010). En el caso del AMCP-MU esta gran meta debiese estar bajo o teniendo como tema transversal la conservación de la biodiversidad biológica. De esta forma, la planificación del AMCP-MU debe reconocer las metas y conflictos de los múltiples usos existentes y potenciales pero sin descuidar el foco sobre la planificación y conservación de la biodiversidad biológica.

Considerando el AMCP-MU como instrumento potencial para implementar MBE y que la condición de múltiples usos, múltiples actores y múltiples objetivos de conservación y manejo de este tipo de AMP requiere de un proceso de planificación público participativa tipo PEMC, a partir de los resultados de esta investigación y revisión de literatura mundial sobre manejo y planificación, a

Folio010984

continuación se describen algunos elementos y consideraciones claves para orientar el proceso de planificación e implementación del AMCP-MU bajo el enfoque del MBE.

6.4.1. Gobernanza y manejo para un AMCP-MU resiliente

Gobernanza y manejo de recursos naturales son elementos altamente interconectados pero distintos. Gobernanza ha sido definido de varias formas pero generalmente se refiere a la totalidad de las interacciones públicas y privadas orientadas a resolver problemas sociales y crear oportunidades sociales (Kooiman et al. 2005). En recursos naturales, gobernanza corresponde a los procesos políticos y sociales para definir metas para el manejo de un sistema socio-ecológico y resolver compromisos (trade-offs) considerando diferentes actores y redes (Pahl-Wostl 2009). En zonas costeras, Ehler (2003) define gobernanza como las estructuras y procesos usados para gobernar la conducta, tanto pública como privada, sobre los recursos y actividades que ocurren en ellas. Por su parte, manejo es referido como las acciones llevadas a cabo para mantener el estado de los recursos naturales de acuerdo a metas y objetivos previamente definidos e incluye el monitoreo e implementación de éstas (Pahl-Wostl 2009). Manejo se refiere a la acción, y gobernanza al compartir derechos y responsabilidades, al establecimiento de objetivos y a la agenda política (Kooiman et al. 2005, Jentoft et al. 2007).

Para un MBE efectivo del AMCP-MU La Higuera-Isla Chañaral se requerirá de modos y políticas de gobernanza y manejo que se enfoquen hacia la mantención de la salud, resiliencia y productividad del ecosistema, para así, permitir la provisión de beneficios ecosistémicos requeridos por los diversos actores. El AMCP-MU dentro de sus límites contiene varias medidas de manejo y conservación espacialmente explícitas, como las reservas marinas, las reservas terrestres, y las AMERBs. Cárcamo & Gaymer (en prensa) exploraron las interacciones de la Reserva Marina Isla Choros-Damas bajo un

Folio010985

marco analítico que distingue entre el sistema de gobierno (AMP) y el sistema a gobernar (con un componente natural y otro social), además de las interacciones entre ambos y con el sistema socio-ecológico más amplio (Fig. 14), destacando la importancia de considerar las interacciones, tanto en el manejo como en la gobernanza, para el buen funcionamiento de la reserva. Las mismas consideraciones de *incrustación* (embeddedness) de medidas espaciales de manejo deben ser consideradas para la construcción de propuestas de acciones de manejo para el AMCP-MU.

Las AMPs pueden tener diferentes mecanismos de gobernanza, desde expresiones estrictas de gobernanza *top-down* (de arriba hacia abajo) hasta AMPs que nacen y son manejadas desde la comunidad local (*bottom-up*, de abajo hacia arriba) (Oracion et al. 2005, Hind et al. 2010). En la gobernanza *top-down* destaca el papel del gobierno central y los expertos profesionales como fuentes de información, generación y vigilancia del cumplimiento de normativas, ofreciendo ventajas como el uso del poder y recursos del estado (e.g., financieros, logísticos) y el potencial para gobernar áreas geográficas más extensas (McCay & Jones 2011). En la gobernanza *bottom-up*, la sociedad civil es empoderada mediante su participación directa, como tomadores de decisiones autónomos o como co-manejadores junto al gobierno (Hind et al. 2010, McCay & Jones 2011). Entre medio de estos dos enfoques pueden ocurrir y definirse variantes de gobernanza que debiesen ser acordes a las particularidades del sistema socio-ecológico en el que está inserto el AMCP-MU. El análisis de actores y de redes sociales realizado en esta investigación mostró una red desconectada en términos de flujo, sin embargo, existe potencial para mejorarla a través de intervenciones que apunten a mejorar las redes organizacionales, para así, mejorar la gobernanza de la futura AMCP-MU y tener mayor apoyo para las acciones y planes de manejo. Un ejemplo de intervención puede ser el fortalecimiento por parte del gobierno central o regional del trabajo de los actores de interés identificados como actores puentes (e.g. ONGs, federaciones de pescadores) que permiten conectar a diferentes segmentos o grupos dentro de la red como por ejemplo, organizaciones base de

Folio010986

pescadores y agencias del gobierno central. La teoría de la gobernanza de recursos naturales (Kooiman et al. 2005) señala que ninguna institución en solitario puede enfrentar los desafíos de gobernanza de manera efectiva, siendo necesario el involucramiento y participación de actores de interés que representen al estado, el mercado y la sociedad civil. Cualquier arreglo de gobernanza que se construya para dar gobernabilidad al AMCP-MU debe considerar el capital social existente en el área, incluyendo las redes sociales, y además, debe reconocer la tendencia global de descentralizar la toma de decisiones y el manejo de recursos naturales hacia las comunidades y gobiernos locales (Ostrom 1990, Castilla & Defeo 2005, Berkes 2007, Armitage et al. 2008).

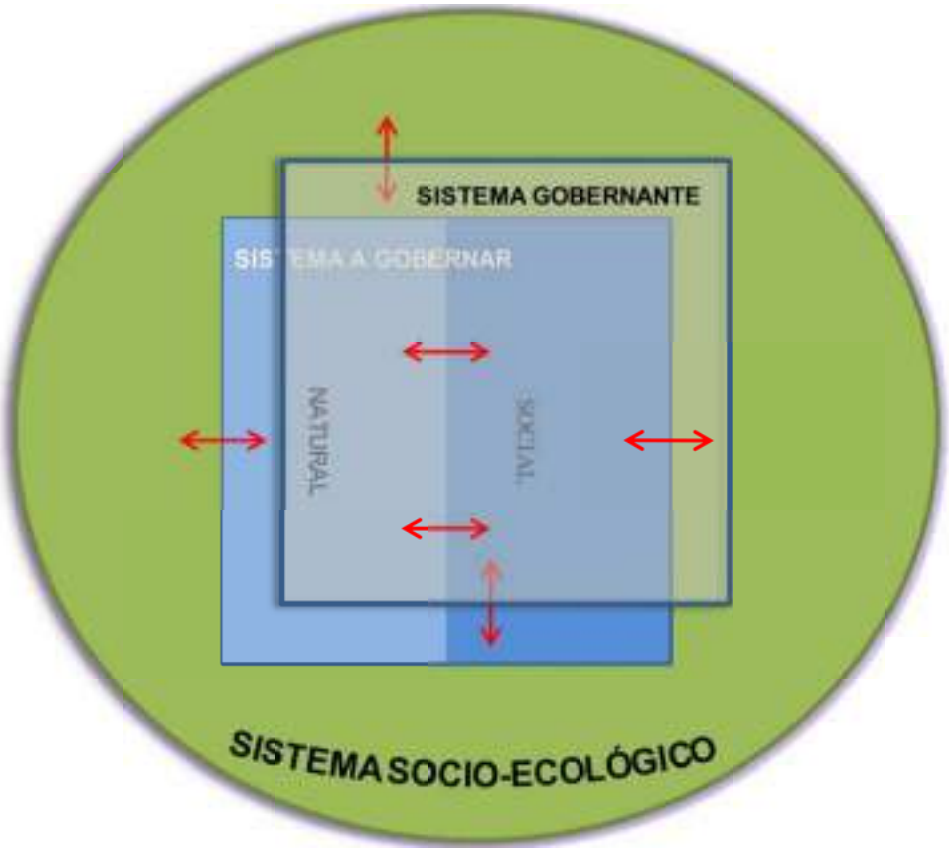


Fig. 14. Representación de un AMP desde la perspectiva de la gobernanza interactiva. AMP está constituída por un sistema sistema de gobierno (sistema gobernante) y un sistema-a-ser-gobernados (sistema a gobernar), siendo este último parte social y natural. Las flechas indican las relaciones e interacciones entre ambos sistemas y con el entorno socio-ecológico más amplio (Figura modificada a partir de Jentoft et al. 2007).

Folio010987

La gobernanza está en el contexto de la descentralización y de la devolución del poder y la toma de decisiones en recursos naturales (Folke et al. 2005, Berkes 2010). Descentralización entendida como la transferencia de derechos y responsabilidades desde el estado o ministerio central a sus filiales locales o regionales, y devolución como la transferencia de derechos y responsabilidades a grupos locales, organizaciones y gobiernos de nivel local para la toma de decisiones (Berkes 2010). Una buena gobernanza para un AMP y sus recursos debe enfatizar los procesos horizontales tales como el trabajo colaborativo, la asociatividad y el empoderamiento de la comunidad (Armitage et al. 2009, Berkes 2010).

Por su concepción de múltiples usos, el AMCP-MU puede estar sometida a mayores presiones y amenazas que un AMP tradicional (e.g., parque o reserva marina). Si sumamos esta condición al escenario omnipresente del cambio global, tanto el manejo como la gobernanza deben orientarse hacia conferir resiliencia al sistema socio-ecológico. En un reciente análisis de AMPs alrededor del mundo, Jones et al. (2013) concluyen que la clave para su resiliencia es la diversidad, tanto de especies en los ecosistemas naturales como de instituciones en los sistemas de gobernanza. Para sumar a lo anterior, Biggs et al. (2012) recomiendan considerar siete principios generales para mejorar la resiliencia de servicios ecosistémicos (i.e., la capacidad del sistema para proporcionar servicios ecosistémicos particulares y previamente definidos) en el contexto de perturbaciones y cambio constante de los sistemas socio-ecológicos (Fig. 15). Un marco como éste puede ser útil para orientar la planificación del AMCP-MU, ya que considera la importancia tanto del manejo y la gobernanza para la provisión de servicios ecosistémicos, así como también la importancia de las interacciones con el sistema socio-ecológico que lo soporta.

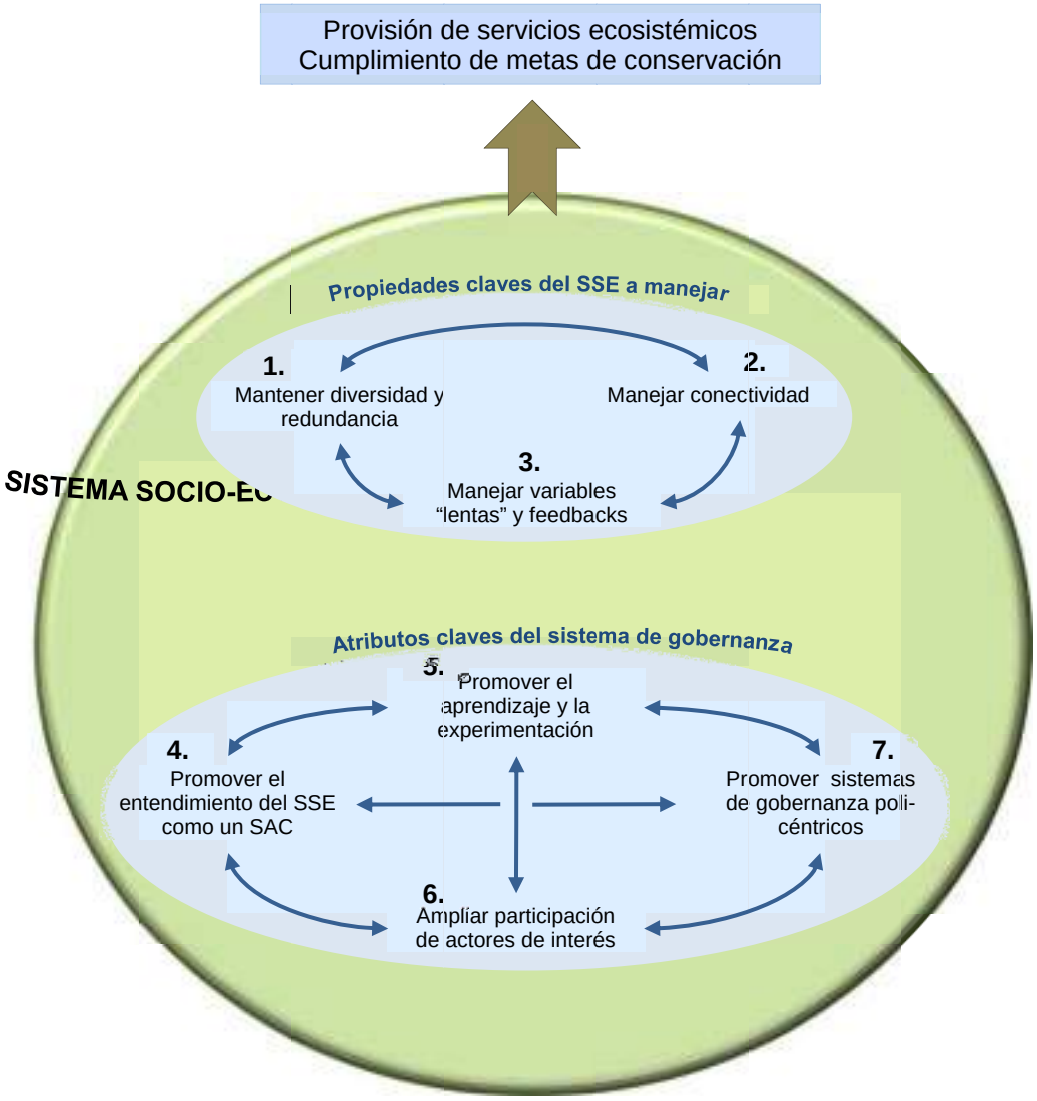


Fig. 15. Principios relevantes para mejorar la resiliencia de servicios ecosistémicos en sistemas socio-ecológicos (SSE) que enfrentan presiones, disturbios y constante cambio. Principios son agrupados en los que se relacionan con las propiedades del SSE que deben manejarse y los que se refieren a atributos claves del sistema de gobernanza del SSE. CAS corresponde a sistema adaptativo complejo (Figura modificada a partir de Gibbs. et al 2012).

6.4.2. Proceso de planificación y actores de interés

Una revisión reciente analizó diferentes iniciativas de PEMC alrededor del mundo (Collie et al. 2013), identificando cinco características claves para un proceso exitoso: i) la planificación debe tener un

Folio010989

soporte legal con capacidades políticas para la implementación, ii) de forma temprana, la planificación debe moverse desde objetivos conceptuales hacia objetivos operativos específicos, iii) los líderes del proceso deben ser eficaces en cuanto a promover la participación de actores de interés, iv) las expectativas respecto al PEMC deben ser proporcionales a los recursos financieros y humanos disponibles, y v) los planes deben ser diseñados para retroalimentación y manejo y aprendizaje adaptativo, conectando el monitoreo con la revisión periódica de los planes. Otro estudió reciente, revisó y analizó soporte y oposición al establecimiento y funcionamiento de AMPs (Voyer et al. 2013), y entre otros resultados, señala factores claves que han contribuido a la aceptación de las AMPs alrededor del mundo por parte de las comunidades locales: i) participación efectiva de actores de interés, ii) equidad al compartir beneficios económicos, iii) estructuras de gobernanza efectiva, incorporando soporte político y legal, iv) confianza en las autoridades encargadas del manejo, v) consideración del conocimiento tradicional, y vi) comunicación y educación a la comunidad.

Como se señaló anteriormente, las AMCP-MUs no se encuentran reguladas sistemáticamente en un cuerpo normativo que defina competencias, instrumentos de gestión o administración, fiscalización o sanciones en caso de incumplimiento (Praus et al. 2011). Por otro lado, esta debilidad puede transformarse en una oportunidad para nuevos arreglos institucionales y de gobernanza para implementar el AMCP-MU.

Respecto a la duración del proceso de PEMC, este puede ser variable y específico a cada caso, sin embargo, debiese ser considerado como un programa a largo plazo que no finaliza con el desarrollo de un producto determinado como el plan espacial o zonificación. De hecho, el valor de la PEMC no está sólo en el desarrollo del producto sino también en el proceso mismo (Gilliland & Laffoley 2008, Collie et al. 2013).

Existen diferentes marcos y pasos propuestos para desarrollar el PEMC, pero todos al menos incluyen los siguientes pasos: i) definición de región a planificar, ii) establecimiento de principios,

objetivos y metas que guían el proceso de planificación, iv) definición de condiciones existentes y futuras en el sistema socio-ecológico, v) propuesta de escenarios alternativos de planificación, vi) implementación de planes, vi) monitoreo y evaluación del plan, y vii) adaptación del plan (Crowder & Norse 2008, Day 2008, Blæsbjerg et al. 2009, Douvere & Ehler 2009, Ehler & Douvere 2009, Collie et al. 2013, Portman et al. 2013).

Una PEMC del AMCP-MU y bajo el enfoque del MBE requerirá fuertemente de la participación efectiva de los diversos actores de interés para el establecimiento y cumplimiento de metas y objetivos. Pero la inclusión de actores de interés en el proceso de planificación requiere estudiar y definir al menos 3 aspectos: i) ¿quiénes deberían participar?, ii) ¿cuándo deberían participar?, y iii) ¿cómo deberían participar?.

Respecto al *primer* aspecto, los resultados de identificación y caracterización de actores a través del análisis de redes de colaboración y conocimiento, además del análisis usando la matriz de influencia-capacidad, permite una primera identificación de actores claves para la planificación del AMCP-MU. Estos resultados debiesen ser utilizados como base para comenzar un proceso formal de planificación del AMCP-MU.

El *segundo* aspecto trata con el ¿cuándo?, en esta investigación se involucró actores en la identificación de otros actores relevantes en el manejo de recursos naturales en el área y en la valoración de servicios ecosistémicos, características de biodiversidad, entre otros. Sin embargo, el involucramiento y participación efectiva de actores de interés puede y debiese ampliarse a otras fases del proceso de planificación e implementación (Fig. 16).

El *tercer* aspecto corresponde a qué enfoques y técnicas pueden ser utilizados para incorporar a los actores en diferentes etapas de la PEMC. Existe un amplio rango de enfoques de participación que van desde la interacción vertical entre los planificadores, autoridades y actores (i.e., comunicación de resultados, decisiones o acciones de manejo a una audiencia de actores objetivo para esperar

aprobación pero sin involucrarlos mayormente) hasta interacción horizontal donde planificadores y actores de interés pueden realizar una negociación en igualdad de condiciones respecto al poder para la toma de decisiones (Pomeroy & Douvere 2008, Ehler & Douvere 2009, Maguire et al. 2012).

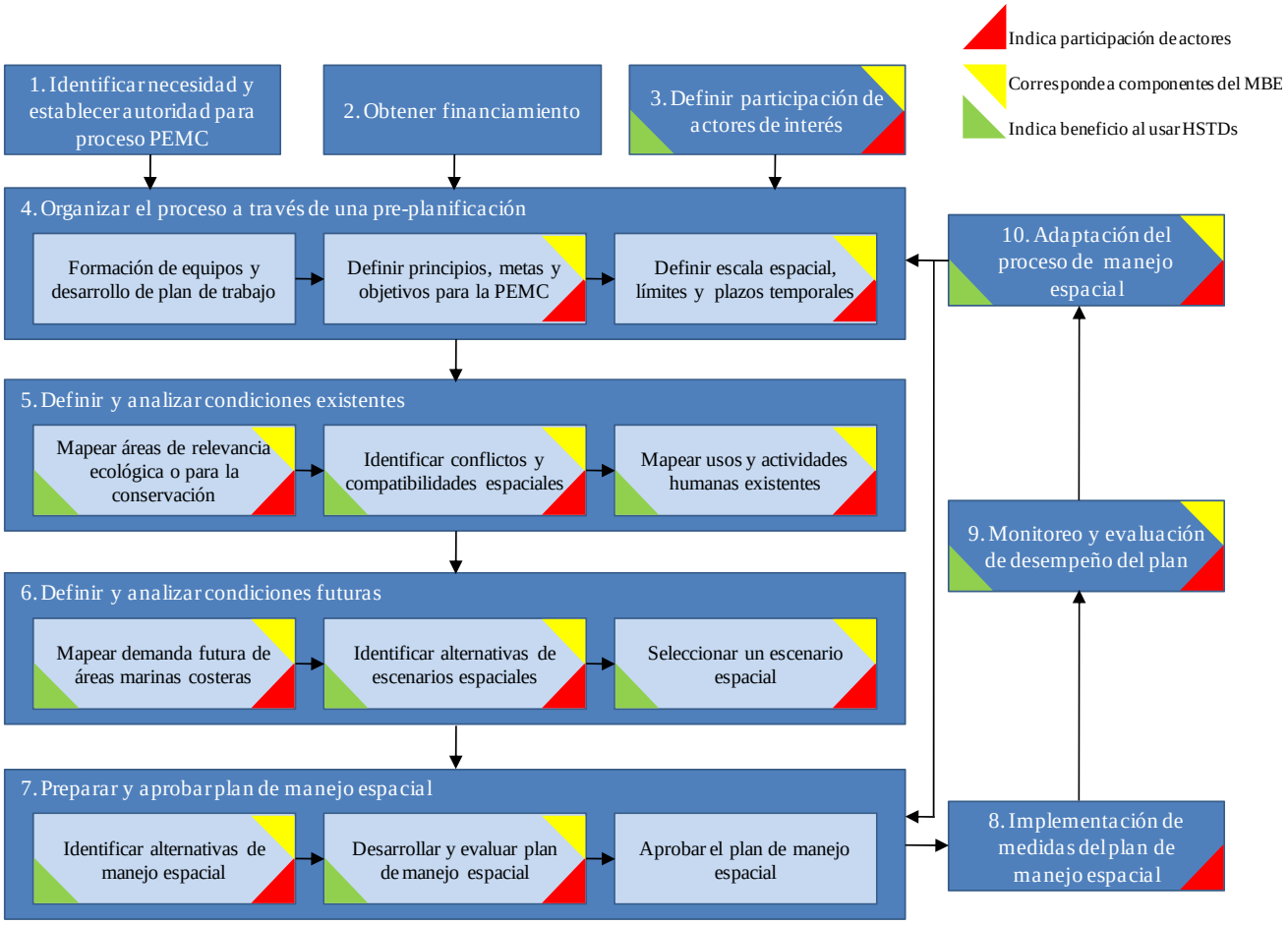


Fig. 16. Pasos para el desarrollo de un proceso de PEMC. HSTD= Herramienta de soporte para la toma de decisiones (Elaborado a partir de Ehler & Douvere 2009, Foley et al. 2010, Coleman et al. 2011, Maguire et al. 2012).

Del mismo modo que no es obligatoria o necesaria la participación de todos los actores o en todos los pasos del proceso, los enfoques no necesariamente deben ser similares para todos los grupos de actores o en todos los pasos del proceso. Aportes de actores pueden ser obtenidos no sólo en el proceso de toma de decisiones propiamente tal. En esta investigación se obtuvo información sobre

componentes del sistema socio-ecológico para contribuir a definir las condiciones existentes, así como también se ha investigado respecto a escenarios deseados o expectativas respecto al funcionamiento de la futura AMCP-MU (Cárcamo et al. enviado). En el caso de actores que son usuarios directos de recursos, es relevante integrar el conocimiento ecológico tradicional y local que ellos poseen (e.g., pescadores artesanales, boteros), como por ejemplo, información espacial respecto a rutas de cetáceos, caladeros de pesca, entre otros, información que puede ser complementaria a la información científica para la planificación de la conservación (Ban et al. 2009). Adicionalmente actores, usuarios, comunidades locales o voluntarios pueden contribuir en el monitoreo de planes y medidas derivadas del PEMC, como ha sido demostrado, por ejemplo, en monitoreo de AMPs (Pomeroy et al. 2005), especies amenazadas (Lorenzo et al. 2011) y basura de origen antropogénico en costas (Bravo et al. 2009). Adicionalmente, el uso de nuevas tecnologías (e.g., internet, GPS, teléfonos inteligentes, redes virtuales) pueden contribuir a aumentar y sistematizar el aporte ciudadano al monitoreo y vigilancia de los ecosistemas (Newman et al. 2012).

En Chile, experiencias de PEMC o planificación sistemática de la conservación en ambientes intervenidos o influenciados por actividades humanas son escasos, limitándose principalmente a ejercicios académicos (Rojas-Nazar et al. 2012, Ulloa et al. 2013). Podríamos señalar el programa nacional de Zonificación de uso del Borde Costero como una PEMC, sin embargo, este proceso es deficitario en cuanto a los principios y etapas definidas para un proceso de PEMC con el enfoque del MBE, además, este proceso es limitado solo a la franja litoral y produce esquemas de zonificación de usos del borde costero solo indicativos (Andrade et al. 2008).

6.4.3. Escala espacial para el manejo del AMCP-MU

El diseño, tamaño y ubicación de AMPs y áreas protegidas terrestres en el mundo, generalmente ha respondido a criterios de oportunidad, políticos o sociales más que a criterios que consideren solo aspectos bio-ecológicos (Halpern 2003, Knight & Cowling 2007). Los ecosistemas marinos costeros son altamente complejos, considerando las múltiples conexiones e interacciones que ocurren a través de diversas escalas espaciales y temporales (McLeod & Leslie 2009, Roff & Zacharias 2011). Dada la complejidad inherente a estos ecosistemas y la dificultad para predicciones, delimitar una escala apropiada y posible para el manejo requiere de un entendimiento e inclusión de aspectos que van desde los institucionales (e.g., redes de gobernanza, límites administrativos y jurisdiccionales) hasta ecológicos y físicos (e.g., distribución de especies, dispersión, conectividad, corrientes marinas). La elección del área propuesta para AMCP-MU (forma y extensión) se ha justificado principalmente por el sistema de islas, sus áreas protegidas y de manejo, su productividad biológica y pesquera, y las amenazas y presiones a las que está sometida (Oceana 2010).

Uno de los aspectos claves y ampliamente reconocidos para el diseño, planificación y manejo de las AMPs lo constituye la comprensión de las vías de dispersión y conectividad poblacional (Gell & Roberts 2003, Palumbi 2003, Cowen & Sponaugle 2009). La diversidad en ciclos e historia de vida de los organismos marinos agrega complejidad al estudio de la conectividad entre áreas y/o poblaciones (Sherman et al. 2008, Shanks 2009, Toonen et al. 2011). Como ejemplo, dos especies altamente priorizadas para su conservación y manejo por los actores para el área del AMCP-MU, el loco *C. concholepas* y las ballenas, poseen características de dispersión, movimiento y conectividad contrastantes. Mientras el primero posee una fase larval planctónica de larga duración, un gran potencial de dispersión (Disalvo & Carriker 1994) y su transporte está sujeto principalmente a las condiciones oceanográficas imperantes (Poulin et al. 2002, Molinet et al. 2005), el segundo corresponde a organismos que carecen de fase larval pelágica, pero tienen el potencial de moverse ampliamente a través de los océanos y fuera de los límites de cualquier AMP, enfrentando pocas

barreras para su dispersión (Branch et al. 2007, Block et al. 2011). Sin embargo, y a pesar de las posibilidades de movimiento y dispersión a grandes distancias en la mayoría de las especies marinas, los límites geográficos de dicha dispersión siguen siendo bastante inciertos (Toonen et al. 2011). Una AMP con baja dispersión y conectividad con otras áreas adyacentes, puede limitar seriamente la capacidad de ésta para aumentar la productividad en las pesquerías, debido a que los propágulos pueden quedar atrapados dentro de los límites del área protegida (Palumbi 2003, Gerber et al. 2005, Bell 2008). Gell & Roberts (2003) señalan que la efectividad de AMPs dependerá en parte de la conectividad con otras áreas y la exportación de biomasa hacia áreas no protegidas. Entonces, será fundamental avanzar en estudios de conectividad y exportación de biomasa entre reservas marinas, AMERBs y áreas de libre acceso para la pesca existentes dentro del área del AMCP-MU. Enfoques multidisciplinarios y avances en técnicas de como: marcaje de organismos y estadios de desarrollo (e.g., larvas), modelación biofísica, aproximaciones genéticas y química de otolitos han permitido mejorar la comprensión de patrones de dispersión larval y de organismos, conectividad genética y dinámicas poblacionales de fuentes y sumideros (Levin 2006, Selkoe et al. 2008, Andrello et al. 2013).

La propuesta espacial del AMCP-MU (o una redefinición de sus límites) no incluirá completamente la distribución espacial o el ámbito de hogar de especies migratorias o altamente móviles (e.g., cetáceos) y probablemente tampoco el de fases larvales de muchos invertebrados o peces. En el caso de cetáceos migratorios como la ballena jorobada o de aleta, avistadas en las inmediaciones de las reservas marinas y dentro del área del AMCP-MU (Pérez et al. 2006, Luna-Jorquera et al. 2013), la implementación del AMCP-MU no aseguraría, por sí sola, su viabilidad poblacional, pero si está en el contexto de un manejo regional o de una red regional de AMPs sería una gran contribución a fases de la historia de vida críticas como son la alimentación y la migración (Hucke-Gaete et al. 2013).

La planificación y producción de escenarios de manejo espacial (e.g., zonificación) para el AMCP-MU debe considerar imperiosamente: la existencia de reservas marinas y AMERBs (difíciles de

desafectar) y sus interacciones (Cárcamo & Gaymer en prensa), las fuertes conexiones e interacciones (inherentes) entre tierra-mar (Álvarez-Romero et al. 2011, Cárcamo & Gaymer en prensa), y las presiones y amenazas que vienen desde la las actividades y usos realizados en tierra (Tallis et al. 2008, Cárcamo et al. 2011). Dada las limitaciones de planificación espacial en tierra que tiene la AMCP-MU, posibles efectos negativos por parte de actividades en tierra debiesen ser considerados en las estrategias de planificación y manejo de mayor cobertura espacial (e.g., estrategias regionales de biodiversidad y/o desarrollo). Cobra más relevancia aún, si consideramos que tanto el área marina costera del AMCP-MU como el área terrestre próxima han sido consideradas como altamente relevante para la conservación regional y nacional de la biodiversidad (Squeo et al. 2010). Evaluaciones y modelaciones de amenazas transversales que se originan en tierra y posibles efectos sobre la costa deberían ser consideradas en la planificación del AMCP-MU y en evaluaciones ambientales de actividades productivas que ingresan al Servicio de Evaluación Ambiental.

6.4.4. Herramientas de soporte para la toma de decisión

En la actualidad existen una amplia gama de herramientas (e.g., métodos, softwares, aplicaciones basadas en internet) que pueden asistir los procesos de toma de decisión para el logro de metas de conservación y manejo, reduciendo la incerteza y el riesgo ecológico. La variedad de herramientas existentes, por un lado, y el criterio para incorporarlas y utilizarlas, por otro, puede darle al proceso de planificación un carácter interdisciplinario y participativo como el promovido en el MBE. Estas herramientas pueden estar asociadas y beneficiar diferentes etapas del proceso de planificación (Fig. 16), e incluyen herramientas que van desde el análisis de actores hasta herramientas para la cuantificación y modelación de servicios ecosistémicos[3].

[3]Una compilación de herramientas para asistir el MBE y PEMC se encuentra en http://www.ebmtoolsdatabase.org/tools

Tanto los ecosistemas costeros como las diversas presiones humanas tienen, por definición, un componente espacial (Parravicini et al. 2012) y en la PEMC, la generación de planes espaciales o zonificaciones son productos esperables. Tecnologías y sistemas de información geográfica (SIG) han aumentado en sofisticación, pero también se han hecho accesibles a la participación y posibilidad de visualización e interpretación por parte de participantes no-expertos (Merrifield et al. 2013). Además, existe reconocimiento que la PEMC se beneficia enormemente de sistemas de soporte de decisión espacial (Ehler & Douvere 2009, Coleman et al. 2011, Portman et al. 2013, Stelzenmüller et al. 2013b), como por ejemplo, métodos cuantitativos y herramientas computacionales para priorización espacial y planificación sistemática de la conservación marina y terrestre ampliamente utilizadas la actualidad como Marxan, Marxan with Zones, Zonation, entre otros (Moilanen et al. 2009). Otras iniciativas recientes como MarineMap[4] y SeaSketch[5] corresponden a herramientas de planificación costera basadas en internet que proporcionan oportunidades para la exploración de datos espaciales y permiten simultáneamente el aporte y participación de actores y la comparación de soluciones espaciales propuestas por usuarios versus soluciones a partir de criterios científicos.

La utilización de herramientas de soporte de decisión espacial en la planificación del AMCP-MU debiesen estar guiadas por al menos tres principios: i) reconocimiento e integración de relaciones entre presiones humanas y componentes ecosistémicos, ii) procesos transparentes e inclusivos, y iii) necesidad de reflejar espacialmente valores y necesidades de los diversos actores de interés.

6.4.5. Interdisciplinariedad y manejo basado en ciencia para el AMCP-MU

Hughes et al. (2005) señalan que las barreras tradicionales para la comunicación entre ecólogos, biólogos, científicos sociales y economistas están comenzando a romperse, y la distinción entre

[4]www.marinemap.org
[5]www.seasketch.org

investigación básica y aplicada se está desvaneciendo. Esta tendencia obedece en parte, a una creciente conciencia de la profunda influencia de los humanos en el funcionamiento de los ecosistemas marinos costeros, a una mayor atención a la escala espacial y temporal, y a una renovada evaluación del rol de la biodiversidad en la sustentabilidad de los bienes y servicios ecosistémicos de los cuales las sociedades humanas dependen. Para el proceso de PEMC bajo el enfoque del MBE siempre será crítico disponer de información ecológica y social (Foley et al. 2010, Ban et al. 2013). Como señala Moran (2011), la investigación que integra al hombre y su ambiente (i.e., ciencia de la sustentabilidad) es un enfoque necesario para tratar con los desafíos que imponen los sistemas socio-ecológicos acoplados y la toma de decisiones sobre ellos. En la actualidad, no existe mayor debate respecto a la inclusión de las ciencias sociales en el desarrollo de la conservación de la biodiversidad y planificación sobre recursos naturales, sino más bien en cómo éstas deben ser incorporadas (Mascia et al. 2003, Newing 2011, Koehn et al. 2013). En la misma línea, evaluaciones integradas de componentes ecosistémicos naturales y humanos es un aspecto clave para el desarrollo de sistemas de manejo y gobernanza adaptativos y flexibles que son los requeridos para un MBE (McLeod & Leslie 2009, Tallis et al. 2010, Stelzenmüller et al. 2013a). No todas las etapas del proceso de PEMC requiere un aporte considerable de información científica (Ehler & Douvere 2009, Stelzenmüller et al. 2013a). De hecho, los principales aportes tanto de las ciencias naturales como las sociales son requeridos en las etapas de evaluación inicial (i.e., condiciones existentes), en el desarrollo de escenarios alternativos de manejo espacial y propuestas de zonificación (i.e., condiciones deseadas o futuras), y monitoreo y evaluación del funcionamiento de los planes para manejo adaptativo (Ehler & Douvere 2009, McLeod & Leslie 2009, Foley et al. 2010, Stelzenmüller et al. 2013b). La propuesta de AMCP-MU corresponde a un área con una cantidad no menor de investigación científica si se compara con otras áreas costeras de Chile, sin embargo, los esfuerzos integrales o interdisciplinarios para orientar la planificación aún son escasos. En esta investigación se estudió la red de intercambio

de conocimiento científico útil para el manejo y conservación de recursos naturales, y si bien en la actualidad se encuentra poco conectada, posee numerosos actores productores de ciencia (e.g., universidades, centros de investigación regional y ONGs de investigación y conservación de la biodiversidad) que permitirían mejorar el flujo y la productividad científica con efectos positivos para el manejo del AMCP-MU. Independiente del conocimiento científico existente, para un buen funcionamiento del AMCP-MU, es necesario investigar o profundizar tópicos como:

-Conectividad poblacional de especies marinas claves y entre áreas de manejo y reservas

-Interacciones ecológicas tierra-mar

-Rutas migratorias de mamíferos marinos

-Interacciones turismo-fauna

-Impacto turismo en sistemas socio-ecológicos

-Resiliencia de los sistemas de gobernanza de recursos naturales

-Evaluación de trade-offs (compatibilidades e incompatibilidades), por ejemplo, entre usos y servicios ecosistémicos existentes o propuestos en diferentes escenarios de manejo

-Evaluación de efectos acumulativos de usos y actividades humanas y presiones asociadas

-Conocimiento ecológico tradicional y local

-Desarrollo y aplicación de indicadores de gobernanza, sociales, económicos y ecológicos que permitan realizar mejoras en el manejo (i.e., manejo adaptativo)

-Cuantificación de servicios ecosistémicos

En el contexto del MBE, la producción científica debe acercarse a la práctica del manejo, para así mejorar la comunicación y disminuir la brecha histórica existente. Entonces, existe un desafío permanente de traducir investigación científica a ciencia en acción y de traducir resultados en

Folio010999

maneras simples y accesibles para público en general y útiles para procesos de toma de decisiones. Un ejemplo para el área del AMCP-MU, lo constituye una aproximación conceptual para relacionar componentes ambientales y usos priorizados en esta área por actores (Fig. 17; Cárcamo et al. enviado). El uso de modelos conceptuales en procesos de toma de decisión puede proporcionar un espacio común para compartir conocimiento e información entre científicos, encargados de manejo y toma de decisión, usuarios, entre otros. Mapas conceptuales han sido utilizados como herramientas de planificación y evaluación que reducen la complejidad ambiental (Delgado et al. 2009).

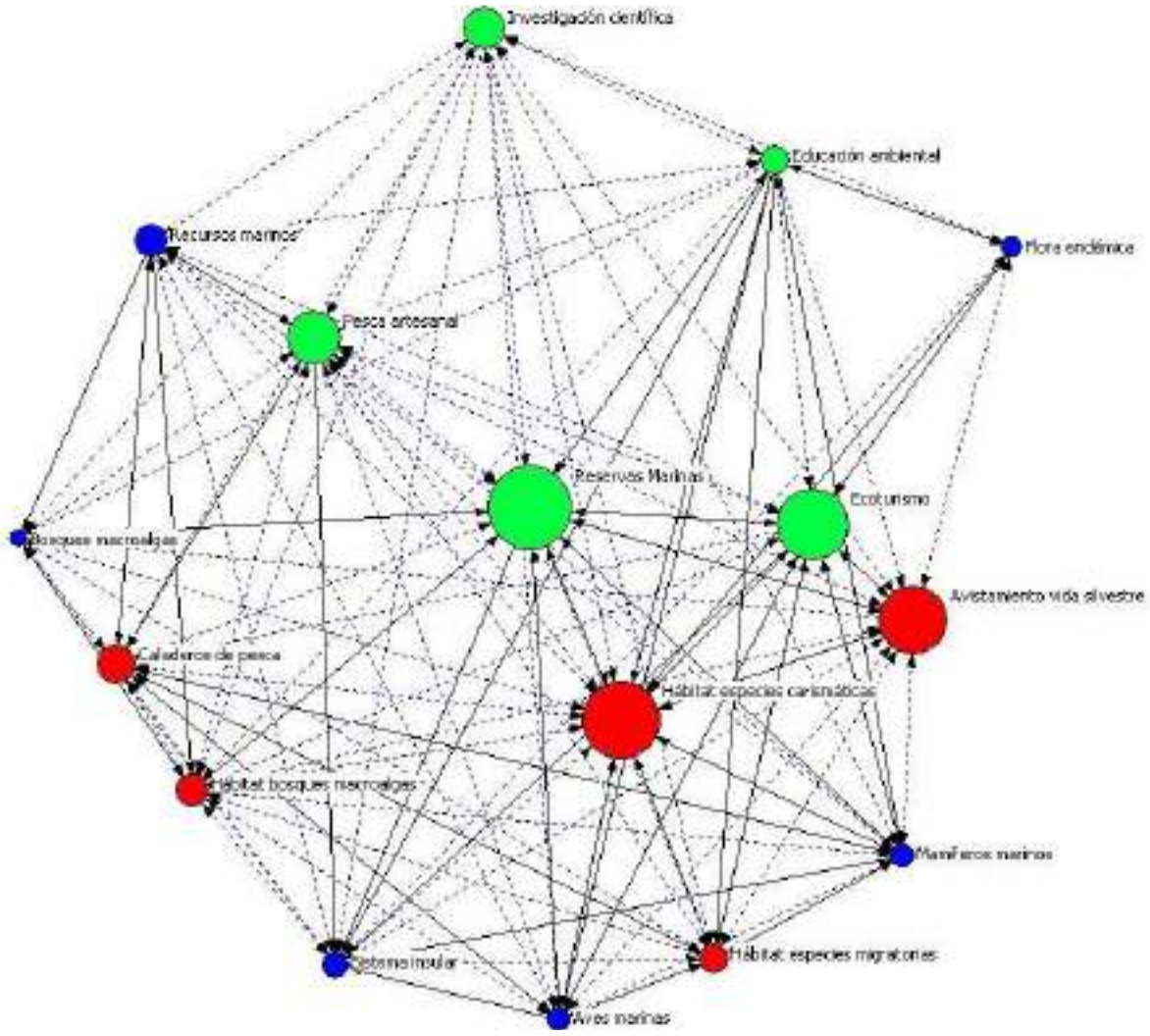


Fig. 17. Red conceptual representando relaciones de dependencia entre servicios ecosistémicos, características de biodiversidad y usos priorizados por actores para el área del AMCP-MU. Flechas

indican dirección de la relación. Línea punteada: relación débil o indirecta, y línea sólida: relación fuerte o directa. Círculo rojo: bien o servicio ecosistémico, círculo azul: característica de biodiversidad, círculo verde: uso o actividad. El tamaño del círculo se correlaciona positivamente con la centralidad de intermediación (control potencial que un nodo tiene sobre el flujo en la red).

7. Conclusión

La planificación e implementación del AMCP-MU La Higuera-Isla Chañaral requerirá de un enfoque que considere e integre los aspectos ecológicos, sociales, económicos e institucionales del sistema a ser intervenido, para así, abordar la complejidad de la dimensión humano-ambiente con potenciales beneficios para el cumplimiento de metas y objetivos definidos. La planificación e implementación del AMCP-MU será un proceso largo y demandante de trabajo para las agencias/organizaciones encargadas de liderar el proceso. La información recopilada y generada en esta investigación es útil para caracterizar las condiciones existentes, proyectar condiciones y escenarios futuros o deseados, y para definir elementos estratégicos claves para orientar el proceso de planificación y manejo (e.g., enfoques, métodos, herramientas).

Especial cuidado debe ponerse a las interacciones ecológicas, socio-económicas e institucionales existentes en cada y entre medidas de conservación o manejo (e.g., reservas o AMERBs) que co-ocurren dentro del área del AMCP-MU. Esta concepción de sistema dentro de sistemas, de alta conexión y de incrustación de las AMPs (concepción necesaria para su efectividad) nos orienta respecto a la construcción de los sistemas de gobernanza y el diseño de cualquier acción de manejo.

Finalmente y cómo se ha señalado anteriormente, es recomendable implementar el AMCP-MU bajo el enfoque de MBE y a través de un proceso de planificación tipo PEMC, altamente participativo y considerando las particularidades del sistema socio-ecológico descritos en este informe. De este modo se puede implementar de manera efectiva el AMCP-MU, evitando su transformación en una "AMP de papel" (Rife et al. 2013).

8. Referencias

Aburto J, Thiel M, Stotz W (2009) Allocation of effort in artisanal fisheries: The importance of migration and temporary fishing camps. Ocean & Coastal Management 52:646-654

Agardy T (2010) Ocean zoning: making marine management more effective, Vol. Earthscan Ltd., London

Agardy T, di Sciara GN, Christie P (2011) Mind the gap: Addressing the shortcomings of marine protected areas through large scale marine spatial planning. Marine Policy 35:226-232

Álvarez-Romero JG, Pressey RL, Ban NC, Vance-Borland K, Willer C, Klein CJ, Gaines SD (2011) Integrated Land-Sea Conservation Planning: The Missing Links. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics 42:381-409

Andrade B, Arenas F, Guijón R (2008) Revisión crítica del marco institucional y legal chileno de ordenamiento territorial: el caso de la zona costera. Revista de geografía Norte Grande:23-48

Andrello M, Mouillot D, Beuvier J, Albouy C, Thuiller W, Manel S (2013) Low Connectivity between Mediterranean Marine Protected Areas: A Biophysical Modeling Approach for the Dusky Grouper <italic>Epinephelus marginatus</italic>. PLoS ONE 8:e68564

Arancio G, Jara P (2007) Flora de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, Vol. Ediciones de la Universidad de La Serena, La Serena

Arkema KK, Abramson SC, Dewsbury BM (2006) Marine Ecosystem-Based Management: From Characterization to Implementation. Frontiers in Ecology and the Environment 4:525-532

Armitage D, Berkes F, Doubleday N (2008) Adaptive co-management: Collaboration, Learning, and Multi-Level Governance, Vol. UBC Press, Vancouver, Toronto

Armitage DR, Plummer R, Berkes F, Arthur RI, Charles AT, Davidson-Hunt IJ, Diduck AP, Doubleday NC, Johnson DS, Marschke M, McConney P, Pinkerton EW, Wollenberg EK (2009) Adaptive co-management for social–ecological complexity. Frontiers in Ecology and the Environment 7:95-102

Badal G (2007) Áreas Marinas y Costeras Protegidas de Múltiples Usos. Alcances y desafíos del modelo de gestión para la conservación de la biodiversidad marina en Chile. Gobierno de Chile, Proyecto GEF Marino, PNUD, Vol. Ocho Libros Editores, Santiago de Chile

Ban NC, Bodtker KM, Nicolson D, Robb CK, Royle K, Short C (2013) Setting the stage for marine spatial planning: Ecological and social data collation and analyses in Canada's Pacific waters. Marine Policy 39:11-20

Ban NC, Picard CR, Vincent ACJ (2009) Comparing and Integrating Community-Based and Science-Based Approaches to Prioritizing Marine Areas for Protection. Conservation Biology 23:899-910

Beaumont NJ, Austen MC, Atkins JP, Burdon D, Degraer S, Dentinho TP, Derous S, Holm P, Horton T, van Ierland E, Marboe AH, Starkey DJ, Townsend M, Zarzycki T (2007) Identification, definition and quantification of goods and services provided by marine biodiversity: Implications for the ecosystem approach. Marine Pollution Bulletin 54:253-265

Bell JJ (2008) Connectivity between island Marine Protected Areas and the mainland. Biological Conservation 141:2807-2820

Berkes F (2004) Rethinking Community-Based Conservation. Conservation Biology 18:621-630

Berkes F (2007) Community-based conservation in a globalized world. Proceedings of the National Academy of Sciences 104:15188-15193

Berkes F (2010) Devolution of environment and resources governance: trends and future. Environmental Conservation 37:489-500

Berkes F (2012) Implementing ecosystem-based management: evolution or revolution? Fish and Fisheries 13:465-476

Biggs R, Schlüter M, Biggs D, Bohensky EL, BurnSilver S, Cundill G, Dakos V, Daw TM, Evans LS, Kotschy K, Leitch AM, Meek C, Quinlan A, Raudsepp-Hearne C, Robards MD, Schoon ML, Schultz L, West PC (2012) Toward Principles for Enhancing the Resilience of Ecosystem Services. Annual Review of Environment and Resources 37:421-448

Blæsbjerg M, Pawlak JF, Sørensen TK, Vestergaard O (2009) Marine Spatial Planning in the Nordic region - Principles, Perspectives and Opportunities, Vol. Nordic Council of Ministers, Copenhagen

Block B, Jonsen I, Jorgensen S, Winship A, Shaffer SA, Bograd S, Hazen E, Foley D, Breed G, Harrison A-L (2011) Tracking apex marine predator movements in a dynamic ocean. Nature 475:86-90

Bodin Ö, Crona BI (2009) The role of social networks in natural resource governance: What relational patterns make a difference? Global Environmental Change 19:366-374

Bodin Ö, Prell C (eds) (2011) Social Networks and Natural Resource Management: Uncovering the Social Fabric of Environmental Governance, Vol. Cambridge University Press, Cambridge, UK

Borgatti SP (2002) NetDraw: Graph Visualization Software. Harvard: Analytic Technologies.

Borgatti SP, Everett MG, Freeman LC (2002) Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis. Harvard, MA: Analytic Technologies.

Branch TA, Stafford KM, Palacios DM, Allison C, Bannister JL, Burton CLK, Cabrera E, Carlson CA, Galletti Vernazzani B, Gill PC, Hucke-Gaete R, Jenner KCS, Jenner MNM, Matsuoka K, Mikhalev YA, Miyashita T, Morrice MG, Nishiwaki S, Sturrock VJ, Tormosov D, Anderson RC, Baker AN, Best PB, Borsa P, Brownell Jr RL, Childerhouse S, Findlay KP, Gerrodette T, Ilangakoon AD, Joergensen M, Kahn B, Ljungblad DK, Maughan B, McCauley RD, McKay S, Norris TF, Oman W, Dolphin Research G, Rankin S, Samaran F, Thiele D, Van Waerebeek K, Warneke RM (2007) Past and present distribution, densities and movements of blue whales Balaenoptera musculus in the Southern Hemisphere and northern Indian Ocean. Mammal Review 37:116-175

Bravo M, de los Ángeles Gallardo M, Luna-Jorquera G, Núñez P, Vásquez N, Thiel M (2009) Anthropogenic debris on beaches in the SE Pacific (Chile): Results from a national survey supported by volunteers. Marine Pollution Bulletin 58:1718-1726

Bray JR, Curtis JT (1957) An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. Ecological monographs 27:325-349

Brown G, Reed P, Harris C (2002) Testing a place-based theory for environmental evaluation: an Alaska case study. Applied Geography 22:49-76

Capella J, Vilina Y, Gibbons J (1999) Observación de cetáceos en isla Chañaral y nuevos registros para el área de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, norte de Chile. Estudios Oceanológicos 18:57-64

Cárcamo PF, Cortés M, Ortega L, Squeo FA, Gaymer CF (2011) Crónica de un conflicto anunciado: Tres centrales termoeléctricas a carbón en un hotspot de biodiversidad de importancia mundial. Revista Chilena de Historia Natural 84:171-180

Cárcamo PF, Garay-Flühmann R, Gaymer CF (2013) Opportunities and constraints of the institutional framework for the implementation of ecosystem-based management: The case of the Chilean coast. Ocean & Coastal Management 84:193-203

Cárcamo PF, Garay-Flühmann R, Squeo FA, Gaymer CF (enviado) Using stakeholders' perspective of ecosystem services and biodiversity features to plan a marine protected area. Environmental Science & Policy

Cárcamo PF, Gaymer CF (en prensa) Interactions between spatially explicit conservation and management measures: implications for the governance of Marine Protected Areas. Environmental Management

Carlsson L, Berkes F (2005) Co-management: concepts and methodological implications. Journal of Environmental Management 75:65-76

Castilla JC, Defeo O (2005) Paradigm shifts needed for world fisheries. Science 309:1324-1325

Charles A, Wilson L (2009) Human dimensions of Marine Protected Areas. ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil 66:6-15

Chávez J, Tirado M (2008) Informe Pesquero Artesanal, Región Coquimbo. Servicio 625 Nacional de Pesca, Coquimbo, Chile. 183 pp

Christensen NL, Bartuska AM, Brown JH, Carpenter S, D'Antonio C, Francis R, Franklin JF, MacMahon JA, Noss RF, Parsons DJ, Peterson CH, Turner MG, Woodmansee RG (1996) The Report of the Ecological Society of America Committee on the Scientific Basis for Ecosystem Management. Ecological Applications 6:665-691

Clarke KR, Warwick RM (2001) Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. 2nd edition, Vol. PRIMER-E, Plymouth, UK

Coleman H, Foley M, Prahler E, Armsby M, Shillinger G (2011) Decision guide: selecting decision support tools for marine spatial planning
Collie JS, Adamowicz WL, Beck MW, Craig B, Essington TE, Fluharty D, Rice J, Sanchirico JN (2013) Marine spatial planning in practice. Estuarine, Coastal and Shelf Science 117:1-11
CONAMA (2008) Biodiversidad de Chile, Patrimonio y Desafíos, Vol, Santiago de Chile
Cowen RK, Sponaugle S (2009) Larval Dispersal and Marine Population Connectivity. Annual Review of Marine Science 1:443-466
Crowder L, Norse E (2008) Essential ecological insights for marine ecosystem-based management and marine spatial planning. Marine Policy 32:772-778
Crowder LB, Osherenko G, Young OR, Airamé S, Norse EA, Baron N, Day JC, Douvere F, Ehler CN, Halpern BS, Langdon SJ, McLeod KL, Ogden JC, Peach RE, Rosenberg AA, Wilson JA (2006) Resolving Mismatches in U.S. Ocean Governance. Science 313:617-618
Day J (2008) The need and practice of monitoring, evaluating and adapting marine planning and management--lessons from the Great Barrier Reef. Marine Policy 32:823-831
de Groot RS, Wilson MA, Boumans RMJ (2002) A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. Ecological Economics 41:393-408
Delgado LE, Marín VH, Bachmann PL, Torres-Gomez M (2009) Conceptual models for ecosystem management through the participation of local social actors: the Río Cruces wetland conflict. Ecology and Society 14(1): 50 [online] URL: http://wwwecologyandsocietyorg/vol14/iss1/art50/
Disalvo LH, Carriker MR (1994) Planktonic, metamorphic, and early benthic behavior of the Chilean loco Concholepas concholepas(Muricidae, Gastropoda, Mollusca). Journal of Shellfish Research 13:57-66
Douvere F (2008) The importance of marine spatial planning in advancing ecosystem-based sea use management. Marine Policy 32:762-771
Douvere F, Ehler CN (2009) New perspectives on sea use management: Initial findings from European experience with marine spatial planning. Journal of Environmental Management 90:77-88
Ehler C, Douvere F (2009) Marine Spatial Planning: a step-by-step approach toward ecosystem-based management. Intergovernmental Oceanographic Commission and Man and the Biosphere Programme. IOC Manual and Guides No. 53, ICAM Dossier No. 6, Vol. UNESCO, Paris
Ehler CN (2003) Indicators to measure governance performance in integrated coastal management. Ocean & Coastal Management 46:335-345
Fernández M, Castilla JC (2005) Marine Conservation in Chile: Historical Perspective, Lessons, and Challenges. Conservation Biology 19:1752-1762
Fletcher S, McKinley E, Buchan KC, Smith N, McHugh K (2013) Effective practice in marine spatial planning: A participatory evaluation of experience in Southern England. Marine Policy 39:341-348
Fløysand A, Barton JR, Román Á (2010) La doble jerarquía del desarrollo económico y gobierno local en Chile: El caso de la salmonicultura y los municipios chilotes. EURE (Santiago) 36:123-148
Foley MM, Halpern BS, Micheli F, Armsby MH, Caldwell MR, Crain CM, Prahler E, Rohr N, Sivas D, Beck MW, Carr MH, Crowder LB, Emmett Duffy J, Hacker SD, McLeod KL, Palumbi SR, Peterson CH, Regan HM, Ruckelshaus MH, Sandifer PA, Steneck RS (2010) Guiding ecological principles for marine spatial planning. Marine Policy 34:955-966
Folke C, Hahn T, Olsson P, Norberg J (2005) Adaptive governance of social-ecological systems. Annual Review of Environment and Resources 30:441-473
Freeman LC (2004) The development of social network analysis: a study of the sociology of science, Vol. Empirical Press, Vancouver
Gaymer CF, Stotz W, Garay-Flümann R, Luna-Jorquera G, Ramos M (2008) Evaluación de Línea Base de Las Reservas Marinas "Isla Chañaral" e "Isla Choros-Damas". Informe Final Proyecto FIP 2006-56. 532 pp
Gelcich S, Defeo O, Iribarne O, Del Carpio G, DuBois R, Horta S, Pablo Isacch J, Godoy N, Coayla Peñaloza P, Carlos Castilla J (2009) Marine ecosystem-based management in the Southern Cone of South America: Stakeholder perceptions and lessons for implementation. Marine Policy 33:801-806

Gelcich S, Edwards-Jones G, Kaiser MJ (2005) Importance of Attitudinal Differences among Artisanal Fishers toward Co-Management and Conservation of Marine Resources. Conservation Biology 19:865-875

Gell FR, Roberts CM (2003) Benefits beyond boundaries: the fishery effects of marine reserves. Trends in Ecology & Evolution 18:448-455

Gerber LR, Heppell SS, Ballantyne F, Sala E (2005) The role of dispersal and demography in determining the efficacy of marine reserves. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 62:863-871

Gilliland PM, Laffoley D (2008) Key elements and steps in the process of developing ecosystem-based marine spatial planning. Marine Policy 32:787-796

González J, Stotz W, Garrido J, Orensanz JM, Parma AM, Tapia C, Zuleta A (2006) The Chilean TURF system: how is it performing in the case of the loco fishery? Bulletin of Marine Science 78:499-527

Gould RV, Fernandez RM (1989) Structures of mediation: A formal approach to brokerage in transaction networks. Sociological Methodology 19:89-126

Guarderas AP, Hacker SD, Lubchenco J (2008) Current Status of Marine Protected Areas in Latin America and the Caribbean. Conservation Biology 22:1630-1640

Halpern BS (2003) The impact of marine reserves: do reserves work and does reserve size matter? Ecological Applications 13:117-137

Halpern BS, Lester SE, McLeod KL (2010) Placing marine protected areas onto the ecosystem-based management seascape. Proceedings of the National Academy of Sciences 107:18312-18317

Hanneman RA, Riddle M (2005) Introduction to social network methods. University of California (published in digital form at http://faculty.ucr.edu/~hanneman/), Riverside, CA

Heck N, Dearden P (2012) Local Expectations for Future Marine Protected Area Performance: A Case Study of the Proposed National Marine Conservation Area in the Southern Strait of Georgia, Canada. Coastal Management 40:577-593

Hertel F, Martinez D, Lemus M, Torres-Mura JC (2005) Birds from Chungungo, Tilgo, and Pájaros Islands in north-central Chile. Journal of Field Ornithology 76:197-203

Hind EJ, Hiponia MC, Gray TS (2010) From community-based to centralised national management—A wrong turning for the governance of the marine protected area in Apo Island, Philippines? Marine Policy 34:54-62

Hucke-Gaete R, Haro D, Torres-Florez JP, Montecinos Y, Viddi F, Bedriñana-Romano L, Nery MF, Ruiz J (2013) A historical feeding ground for humpback whales in the eastern South Pacific revisited: the case of northern Patagonia, Chile. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems:n/a-n/a

Hughes TP, Bellwood DR, Folke C, Steneck RS, Wilson J (2005) New paradigms for supporting the resilience of marine ecosystems. Trends in ecology & evolution (Personal edition) 20:380-386

Janssen MA, Bodin Ö, Anderies JM, Elmqvist T, Ernstson H, McAllister RRJ, Olsson P, Ryan P (2006) Toward a network perspective on the resilience of social–ecological systems. Ecology and Society, 11(1): 15 [online] URL: http://wwwecologyandsocietyorg/vol11/iss1/art15/

Jentoft S, van Son T, Bjørkan M (2007) Marine Protected Areas: A Governance System Analysis. Human Ecology 35:611-622

Jones PJS, Qiu W, De Santo EM (2013) Governing marine protected areas: Social–ecological resilience through institutional diversity. Marine Policy 41:5-13

Jorquera-Jaramillo C, Vega JMA, Aburto J, Martínez-Tillería K, León MF, Pérez MA, Gaymer CF, Squeo FA (2012) Conservación de la biodiversidad en Chile: Nuevos desafíos y oportunidades en ecosistemas terrestres y marinos costeros. Revista Chilena de Historia Natural 85:267-280

Juliá C, Montecino S, Maldonado A (2008) Características climáticas de la Región de Atacama. In: Squeo FA, Arancio G, Gutiérrez JR (eds) Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, p 25-42

Kasperson RE, Renn O, Slovic P, Brown HS, Emel J, Goble R, Kasperson JX, Ratick S (1988) The Social Amplification of Risk: A Conceptual Framework. Risk Analysis 8:177-187

Kidd S, Plater A, Frid C (2011) The ecosystem approach to marine planning and management Vol. Earthscan, Washington, D.C.

Knight AT, Cowling RM (2007) Embracing Opportunism in the Selection of Priority Conservation Areas. Conservation Biology 21:1124-1126
Koehn JZ, Reineman DR, Kittinger JN (2013) Progress and promise in spatial human dimensions research for ecosystem-based ocean planning. Marine Policy 42:31-38
Kooiman J, Banvick M, Jentoft S, Pullin R (eds) (2005) Fish for life: interactive governance for fisheries, Vol. Amsterdam University Press, Amsterdam
Leslie HM, McLeod KL (2007) Confronting the challenges of implementing marine ecosystem-based management. Frontiers in Ecology and the Environment 5:540-548
Letelier L, Squeo FA, Arancio G, Marticorena A, Muñoz-Schick M, Arroyo MTK, León-Lobos P, Montecinos S, Gutiérrez JR (2008) Diversidad Vegetal de la Región de Atacama. In: Squeo FA, Arancio G, Gutiérrez JR (eds) Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile, p 123-135
Levin LA (2006) Recent progress in understanding larval dispersal: new directions and digressions. Integrative and Comparative Biology 46:282-297
Lopes PFM, Rosa EM, Salyvonchyk S, Nora V, Begossi A (2013) Suggestions for fixing top-down coastal fisheries management through participatory approaches. Marine Policy 40:100-110
Lorenzo B, Ilaria V, Sergio R, Stefano S, Giovanni S (2011) Involvement of recreational scuba divers in emblematic species monitoring: The case of Mediterranean red coral (Corallium rubrum). Journal for Nature Conservation 19:312-318
Luna-Jorquera G, Fernández C, Rivadeneira M (2012) Determinants of the diversity of plants, birds and mammals of coastal islands of the Humboldt current systems: implications for conservation. Biodiversity and Conservation 21:13-32
Luna-Jorquera G, Miranda-Urbina D, Fernández C (2013) Censo poblacional del Lobo marino común y el Delfín nariz de botella en la Reserva Marina Isla Choros y Damas, Comuna de la Higuera, Región de Coquimbo. Informe Final Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, Nº 1984-5-L112.
Luna-Jorquera G, Simeone A, Aguilar R (2003) Ecofisiología de animales endotermos en un desierto cálido y un mar frío: El caso de las aves marinas de la corriente de Humboldt. . In: Bozinovic F (ed) Fisiología ecológica y evolutiva Teoría y casos de estudios en animales. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, p 297-316
Maguire B, Potts J, Fletcher S (2012) The role of stakeholders in the marine planning process—Stakeholder analysis within the Solent, United Kingdom. Marine Policy 36:246-257
Mangi SC, Austen MC (2008) Perceptions of stakeholders towards objectives and zoning of marine-protected areas in southern Europe. Journal for Nature Conservation 16:271-280
Mardones R (2006) Descentralización y transición en Chile. Revista de ciencia política (Santiago) 26:03-24
Marín A, Berkes F (2010) Network approach for understanding small-scale fisheries governance: The case of the Chilean coastal co-management system. Marine Policy 34:851-858
Mascia MB, Brosius JP, Dobson TA, Forbes BC, Horowitz L, McKean MA, Turner NJ (2003) Conservation and the Social Sciences. Conservation Biology 17:649-650
Mattern T, Ellenberg U, Luna-Jorquera G, Davis LS (2004) Humboldt Penguin Census on Isla Chañaral, Chile: Recent Increase or Past Underestimate of Penguin Numbers? Waterbirds 27:368-376
McCay BJ, Jones PJS (2011) Marine Protected Areas and the Governance of Marine Ecosystems and Fisheries. Conservation Biology 25:1130-1133
McLeod KL, Leslie HM (2009) Ecosystem-based management for the oceans, Vol. Island Press, Washington, D.C.
Merrifield MS, McClintock W, Burt C, Fox E, Serpa P, Steinback C, Gleason M (2013) MarineMap: A web-based platform for collaborative marine protected area planning. Ocean & Coastal Management 74:67-76
Moilanen A, Wilson KA, Possingham HP (eds) (2009) Spatial conservation prioritization: quantitative methods and computational tools, Vol. University Press Oxford, Oxford
Molinet C, Arevalo A, Gonzalez MT, Moreno CA, Arata J, Niklitschek E (2005) Patterns of larval distribution and settlement of Concholepas concholepas (Bruguiere, 1789)(Gastropoda, Muricidae) in fjords and channels of southern Chile. Revista Chilena de Historia Natural 78:409-423

Montecino V, Lange CB (2009) The Humboldt Current System: Ecosystem components and processes, fisheries, and sediment studies. Progress In Oceanography 83:65-79
Moran EF (2011) Environmental social science: human-environment interactions and sustainability, Vol. John Wiley & Sons, Oxford, UK
Mujica A, Acuña E, Nava ML (2011) Distribución y abundancia de larvas de Heterocarpus reedi Bahamonde, 1955, Cervimunida johni Porter, 1903 y Pleuroncodes monodon (H. Milne Edwards, 1837), frente a Coquimbo y Caldera, Chile. Latin american journal of aquatic research 39:138-150
Newig J, Fritsch O (2009) Environmental governance: participatory, multi-level–and effective? Environmental Policy and Governance 19:197-214
Newing H (2011) Conducting research in conservation: social science methods and practice, Vol. Routledge, New York
Newman G, Wiggins A, Crall A, Graham E, Newman S, Crowston K (2012) The future of citizen science: emerging technologies and shifting paradigms. Frontiers in Ecology and the Environment 10:298-304
Oceana (2010) Propuesta para la creación del Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos La Higuera-Isla Chañaral. Oceana, Oficina para Sudámérica, Santiago, Chile. 254 pp
Oracion EG, Miller ML, Christie P (2005) Marine protected areas for whom? Fisheries, tourism, and solidarity in a Philippine community. Ocean & Coastal Management 48:393-410
Österblom H, Gårdmark A, Bergström L, Müller-Karulis B, Folke C, Lindegren M, Casini M, Olsson P, Diekmann R, Blenckner T, Humborg C, Möllmann C (2010) Making the ecosystem approach operational—Can regime shifts in ecological- and governance systems facilitate the transition? Marine Policy 34:1290-1299
Ostrom E (1990) Governing the commons, Vol. Cambridge University Press, Cambridge, UK
Ostrom E (2009) A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. Science 325:419-422
Paavola J, Gouldson A, Kluvánková-Oravská T (2009) Interplay of actors, scales, frameworks and regimes in the governance of biodiversity. Environmental Policy and Governance 19:148-158
Pahl-Wostl C (2009) A conceptual framework for analysing adaptive capacity and multi-level learning processes in resource governance regimes. Global Environmental Change 19:354-365
Palumbi SR (2003) Population genetics, demographic connectivity, and the design of marine reserves. Ecological Applications 13:146-158
Parravicini V, Rovere A, Vassallo P, Micheli F, Montefalcone M, Morri C, Paoli C, Albertelli G, Fabiano M, Bianchi CN (2012) Understanding relationships between conflicting human uses and coastal ecosystems status: A geospatial modeling approach. Ecological Indicators 19:253-263
Pavez G, Muñoz L, Inostroza P, Sepúlveda M (2011) Behavioral response of South American sea lion Otaria flavescens to tourist disturbance during the breeding season. Revista de biología marina y oceanografía 46:135-140
Pérez MJ, Thomas F, Uribe F, Sepúlveda M, Flores M, Moraga R (2006) Fin whales (*Balaenoptera physalus*) feeding on *Euphausia mucronata* in nearshore waters off north-central Chile. Aquatic Mammals 32:109-113
Pita C, Theodossiou I, Pierce GJ (2013) The perceptions of Scottish inshore fishers about marine protected areas. Marine Policy 37:254-263
Pizarro-Araya J, Vergara OE, Flores GE (2012) Gyriosomus granulipennis Pizarro-Araya & Flores 2004 (Coleóptera: Tenebrionidae): Un caso extremo a conservar. Revista Chilena de Historia Natural 85:345-349
Pollnac R, Christie P, Cinner JE, Dalton T, Daw TM, Forrester GE, Graham NAJ, McClanahan TR (2010) Marine reserves as linked social–ecological systems. Proceedings of the National Academy of Sciences 107:18262-18265
Pomeroy R, Douvere F (2008) The engagement of stakeholders in the marine spatial planning process. Marine Policy 32:816-822
Pomeroy RS, Watson LM, Parks JE, Cid GA (2005) How is your MPA doing? A methodology for evaluating the management effectiveness of marine protected areas. Ocean & Coastal Management 48:485-502

Portman ME, Notarbartolo-di-Sciara G, Agardy T, Katsanevakis S, Possingham HP, Di-Carlo G (2013) He who hesitates is lost: Why conservation in the Mediterranean Sea is necessary and possible now. Marine Policy 42:270-279

Poulin E, Palma AT, Leiva G, Narvaez D, Pacheco R, Navarrete SA, Castilla JC (2002) Avoiding offshore transport of competent larvae during upwelling events: the case of the gastropod Concholepas concholepas in Central Chile. Limnology and Oceanography:1248-1255

Praus S, Palma M, Domínguez R (2011) La Situación Jurídica de las Actuales Áreas Protegidas de Chile. Proyecto GEF-PNUD-MMA "Creación de un Sistema Nacional Integral de Áreas Protegidas para Chile: Estructura Financiera y Operacional", Santiago

Prell C (2012) Social Network Analysis: history, theory & methodology, Vol. SAGE Publications Ltd, London

Prell C, Hubacek K, Reed M (2009) Stakeholder Analysis and Social Network Analysis in Natural Resource Management. Society & Natural Resources: An International Journal 22:501 - 518

Reed MS (2008) Stakeholder participation for environmental management: A literature review. Biological Conservation 141:2417-2431

Reed MS, Graves A, Dandy N, Posthumus H, Hubacek K, Morris J, Prell C, Quinn CH, Stringer LC (2009) Who's in and why? A typology of stakeholder analysis methods for natural resource management. Journal of Environmental Management 90:1933-1949

Rife AN, Erisman B, Sanchez A, Aburto-Oropeza O (2013) When good intentions are not enough…Insights on networks of "paper park" marine protected areas. Conservation Letters 6:200-212

Ritchie J, Lewis J, Elam G (2003) Designing and Selecting Samples. In: Ritchie J, Lewis J (eds) Qualitative Research Practice A Guide for Social Science Students and Researchers. SAGE Publications Ltd., London, p 77-108

Rodríguez-Martínez RE (2008) Community involvement in marine protected areas: The case of Puerto Morelos reef, México. Journal of Environmental Management 88:1151-1160

Roff J, Zacharias M (2011) Marine conservation ecology, Vol. Earthscan Ltd, Londo, UK

Rojas-Nazar Ú, Gaymer CF, Squeo FA, Garay-Flühmann R, López D (2012) Combining information from benthic community analysis and social studies to establish no-take zones within a multiple uses marine protected area. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 22:74-86

Ruckelshaus M, Klinger T, Knowlton N, DeMaster DP (2008) Marine Ecosystem-based Management in Practice: Scientific and Governance Challenges. Bioscience 58:53-63

Schumann S (2007) Co-management and "consciousness": Fishers' assimilation of management principles in Chile. Marine Policy 31:101-111

Selkoe KA, Henzler CM, Gaines SD (2008) Seascape genetics and the spatial ecology of marine populations. Fish and Fisheries 9:363-377

Sepúlveda M, Pérez-Alvarez MJ, López P, Moraga R (2007) Presence and re-sighting of southern elephant seal, Mirounga leonina (L. 1758), on the north-central coast of Chile, Vol

Shanks AL (2009) Pelagic larval duration and dispersal distance revisited. The Biological Bulletin 216:373-385

Shepperd G (2004) The ecosystem approach: Five steps to implementation, Vol. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK

Sherman CDH, Hunt A, Ayre DJ (2008) Is life history a barrier to dispersal? Contrasting patterns of genetic differentiation along an oceanographically complex coast. Biological Journal of the Linnean Society 95:106-116

Sierralta L, Serrano R, Rovira J, Cortés C (2011) Las Áreas Protegidas de Chile. Antecedentes, Institucionalidad, Estadísticas y Desafíos, Ministerio del Medio Ambiente, Chile, Santiago

Spotorno AE, Zuleta C, Walker LI, Manriquez G, Valladares P, Marin JC (2013) A small, new gerbil-mouse Eligmodontia (Rodentia: Cricetidae) from dunes at the coasts and deserts of north-central Chile: molecular, chromosomic, and morphological analyses. Zootaxa 3683:377-394

Squeo FA, Arancio G, Cavieres LA (2001a) Sitios Prioritarios para la Conservación de la Flora Nativa con Riesgos de Extinción en la IV Región de Coquimbo, Chile. In: Squeo FA, Arancio G, Gutiérrez JR (eds) Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile, p 171-193

Squeo FA, Arancio G, Marticorena A, Muñoz M, Gutiérrez JR (2001b) Diversidad vegetal de la IV Región de Coquimbo, Chile. In: Squeo FA, Arancio G, Gutiérrez JR (eds) Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile, p 149-158

Squeo FA, Estévez RA, Stoll A, Gaymer CF, Letelier L, Sierralta L (2012) Towards the creation of an integrated system of protected areas in Chile: achievements and challenges. Plant Ecology & Diversity 5:233-243

Squeo FA, Gaymer CF, Letelier L, Stoll A, Martinez-Tillería KP, Smith-Ramírez C, Miethke S, López D (2010) Estudio de Análisis de Omisiones y Vacíos de Representatividad en los Esfuerzos de Conservación de la Biodiversidad en Chile (GAP-Chile 2009). Instituto de Ecología y Biodiversidad, Santiago, Chile. Informe Final entregado a CONAMA. 266 pp.

Squeo FA, Letelier L, Estevez RA, Cavieres LA, Mihoc M, López D, Arancio G (2008) Definición de los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Flora Nativa de la Región de Atacama. In: Squeo FA, Arancio G, Gutiérrez JR (eds) Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile, p 137-163

Stelzenmüller V, Breen P, Stamford T, Thomsen F, Badalamenti F, Borja Á, Buhl-Mortensen L, Carlstöm J, D'Anna G, Dankers N, Degraer S, Dujin M, Fiorentino F, Galparsoro I, Giakoumi S, Gristina M, Johnson K, Jones PJS, Katsanevakis S, Knittweis L, Kyriazi Z, Pipitone C, Piwowarczyk J, Rabaut M, Sørensen TK, van Dalfsen J, Vassilopoulou V, Vega Fernández T, Vincx M, Vöge S, Weber A, Wijkmark N, Jak R, Qiu W, ter Hofstede R (2013a) Monitoring and evaluation of spatially managed areas: A generic framework for implementation of ecosystem based marine management and its application. Marine Policy 37:149-164

Stelzenmüller V, Lee J, South A, Foden J, Rogers SI (2013b) Practical tools to support marine spatial planning: A review and some prototype tools. Marine Policy 38:214-227

Subpesca (2005a) Declara Reserva Marina espacio marítimo en torno a Isla Chañaral, III Región. In: Subsecretaría de Pesca MdEFyR (ed), Valparaíso, Chile

Subpesca (2005b) Declara Reserva Marina espacio marítimo en torno a Islas Choros-Damas, IV Región. In: Subsecretaría de Pesca MdEFyR (ed), Valparaíso, Chile

Tallis H, FerdaÑA Z, Gray E (2008) Linking Terrestrial and Marine Conservation Planning and Threats Analysis

Concatenación del Análisis de Amenazas y la Planificación de la Conservación Terrestre y Marina. Conservation Biology 22:120-130

Tallis H, Levin PS, Ruckelshaus M, Lester SE, McLeod KL, Fluharty DL, Halpern BS (2010) The many faces of ecosystem-based management: Making the process work today in real places. Marine Policy 34:340-348

Thiel M, Macaya EC, Acuna E, Arntz WE, Bastias H, Brokordt K, Camus PA, Castilla JC, Castro LR, Cortes M, Dumont CP, Escribano R, Fernandez M, Gajardo JA, Gaymer CF, Gomez I, Gonzalez AE, Gonzalez HE, Haye PA, Illanes JE, Iriarte JL, Lancellotti DA, Luna-Jorquerai G, Luxoroi C, Manriquez PH, Marin V, Munoz P, Navarrete SA, Perez E, Poulin E, Sellanes J, Sepulveda HH, Stotz W, Tala F, Thomas A, Vargas CA, Vasquez JA, Vega JMA (2007) The Humboldt Current System of northern and central Chile. Oceanography and Marine Biology: An Annual Review 45:195-344

Toonen RJ, Andrews KR, Baums IB, Bird CE, Concepcion GT, Daly-Engel TS, Eble JA, Faucci A, Gaither MR, Iacchei M, Puritz JB, Schultz JK, Skillings DJ, Timmers MA, Bowen BW (2011) Defining Boundaries for Ecosystem-Based Management: A Multispecies Case Study of Marine Connectivity across the Hawaiian Archipelago. Journal of Marine Biology 2011

Ulloa R, Vargas A, Hudson C, Rivadeneira MM (2013) Zoning of the Mejillones Peninsula marine protected coastal area of multiple uses, northern Chile. Latin American Journal of Aquatic Research 41:506-518

Vance-Borland K, Holley J (2011) Conservation stakeholder network mapping, analysis, and weaving. Conservation Letters 4:278-288

Vásquez F, Castilla JC, Gelcich S, Quiroga M, Carrasco P, Paz X, Riquelme J (2010) Evaluación económica de los activos ambientales presentes en la red de reservas marinas decretadas en el país bajo la Ley General de Pesca y Acuicultura. Informe Final Proyecto FIP 2008-56.

Vásquez J (2008) Production, use and fate of Chilean brown seaweeds: re-sources for a sustainable fishery. Journal of Applied Phycology 20:457-467

Vega C (2011) Criterios que Guiaron las Declaración de las áreas Áreas Marinas Protegidas en las Regiones de Atacama y Coquimbo, Chile. Tesis de Licenciatura. Universidad Católica del Norte

Voyer M, Gladstone W, Goodall H (2013) Understanding marine park opposition: the relationship between social impacts, environmental knowledge and motivation to fish. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems:n/a-n/a

Weiss K, Hamann M, Kinney M, Marsh H (2012) Knowledge exchange and policy influence in a marine resource governance network. Global Environmental Change 22:178-188

Wood L (2011) Global Marine Protection Targets: How S.M.A.R.T are They? Environmental Management 47:525-535

Zar JH (1996) Biostatistical Analysis, Vol. Prentice Hall, Saddle River, New Jersey

Folio011010

Anexos

Anexo 1

Lista de actores encuestados, actores nombrados en redes sociales, y actores claves para la planificación e implementación del AMCP-MU.

Organización/Institución	ID
SINDICATO PESCADORES CHAÑARAL DE ACEITUNO	OPA_1
FEDERACIÓN PESCADORES LA HIGUERA	OPA_10
SINDICATO PESCADORES CRUZ DE CHUNGUNGO	OPA_11
SINDICATO PESCADORES CALETA HORNOS	OPA_12
AGRUPACIÓN COMUNITARIA CALETA HORNOS	OPA_13
COOPERATIVA PESCADORES LOS CHOROS	OPA_2
ASOCIACIÓN GREMIAL PESCADORES LOS CHOROS	OPA_3
ASOCIACIÓN GREMIAL PESCADORES PUNTA DE CHOROS	OPA_4
ASOCIACIÓN GREMIAL PESCADORES CHUNGUNGO	OPA_5
SINDICATO PESCADORES CALETA CHUNGUNGO	OPA_6
ORGANIZACIÓN COMUNITARIA LO CASTILLO	OPA_7
SINDICATO PESCADORES TOTORALILLO NORTE	OPA_8
ASOCIACIÓN GREMIAL PESCADORES CALETA HORNOS	OPA_9
JUNTA DE VECINOS PUNTA DE CHOROS	OSC_1
JUNTA DE VECINOS LOS CHOROS	OSC_2
JUNTA DE VECINOS CHAÑARAL DE ACEITUNO	OSC_3
ASOCIACIÓN DEPORTES SUBMARINOS COQUIMBO	DOR
ESCUELAS BÁSICAS	EDUC_1
ASOCACIÓN INDUSTRIALES PESQUEROS COQUIMBO (AIP)	OPI
PROPIETARIO NN	PROP_1
COMUNIDAD AGRÍCOLA LOS CHOROS	PROP_2
MUNICIPALIDAD DE FREIRINA	MUN_1
MUNICIPALIDAD DE LA HIGUERA	MUN_2
FONDO DE FOMENTO DE LA PÈSCA ARTESANAL	FIN_4
FONDO DE ADMINISTRACIÓN PESQUERO	FIN_5
FOSIS III REGION	FIN_III_1
CORFO III REGION	FIN_III_2
SERCOTEC III REGION	FIN_III_3
FOSIS IV REGION	FIN_IV_1
CORFO IV REGION	FIN_IV_2
SERCOTEC IV REGION	FIN_IV_3

SEREMIA MINISTERIO MEDIO AMBIENTE III REGION	NAC_III_1
SEREMIA MINISTERIO BIENES NACIONALES III REGION	NAC_III_10
SERNAPESCA III REGION	NAC_III_2
CONAF III REGION	NAC_III_3
SERNATUR III REGION	NAC_III_4
DIRECTEMAR III REGION	NAC_III_5
SAG III REGION	NAC_III_6
DIRECCIÓN OBRAS PORTUARIAS III REGION	NAC_III_7
SERVICIO EVALUACIÓN AMBIENTAL III REGION	NAC_III_8
SENCE III REGION	NAC_III_9
SEREMIA MINISTERIO MEDIO AMBIENTE IV REGION	NAC_IV_1
SEREMIA MINISTERIO BIENES NACIONALES IV REGION	NAC_IV_10
SEREMIA MINISTERIO ECONOMÍA REGION	NAC_IV_11
MINISTERIO VICIENDA Y URBANISMO IV REGION	NAC_IV_12
SERNAPESCA IV REGION	NAC_IV_2
CONAF IV REGION	NAC_IV_3
SERNATUR IV REGION	NAC_IV_4
DIRECTEMAR IV REGION	NAC_IV_5
SAG IV REGION	NAC_IV_6
DIRECCIÓN OBRAS PORTUARIAS IV REGION	NAC_IV_7
SERVICIO EVALUACIÓN AMBIENTAL IV REGION	NAC_IV_8
SENCE IV REGION	NAC_IV_9
ONG MODEMA	ONG_1
ONG OCEANA	ONG_2
ONG LEVIATHAN	ONG_3
ONG SPHENISCO	ONG_4
CORPORACIÓN PARTICIPA	ONG_5
ISLAND CONSERVATION	ONG_6
ONG PLANETA VIVO	ONG_7
ONG EUTROPIA	ONG_8
ONG SEA SHEPPERD	ONG_9
CARABINEROS	POL_1
CONSEJO CONSULTIVO RESERVA PINGÜINO HUMBOLDT	CPP_1
MESA DE TRABAJO RESERVAS MARINAS	CPP_2
MESA REGIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA	CPP_3
CONSEJO ESTRATÉGICO PESCA ARTESANAL	CPP_4
GOBIERNO REGIONAL III REGION	REG_III_1
DIRECCIÓN ZONAL DE PESCA	REG_III_IV
GOBIERNO REGIONAL IV REGION	REG_IV_1
COMITÉ REGIONAL USO DEL BORDE COSTERO IV REGION	REG_IV_2
INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO	INV_1
CENTRO DE ESTUDIOS AVANZADOS EN ZONAS ÁRIDAS	INV_2
UNIVERSIDAD DE LA SERENA	INV_3

Folio011012

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE	INV_5
UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLO	INV_7
INACAP	INV_8
CONSULTORA ABIMAR	TEC_1
CONSULTORA CYCLOS	TEC_2
CONSULTORA PROMAR	TEC_3
ASOCIACIÓN TURISMO CHAÑARAL DE ACEITUNO	TUR_III
CENTROS DE BUCEO	TUR_IV_2
EMPRESAS TURISMO PUNTA DE CHOROS	TUR_IV_3
EMPRESARIOS GASTRONÓMICOS	TUR_IV_4

Anexo 2

Análisis SIMPER mostrando bienes y servicios ecosistémicos, características de biodiversidad y usos humanos que más contribuyen a la disimilitud entre priorizaciones de grupos de actores.

SD: standard deviation, Diss/SD: disimiltud/desviación estándar, Contrib%: % de contribución al Diss/SD; Cum.%: % acumulación del % de contribución al Diss/SD.

Bienes y servicios ecosistémicos						
Grupos ONG & OPA Disimilitud promedio = 64.80	Av.Abund Grupo 1	Av.Abund Grupo 2	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Hábitat para especies migratorias	1.00	0.10	9.00	2.97	13.89	13.89
Avistamiento vida silvestre	0.80	0.20	6.80	1.44	10.49	24.38
Áreas de desove y crianza	0.20	0.70	6.20	1.26	9.57	33.95
Hábitat para especies carismáticas	1.00	0.40	6.00	1.21	9.26	43.21
Peces y mariscos (alimento)	0.00	0.60	6.00	1.21	9.26	52.47
Caladeros de pesca	0.40	0.90	5.80	1.16	8.95	61.42
Hábitat bosque macroalgas	0.40	0.80	5.60	1.12	8.64	70.06
Educación ambiental	0.60	0.20	5.60	1.12	8.64	78.70
Turismo	0.20	0.40	4.40	0.88	6.79	85.49
Investigación	0.40	0.20	4.40	0.88	6.79	92.28
Grupos NAC & OPA Disimilitud promedio = 57.17						
Avistamiento vida silvestre	0.75	0.20	6.50	1.36	11.37	11.37
Hábitat para especies migratorias	0.67	0.10	6.33	1.31	11.08	22.45
Hábitat para especies carismáticas	1.00	0.40	6.00	1.22	10.50	32.94
Peces y mariscos (alimento)	0.00	0.60	6.00	1.22	10.50	43.44
Áreas de desove y crianza	0.42	0.70	5.33	1.06	9.33	52.77
Caladeros de pesca	0.50	0.90	5.00	1.00	8.75	61.52
Turismo	0.50	0.40	5.00	1.00	8.75	70.26
Hábitat bosque macroalgas	0.58	0.80	4.50	0.90	7.87	78.13
Investigación	0.33	0.20	4.00	0.81	7.00	85.13
Acuicultura	0.00	0.40	4.00	0.81	7.00	92.13
Grupos PROP & OPA Disimilitud promedio = 64.00						
Hábitat para especies migratorias	1.00	0.10	9.00	2.92	14.06	14.06
Hábitat bosque macroalgas	0.00	0.80	8.00	1.95	12.50	26.56
Hábitat para especies carismáticas	1.00	0.40	6.00	1.19	9.38	35.94
Peces y mariscos (alimento)	0.00	0.60	6.00	1.19	9.38	45.31
Caladeros de pesca	0.50	0.90	5.00	0.97	7.81	53.13
Áreas de desove y crianza	0.50	0.70	5.00	0.97	7.81	60.94
Avistamiento vida silvestre	0.50	0.20	5.00	0.97	7.81	68.75
Turismo	0.50	0.40	5.00	0.97	7.81	76.56
Investigación	0.50	0.20	5.00	0.97	7.81	84.38
Educación ambiental	0.50	0.20	5.00	0.97	7.81	92.19
Grupos MUN & OPA Disimilitud promedio = 63.00						
Hábitat bosque macroalgas	0.00	0.80	8.00	1.95	12.70	12.70
Avistamiento vida silvestre	1.00	0.20	8.00	1.95	12.70	25.40
Hábitat para especies carismáticas	1.00	0.40	6.00	1.19	9.52	34.92
Peces y mariscos (alimento)	0.00	0.60	6.00	1.19	9.52	44.44
Hábitat para especies migratorias	0.50	0.10	5.00	0.97	7.94	52.38
Caladeros de pesca	0.50	0.90	5.00	0.97	7.94	60.32

Áreas de desove y crianza	0.50	0.70	5.00	0.97	7.94	68.25
Turismo	0.50	0.40	5.00	0.97	7.94	76.19
Investigación	0.50	0.20	5.00	0.97	7.94	84.13
Educación ambiental	0.50	0.20	5.00	0.97	7.94	92.06
Características de biodiversidad						
Grupos RES & OPA Disimilitud promedio = 84.40						
Loco	0.00	1.00	10.00	-	11.85	11.85
Recursos pesqueros	0.00	0.70	7.00	1.51	8.29	20.14
Flora endémica	0.60	0.00	6.00	1.21	7.11	27.25
Mamíferos marinos	0.60	0.10	5.80	1.16	6.87	34.12
Bosques macroalgas	0.40	0.80	5.60	1.12	6.64	40.76
AMERBs	0.00	0.50	5.00	0.99	5.92	46.68
Sistema de islas	0.40	0.30	4.60	0.91	5.45	52.13
Aves marinas	0.40	0.20	4.40	0.88	5.21	57.35
Pingüinos	0.40	0.20	4.40	0.88	5.21	62.56
Zonas de reclutamiento	0.20	0.40	4.40	0.88	5.21	67.77
Grupos REG & OPA Disimilitud promedio = 72.00						
Loco	0.00	1.00	10.00	-	13.89	13.89
Flora endémica	0.67	0.00	6.67	1.39	9.26	23.15
Delfines	0.67	0.20	6.00	1.20	8.33	31.48
AMERBs	0.00	0.50	5.00	0.98	6.94	38.43
Sistema de islas	0.33	0.30	4.33	0.86	6.02	44.44
Recursos pesqueros	0.67	0.70	4.33	0.86	6.02	50.46
Bosques macroalgas	0.67	0.80	4.00	0.80	5.56	56.02
Aves marinas	0.33	0.20	4.00	0.80	5.56	61.57
Zonas de reclutamiento	0.00	0.40	4.00	0.80	5.56	67.13
Ruta migratoria ballenas	0.33	0.10	3.67	0.75	5.09	72.22
Grupos ONG & OPA Disimilitud promedio = 82.80						
Loco	0.00	1.00	10.00	-	12.08	12.08
Recursos pesqueros	0.00	0.70	7.00	1.51	8.45	20.53
Dunas	0.60	0.00	6.00	1.21	7.25	27.78
Bosques macroalgas	0.40	0.80	5.60	1.12	6.76	34.54
Aves marinas	0.60	0.20	5.60	1.12	6.76	41.30
Pingüinos	0.60	0.20	5.60	1.12	6.76	48.07
AMERBs	0.00	0.50	5.00	0.99	6.04	54.11
Sistema de islas	0.40	0.30	4.60	0.91	5.56	59.66
Delfines	0.40	0.20	4.40	0.88	5.31	64.98
Marine reserve	0.40	0.10	4.20	0.84	5.07	70.05
Grupos NAC & TOUR Disimilitud promedio = 78.33						
Mamíferos marinos	0.33	1.00	6.67	1.39	8.51	8.51
Sistema de islas	0.67	0.00	6.67	1.39	8.51	17.02
Pingüinos	0.17	0.67	6.11	1.24	7.80	24.82
Delfines	0.25	0.67	5.83	1.17	7.45	32.27
Fauna endémica	0.50	0.00	5.00	0.99	6.38	38.65
Flora endémica	0.50	0.00	5.00	0.99	6.38	45.04
Bosques macroalgas	0.50	0.67	5.00	0.99	6.38	51.42
Patrimonio cultural costero	0.33	0.33	4.44	0.88	5.67	57.09
Desierto florido	0.08	0.33	3.61	0.74	4.61	61.70
Peces de roca	0.00	0.33	3.33	0.70	4.26	65.96
Grupos NAC & OPA Disimilitud promedio = 80.00						
Loco	0.00	1.00	10.00	-	12.50	12.50
Recursos pesqueros	0.17	0.70	6.33	1.31	7.92	20.42
Sistema de islas	0.67	0.30	5.67	1.14	7.08	27.50
Fauna endémica	0.50	0.00	5.00	1.00	6.25	33.75
Flora endémica	0.50	0.00	5.00	1.00	6.25	40.00
Bosques macroalgas	0.50	0.80	5.00	1.00	6.25	46.25

AMERBs	0.00	0.50	5.00	1.00	6.25	52.50
Zonas de reclutamiento	0.08	0.40	4.17	0.84	5.21	57.71
Aves marinas	0.33	0.20	4.00	0.81	5.00	62.71
Mamíferos marinos	0.33	0.10	3.67	0.76	4.58	67.29
Grupos MUN & OPA Disimilitud promedio = 87.00						
Loco	0.00	1.00	10.00	-	11.49	11.49
Bosques macroalgas	0.00	0.80	8.00	1.95	9.20	20.69
Flora endémica	0.50	0.00	5.00	0.97	5.75	26.44
Mamíferos marinos	0.50	0.10	5.00	0.97	5.75	32.18
Aves marinas	0.50	0.20	5.00	0.97	5.75	37.93
Guanacos	0.50	0.00	5.00	0.97	5.75	43.68
Dunas	0.50	0.00	5.00	0.97	5.75	49.43
Reserva terrestre	0.50	0.00	5.00	0.97	5.75	55.17
Marine reserve	0.50	0.10	5.00	0.97	5.75	60.92
Ruta migratoria ballenas	0.50	0.10	5.00	0.97	5.75	66.67
Grupos PROP & OPA Disimilitud promedio = 76.00						
Flora endémica	1.00	0.00	10.00	-	13.16	13.16
Loco	0.00	1.00	10.00	-	13.16	26.32
Delfines	1.00	0.20	8.00	1.95	10.53	36.84
Fauna endémica	0.50	0.00	5.00	0.97	6.58	43.42
Bosques macroalgas	0.50	0.80	5.00	0.97	6.58	50.00
Guanacos	0.50	0.00	5.00	0.97	6.58	56.58
Pingüinos	0.50	0.20	5.00	0.97	6.58	63.16
Sistema de islas	0.50	0.30	5.00	0.97	6.58	69.74
AMERBs	0.00	0.50	5.00	0.97	6.58	76.32
Recursos pesqueros	0.50	0.70	5.00	0.97	6.58	82.89
Grupos TOUR & OPA Disimilitud promedio = 79.33						
Loco	0.00	1.00	10.00	-	12.61	12.61
Mamíferos marinos	1.00	0.10	9.00	2.95	11.34	23.95
Recursos pesqueros	0.00	0.70	7.00	1.50	8.82	32.77
Delfines	0.67	0.20	6.00	1.20	7.56	40.34
Pingüinos	0.67	0.20	6.00	1.20	7.56	47.90
AMERBs	0.00	0.50	5.00	0.98	6.30	54.20
Bosques macroalgas	0.67	0.80	4.00	0.80	5.04	59.24
Zonas de reclutamiento	0.00	0.40	4.00	0.80	5.04	64.29
Peces de roca	0.33	0.10	3.67	0.75	4.62	68.91
Chungungo	0.33	0.10	3.67	0.75	4.62	73.53
Usos o actividades humanas						
Grupos INV & OPA Disimilitud promedio = 66.40						
Investigación científica	0.80	0.30	6.20	1.26	9.34	9.34
Repoblación/restauración	0.00	0.60	6.00	1.21	9.04	18.37
Reserva terrestres	0.60	0.00	6.00	1.21	9.04	27.41
Ecoturismo y Avistamiento vida silvestre	0.60	0.20	5.60	1.12	8.43	35.84
Marine reserves	0.80	0.40	5.60	1.12	8.43	44.28
MEABR	0.40	0.60	5.20	1.03	7.83	52.11
Acuicultura	0.20	0.50	5.00	0.99	7.53	59.64
Educación ambiental	0.20	0.40	4.40	0.88	6.63	66.27
Pesca artesanal	0.60	0.90	4.20	0.84	6.33	72.59
Cosecha macroalgas	0.00	0.40	4.00	0.81	6.02	78.61
Grupos ONG & OPA Disimilitud promedio = 66.00						
Investigación científica	0.80	0.30	6.20	1.26	9.39	9.39
Repoblación/restauración	0.00	0.60	6.00	1.21	9.09	18.48
Reserva terrestres	0.60	0.00	6.00	1.21	9.09	27.58
Ecoturismo y Avistamiento vida silvestre	0.60	0.20	5.60	1.12	8.48	36.06

Folio011016

Educación ambiental	0.80	0.40	5.60	1.12	8.48	44.55
MEABR	0.40	0.60	5.20	1.03	7.88	52.42
Marine reserves	0.60	0.40	5.20	1.03	7.88	60.30
Acuicultura	0.00	0.50	5.00	0.99	7.58	67.88
Pesca artesanal	0.60	0.90	4.20	0.84	6.36	74.24
Cosecha macroalgas	0.00	0.40	4.00	0.81	6.06	80.30
Grupos NAC & MUN Disimilitud promedio = 61.67						
MEABR	0.08	1.00	9.17	3.25	14.86	14.86
Ecoturismo y Avistamiento vida silvestre	0.75	0.00	7.50	1.70	12.16	27.03
Pesca artesanal	0.58	0.50	5.00	0.98	8.11	35.14
Desarrollo energías renovables	0.00	0.50	5.00	0.98	8.11	43.24
Infraestructura hotelera	0.00	0.50	5.00	0.98	8.11	51.35
Investigación científica	0.92	0.50	5.00	0.98	8.11	59.46
Reserva terrestres	0.25	0.50	5.00	0.98	8.11	67.57
Educación ambiental	0.75	0.50	5.00	0.98	8.11	75.68
Marine reserves	0.58	1.00	4.17	0.83	6.76	82.43
Repoblación/restauración	0.33	0.00	3.33	0.69	5.41	87.84
Grupos NAC & OPA Disimilitud promedio = 64.50						
Investigación científica	0.92	0.30	6.67	1.41	10.34	10.34
Ecoturismo and Avistamiento vida silvestre	0.75	0.20	6.50	1.36	10.08	20.41
MEABR	0.08	0.60	5.83	1.18	9.04	29.46
Educación ambiental	0.75	0.40	5.50	1.10	8.53	37.98
Repoblación/restauración	0.33	0.60	5.33	1.06	8.27	46.25
Marine reserves	0.58	0.40	5.17	1.03	8.01	54.26
Acuicultura	0.00	0.50	5.00	1.00	7.75	62.02
Pesca artesanal	0.58	0.90	4.33	0.87	6.72	68.73
Cosecha macroalgas	0.08	0.40	4.17	0.84	6.46	75.19
Esparcimiento y recreación	0.33	0.00	3.33	0.70	5.17	80.36
Grupos PROP & OPA Disimilitud promedio = 65.00						
Reserva terrestres	1.00	0.00	10.00	-	15.38	15.38
MEABR	0.00	0.60	6.00	1.19	9.23	24.62
Repoblación/restauración	0.00	0.60	6.00	1.19	9.23	33.85
Marine reserves	1.00	0.40	6.00	1.19	9.23	43.08
Acuicultura	0.00	0.50	5.00	0.97	7.69	50.77
Ecoturismo y Avistamiento vida silvestre	0.50	0.20	5.00	0.97	7.69	58.46
Esparcimiento y recreación	0.50	0.00	5.00	0.97	7.69	66.15
Investigación científica	0.50	0.30	5.00	0.97	7.69	73.85
Educación ambiental	0.50	0.40	5.00	0.97	7.69	81.54
Cosecha macroalgas	0.00	0.40	4.00	0.80	6.15	87.69

Anexo 3

Análisis SIMPER mostrando características de biodiversidad que más contribuyen a la disimilitud entre priorizaciones entre usuarios directos e indirectos.

SD: standard deviation, Diss/SD: disimiltud/desviación estándar, Contrib%: % de contribución al Diss/SD; Cum.%: % acumulación del % de contribución al Diss/SD.

Características de biodiversidad						
Grupos Directo & Indirecto Disimilitud promedio = 76.99	Av.Abund Grupo 1	Av.Abund Grupo 2	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Loco	0.04	0.60	5.93	1.20	7.70	7.70
Bosques macroalgas	0.44	0.73	5.26	1.05	6.83	14.53
Sistema de islas	0.48	0.27	4.91	0.98	6.38	20.91
Flora endémica	0.48	0.20	4.89	0.98	6.35	27.26
Recursos pesqueros	0.22	0.47	4.81	0.96	6.25	33.52
Delfines	0.26	0.40	4.52	0.91	5.87	39.38
Mamíferos marinos	0.33	0.27	4.22	0.85	5.48	44.87
Aves marinas	0.37	0.20	4.22	0.85	5.48	50.35
Pingüinos	0.26	0.33	4.20	0.85	5.45	55.81
AMERBs	0.00	0.33	3.33	0.71	4.33	60.13

INFORME FINAL TALLERES DE VALIDACIÓN

Propuesta Creación de Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos La Higuera-Isla Chañaral

Diciembre 2014

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. Introducción 4
2. Objetivos 6
3. Metodología 7
3.1. Universo de estudio 7
Caleta Chañaral de Aceituno 7
Punta de Choros 8
Los Choros 9
Chungungo 10
Caleta Totoralillo Norte 11
Los Hornos 13
3.2. Unidad de análisis y muestreo 16
3.3. Abordaje metodológico 18
3.3.1. Técnica: Entrevistas no estructuradas 18
3.3.2. Técnica: Taller Focus Group 18
3.3. Estrategia de terreno 20
4. Análisis 22
5. Resultados 22
5.1. Entrevistas no estructuradas 222
Caleta Hornos 22
Chungungo 24
Los Choros 25
Punta de Choros 25
Chañaral de Aceituno 26
Alcaldía La Higuera 26
5. 2. Talleres de presentación y levantamiento de apreciación comunitaria 26
5.2.1. Temores y aprensiones respecto a la creación del AMCP-MU. 27
Caleta Hornos 27
Chungungo 28
Los Choros 29
Punta de Choros 30
Chañaral de Aceituno 32
6. Condiciones para aceptar la creación del AMCP-MU propuesta. 33

Folio011020

Chungungo 33
Los Choros 34
Punta de Choros 35
Chañaral de Aceituno 35
7. Condiciones necesarias para el éxito en el manejo del AMCP-MU propuesta. 36
Chungungo 36
Los Choros 36
Punta de Choros 37
Chañaral de Aceituno 37
8. Conclusiones. 37
9. Recomendaciones. 42
Bibliografía y Fuentes Electrónicas. 43

ÍNDICE DE MAPAS Y CUADROS

Mapa 1: AMCP-MU "La Higuera - Isla Chañaral" 5
Cuadro 1: Registro pescadores artesanales 2013 14
Cuadro 2: Organizaciones sociales en área de AMCP-MU propuesta 15
Cuadro 3: Organizaciones sociales que participan en talleres de validación AMCP-MU 17
Cuadro 4: Dominio y criterios de guiones *focus group* 19
Cuadro 5: Número de participantes en Fase 2 21

Folio011021

INFORME FINAL TALLERES DE VALIDACIÓN
"Propuesta Creación AMCP-MU La Higuera – Isla Chañaral"
Diciembre 2014

(Las ideas expresadas en este documento son de fidelidad de las opiniones vertidas por los actores sociales relevantes que han participado de las presentaciones y entrevistas informales.)

Equipo de trabajo:
Rosa Garay-Flühmann, Ph. D. Ecología Social, Yale University
Manuela Erazo Bobenrieth, Master of Environment, Melbourne University
Ignacio Petit Vega, Biólogo Marino, Universidad Católica del Norte

1. Introducción

El siguiente informe se elabora en respuesta a las observaciones que constan en el Ord: 111822 del MMA del 21 de junio, 2011, en el marco del Análisis de Pertinencia de la solicitud de Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos "La Higuera-Isla Chañaral" presentada por la ONG Oceana a la Secretaría Ministerial Regional del Medio Ambiente de la Región de Coquimbo, trámite iniciado el 30 de julio de 2010. En dicho documento se indica que a la fecha de presentación, la propuesta estaba respaldada por la comunidad pesquera artesanal de Punta de Choros, y dado el cambio de escenario (no instalación de plantas termoeléctricas en el área), se hace necesario ampliar la cobertura de actores sociales relevantes a las demás comunidades de pescadores artesanales y los servicios públicos.

La creciente demanda y sobreexplotación de recursos marinos, el posible establecimiento de megaproyectos de industrialización (minería de gran envergadura y puertos asociados) y las (actuales) perforaciones de la flota industrial arrastrera dentro de las cinco millas de uso exclusivo para la pesca artesanal en el área reclaman la protección de una biodiversidad marina y costera única en nuestro país. Por estos motivos, y en respuesta a la demanda de diversos actores sociales públicos y privados es que Oceana en el año 2010 presenta una propuesta al Gobierno de Chile para la creación de un Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU), figura de protección ambiental que garantiza las actividades económicas de bajo impacto que tradicionalmente se han llevado a cabo en esta

zona. Un AMCP-MU abarca un espacio físico que incluye porciones de agua y fondo marino, rocas, playas y terrenos aledaños a playas fiscales (flora y fauna), recursos históricos y culturales que la ley u otros medios eficientes colocan en reserva para proteger todo o parte del medio así delimitado (definición UICN en Oceana, 2010[1]). Ésta y otras figuras se utilizan a nivel mundial como instrumentos para conservar la biodiversidad, proteger las especies marinas en peligro y reducir los conflictos de uso territorial.

El área que se propone como AMCP-MU se extiende desde Punta Pájaros, ubicada al norte de la Caleta Chañaral de Aceituno, en la Región de Atacama, hasta Punta Poroto, al sur de Caleta Hornos en la comuna de La Higuera, Región de Coquimbo. El área comprende una superficie marítima de 3.445 Km^2 y una línea costera de unos 294 Km en el continente.

Mapa 1: AMCP-MU "La Higuera - Isla Chañaral" (Fuente: Oceana 2010)



Distancias	km
Extensión N-S (océano)	95
Extensión océano-costa Norte	28
Extensión océano-costa Sur	44
Línea costera	294
Porción terrestre continental	**km^2**
IV Región	1.698
III Región	564
Total	**2.262**
Superficie marina	**km^2**
IV Región	2.628
III Región	825
Total	**3.453**

[1] Oceana. 2010. Propuesta para la creación del Área Marina y Costera Protegida de Múltiples Usos La Higuera-Isla Chañaral. Santiago, Chile.

El área propuesta alberga una importante cantidad de especies macro-bentónicas (macro algas e invertebrados), aves, mamíferos marinos y peces; muchos de ellos con problemas de conservación. Asimismo, se reconocen hábitats de importancia ecológica para la conservación y un sistema marino de exclusividad por ubicarse en la región de transición templada del Sistema de la Corriente de Humboldt (SCH). La franja costera terrestre se justifica principalmente por la diversidad de la flora terrestre compuesta por plantas nativas y endémicas. Asimismo, esta parte del litoral es habitada por diversas comunidades que han convivido durante años en forma armónica con el medioambiente que les rodea, aprovechando los recursos que éste les ofrece para desarrollar actividades pesqueras, áreas de manejo, turismo y agricultura, siempre con miras a practicarlas de forma sustentable (Oceana, 2010).

2. Objetivos

Con el fin de dar cumplimiento al requerimiento del MMA, se procedió a validar la propuesta AMCP-MU "La Higuera – Isla Chañaral" presentada por Oceana con actores relevantes (pescadores artesanales, habitantes, autoridades) de las localidades que estarían afectas a dicha figura de conservación: Los Hornos, Totoralillo Norte, Chungungo, Los Choros, Punta de Choros y Chañaral de Aceituno. Los objetivos de este trabajo fueron:

1. Presentar propuesta de OCEANA de Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos La Higuera-Isla Chañaral a las comunidades locales.
2. Relevar información de las comunidades locales en torno a percepciones, conocimiento, posibles puntos de conflicto y expectativas de desarrollo y uso territorial contenidos en la propuesta de OCEANA del Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos La Higuera-Isla Chañaral.
3. Identificar y ajustar elementos de conflicto/tensión que potencialmente inviabilicen el apoyo de las comunidades locales en la propuesta de OCEANA para la Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos La Higuera-Isla Chañaral.
4. Validar propuesta final con las comunidades locales.

3. Metodología

El tratamiento metodológico empleado para la consecución exitosa de los objetivos se detalla a continuación.

3.1. Universo de estudio

Considerando la ubicación y extensión de la propuesta AMCP-MU, se definió como universo de estudio el área del litoral comprendida entre Chañaral de Aceituno (comuna de Freirina, Región de Atacama) y Caleta Hornos (comuna de La Higuera, Región de Coquimbo). En ella se emplazan las siguientes localidades: Chañaral de Aceituno, Punta de Choros, Los Choros[2], Chungungo, Totoralillo Norte y Caleta Hornos (mapa 1). A continuación se presenta aspectos considerados de relevancia:

Chañaral de Aceituno

Chañaral de Aceituno se encuentra en la comuna de Freirina, Provincia de Huasco, al sur de la Región de Atacama. Tiene aproximadamente 71 habitantes, 46 hombres y 25 mujeres (INE, 2005). La Caleta tiene red de agua potable y electricidad a nivel domiciliario, y recientemente de alumbrado público. La red comunicacional es deficitaria: la telefonía fija es inexistente y sólo se ofrece telefonía celular con escasa cobertura. En abril del año 2005 se declara la Reserva Marina Isla Chañaral [3], frente a la caleta del mismo nombre.

El número total de pescadores inscritos de Chañaral de Aceituno en los registros del Servicio Nacional de Pesca[4] para 2013 es de 246, de los cuales 36 son mujeres, siendo los mariscadores son los más numerosos, seguidos por los algueros donde se concentran las mujeres (cuadro 1). Los pescadores artesanales están se organizan en 3 grupos (cuadro 2) de los cuales el Sindicato de Pescadores, compuesto en su totalidad por hombres, es el de mayor importancia en términos de su tamaño y representatividad. Agrupa a aproximadamente 114 socios y un total de 32 embarcaciones del tipo bote a motor. El Sindicato de Pescadores

[2] A pesar de que la comunidad de Los Choros está ubicada a 10 km de la costa, allí se encuentra una comunidad de pescadores artesanales agrupados en dos organizaciones. En esta comunidad también se desarrolla actividad agrícola centrada, principalmente, en el cultivo de olivos.

[3] http://www.ssffaa.cl/pdf_documentacion/cnubc/normativas_y_reglamentos/3_decretos_amcp_reservas_marinas/DS_150_E_2005_Reserva_Isla_Chanaral.pdf

[4] http://webmail.sernapesca.cl/sernapesca/guest/web/cons_rpa_com.asp?com=1%20-%20compuestas

administra tres áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos (AMERB) en las zonas aledañas a la caleta: Chañaral de Aceituno, Chañaral de Aceituno Sector B y Chañaral de Aceituno C. La comunidad de pescadores está distribuida en Caleta Chañaral de Aceituno, Bahía Carrizalillo y Carrizalillo.

Punta de Choros

La localidad de Punta de Choros, creada por donación de tierras de la Comunidad Agrícola Los Choros en el año 1979, corresponde a un asentamiento costero ubicado al noroeste de la comuna de La Higuera. En marzo del año 2005 se decreta un Área Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos en Isla Choros (AMERB)[5] bajo la administración de la Asociación Gremial de Punta de Choros y en abril del mismo año se declara la Reserva Marina Isla Choros-Damas[6]. Según los registros del Servicio Nacional de Pesca[7] para 2013 en Punta de Choros hay un total de 178 pescadores artesanales que incluyen cinco mujeres, recolectoras de algas.

En las últimas décadas, la población de Punta de Choros ha aumentado sustancialmente, ya que desde 1990 la localidad se ha convertido en un atractivo turístico importante en la región, dada la presencia Reserva Nacional Pingüino de Humboldt. Hacia el 2002 existía un total de 332 habitantes, 199 hombres y 133 mujeres, cifra que debe haber aumentado los últimos años como resultado del negocio turístico. El mismo año los grupos etarios de 0 a 44 años concentraron 77%, de la cual 48% corresponde a una población 0-29 años, lo que indica una población joven (Jaime Illanes & Asociados, 2013). Cifras relacionadas con el nivel de instrucción de la comunidad de Punta de Choros señalan que más del 50% posee “enseñanza básica”, un 18,9% “enseñanza media”, mientras un 8,8% de la población se declara analfabeta (Jaime Illanes & Asociados, 2013[8]). Existen 14 organizaciones sociales en la localidad de Punta de Choros (cuadro 2).

La economía de Punta de Choros está centrada en la pesca y el turismo. En relación a los desembarques para el año 2009, el alga mostró los mayores niveles de extracción (245,4

[5] http://www.subpesca.cl/institucional/602/articles-8267_documento.pdf
[6] http://www.ssffaa.cl/pdf_documentacion/cnubc/normativas_y_reglamentos/3_decretos_amcp_reservas_marinas/DS_151_E_2005_Reserva_%20Isla_Choro_isla_Damas.pdf
[7] http://webmail.sernapesca.cl/sernapesca/guest/web/cons_rpa_com.asp?com=1%20-%20compuestas
[8] http://seia.sea.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=2128565336)

toneladas), seguida por moluscos (63,7 toneladas), crustáceos (21,7 toneladas) y peces (8,5 toneladas). El sindicato local administra dos AMERB, Punta de Choros e Isla Choros, la primera constituye la más extensa y la que aporta mayores niveles de productividad del recurso loco a nivel regional (y el 40% a nivel comunal) (SERNAPESCA, 2009).

La localidad cuenta con una estación médico rural, atendida por un paramédico (de lunes a viernes). Existe una escuela de enseñanza básica rural con una matrícula de 11 alumnos y un jardín infantil llamado Las Gaviotas (PADEM, 2014). Punta de Choros brinda una variada oferta de alojamiento turístico, con un total de 26 establecimientos, a su vez respecto a la infraestructura de alimentación se identifican un total de 7 establecimientos (Jaime Illanes & Asociados, 2013). Recientemente se conformó la Organización de Turismo y Fomento (comunicación personal Rosa Rojas, Puta de Choros).

Los Choros

Este pequeño poblado pesquero-agrícola, ubicado a unos 10 km al Sur Oeste de Punta de Choros, remonta sus orígenes al periodo colonial, denominándose “San José de La Selva” en honor al patrono San José y a la abundante vegetación presente para esa época. Siglos después adopta su nombre actual, Los Choros, por la presencia de un gran banco de moluscos de “Choros zapatos” (*Choromytilus chorus*). En 1968 se constituye la Comunidad Agrícola (CC.AA) de los Choros con superficie de 68 mil hectáreas aproximadamente. Esta CC.AA en la actualidad cuenta con 184 socios, de los cuales 10% corresponden a socios o familias de socios fundadores, mientras que un porcentaje importante corresponde a comuneros recientes (producto de la llegada del negocio turístico a la zona).

El principal uso del suelo de la localidad de Los Choros corresponde a un uso agrícola, asociado a los olivos y sus productos. También se presentan usos relacionados con el turismo (a causa de su proximidad con Punta de Choros), la ganadería caprina y la pequeña minería (Jaime Illanes & Asociados 2013). El último censo validado, registró 237 habitantes, 140 hombres y 97 mujeres. Sin embargo, al igual que otras localidades de la comuna de la Higuera, la migración por motivos de trabajo o estudio es frecuente (PLADETUR, 2008).

La información del Censo 2002 señala que la agricultura es la que concentra la mayor proporción de población económicamente activa con 32,4% sin embargo, esta cifra debe haber

disminuido considerablemente teniendo en cuenta la sequía que ha afectado la zona centro-norte los últimos años. En segundo lugar destaca la actividad pesquera que concentra al 18,3% de la población (Jaime Illanes & Asociados, 2013). Al igual que en las otras caletas, el recurso alga es que reporta mayores niveles de extracción (chascón o huiro negro 284,2 toneladas), seguido por peces (29 toneladas) y moluscos (8,5 toneladas) (SERNAPESCA, 2009). La localidad contaba con tres AMERB, pero el área Choreadero fue renunciada, por lo que actualmente Los Choros cuenta con dos AMERBS denominadas Apolillado y Los Choros; la primera está orientada a la cosecha de loco (cuarta más productiva a nivel comunal), lapa negra y lapa rosada, mientras el área Los Choros está orientada a la cosecha de la macha (*Mesodesma donacium*) (SERNAPESCA, 2009). Con una menor relevancia, también existen actividades productivas ligadas a la pequeña minería y la ganadería (caprina y mular). En relación a la actividad turística en Los Choros, esta actividad se sustenta a partir del traslado de personas a Punta de Choros.

En términos de infraestructura, la localidad aún no posee un servicio de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas, y las casas sólo cuentan con pozo negro y fosas sépticas. Sin embargo la localidad tiene una red alumbrado público y domiciliario y sistema de agua potable rural. En relación a la salud, la comunidad es atendida en una postal de salud rural (que reporta muchos problemas respecto a dotación de personal médico y la disponibilidad de ambulancias y remedios). Existe una escuela la que desde el año 1997 cuenta con jornada escolar completa, impartiendo educación desde 1º a 6º, a aproximadamente 8 niños (PADEM, 2014).

Chungungo

Chungungo corresponde a una caleta de pescadores de carácter rural, la que contaba, hacia el año 2002, con 318 viviendas (INE, 2005). En Chungungo, antiguamente “Cruz Grande”, se constituyó el puerto de embarque de la minera El Tofo, donde también se encontraba una termoeléctrica que abastecía a las faenas mineras y al primer ferrocarril eléctrico del sur de América (Jaime Illanes & Asociados, 2013). De este pasado, sólo queda el edificio que actualmente ocupa la escuela básica de Chungungo y algunas casas del viejo asentamiento.

En relación al acceso a educación formal, la población de Chungungo presenta, en su mayoría, un nivel de instrucción “básica” (66,5%), mientras que los otros niveles están poco representados en la población, excepto el nivel de enseñanza media con un 19%. El proceso de

migración es un fenómeno común en Chungungo, principalmente por razones de estudio o mejores expectativas laborales.

Por otra parte, existen 18 organizaciones sociales en la localidad de Chungungo[9], siendo las Juntas de Vecinos y los Sindicatos de Pescadores los más representativos (Jaime Illanes & Asociados, 2013).

Respecto a la actividad pesquera, existen cinco AMERB, pertenecientes a tres organizaciones de pescadores. Además de las AMERB, existen las áreas de libre acceso (ALA) o zonas históricas de pesca (ZHP), ubicadas principalmente al norte de la caleta. En cuanto a los principales recursos marinos extraídos, los datos de desembarque para el año 2009 indican que: 319,7 toneladas de algas; 11,5 toneladas de peces; 9 toneladas de crustáceos; 8,5 toneladas de moluscos. En cuanto a la explotación del loco, las AMERBS de Chungungo, son las que reportan menor productividad en sus áreas de manejo, de hecho durante el periodo 2010-2011 hubo una variación negativa de 38% en torno a las cosechas del recurso (Jaime Illanes & Asociados, 2013) indican que uno de los factores limitantes de la actividad productiva, es la falta de instrumentos y redes de comercialización, lo cual, se realiza mediante intermediarios producto de la ausencia de infraestructura de refrigeración en la caleta, obligando a los pescadores a vender rápidamente y a precios bajos. No obstante, y a pesar de que la mayoría de las caletas usa intermediarios, hay opiniones que indican que sin los intermediarios, probablemente, las caletas pequeñas no podrían satisfacer la demanda de los compradores.

La actividad agrícola y ganadera se desarrolla de forma extensiva y a pequeña escala. En Chungungo actualmente existen ocho personas usuarias de un programa de apoyo a los pequeños productores agropecuarios del secano regional; donde cuatro, son crianceros y cuatro tienen huertos de autoconsumo (PLADECO, 2010).

Totoralillo Norte

Totoralillo Norte, corresponde a un asentamiento pesquero, localizado en el sector oeste de La Higuera, entre los poblados de Chungungo y Caleta Los Hornos. El poblamiento de Totoralillo Norte se produce durante el año 1996, en el momento en que un grupo de 36

[9] De acuerdo con listado definitivo de organizaciones comunitarias territoriales para la conformación del Consejo Municipal de Organizaciones de la Sociedad Civil, Comuna de La Higuera).

pescadores de Los Hornos, presentan una propuesta para explotar una AMERB en la zona, la que es aprobada por la autoridad marítima y SERNAPESCA (Jaime Illanes & Asociados 2013. En la localidad se registran 46 pescadores artesanales que incluyen dos mujeres[10] (cuadro 1).

Según el censo del 2002, este caserío contaba con 22 viviendas construidas contiguas al borde costero, sin embargo hoy en día se registran aun más viviendas, dotando al asentamiento la categoría de poblado. En su dimensión demográfica, la población de Totoralillo Norte se puede dividir en tres categorías: 1) pescadores, 34 en total (incluyendo los que viven de forma temporal y permanentes), de los cuales, 34 son hombres y 2 son mujeres; 2) residentes permanentes, 6 personas; 3) residentes temporales, 82 personas los que corresponden tanto a familiares de pescadores del sector, como población veraneante. En esta localidad se cuenta con la presencia de una Junta de Vecinos (cuadro 2).

La actividad pesquera se sustenta fundamentalmente en la recolección de algas y el buceo de recursos bentónicos Según cifras anuales de desembarco para las áreas de libre acceso durante el año 2009, (SERNAPESCA, 2009), los cuatro productos más importantes para esta Caleta son: 1) algas (81 toneladas); 2) peces (13 toneladas); 3) crustáceos (12 toneladas); y 4) moluscos (8 toneladas). El sector de Totoralillo Norte, presenta tres AMERB correspondientes a: Sector A, Sector B y Sector C, donde destaca la explotación del loco y la lapa, lo que en cifras generales fue en el año 2009 de 8,1 toneladas. Sin embargo para el caso de la AMERB Sector A, también existe un plan de manejo de algas pardas (SERNAPESCA, 2009). En cuanto a la comercialización de los productos, estos son llevados por los mismos pescadores a Los Hornos, incluso a las ferias libres de La Serena, en donde los productos son comercializados.

El patrón de asentamiento en la caleta es espontáneo, generándose conforme con la llegada de nuevos habitantes/pescadores y dado que no existe un orden o definición de vías. En este contexto la tenencia de este territorio (fiscal) es irregular, no existiendo títulos de dominio. En esta línea de acuerdo con una encuesta realizada en la zona, se estima un 97% ocupación irregular de los predios en Totoralillo Norte (PLADECO, 2010). La zona no cuenta con cobertura eléctrica, ni red de agua potable (la cual es distribuida con camiones aljibes de la Municipalidad de La Higuera) y alcantarillado (PLADECO, 2010).

[10] http://webmail.sernapesca.cl/sernapesca/guest/web/cons_rpa_com.asp?com=1%20-%20compuestas

Los Hornos

Los Hornos corresponde a un asentamiento de pescadores artesanales ubicado en el extremo sur-poniente de la comuna de La Higuera. Según el Censo 2002, la localidad tenía una población de 585 habitantes, mostrando un aumento durante el periodo intercensal 1992-2002 de 5,4% (INE, 2005). Dicho fenómeno se explicaría por su accesibilidad y cercanía a la ciudad de La Serena, así como su localización costera. Actualmente hay registrados 186 pescadores artesanales de los cuales 39 son mujeres recolectoras de algas[11].

Desde el punto de vista de uso histórico del territorio, Los Hornos se constituye inicialmente como caleta artesanal, mientras que su desarrollo y crecimiento posterior se explica por su proximidad con la carretera (PLADETUR, 2008). Esta localización ha permitido el desarrollo de una pequeña actividad de venta de productos extraídos del mar, así como de comercios asociados a la hospedería y alimentación ofrecidos a las personas que transitan en la Ruta 5 Norte (Jaime Illanes y Asociados, 2013). Respecto de las organizaciones sociales de la localidad de Los Hornos, en el Listado Definitivo de Organizaciones Comunitarias Territoriales para la conformación del Consejo Municipal de Organizaciones de la Sociedad Civil de la Comuna de La Higuera, se detallan 27 organizaciones (cuadro 1).

Las tres actividades productivas principales son pesca artesanal (28,3%), comercio al por menor (21%) y hoteles y restaurantes (9,4%) (PLADECO, 2010). El sector pesquero reporta 160 trabajadores de acuerdo de los cuales 127 son hombres y 33 son mujeres. Existen 35 embarcaciones, de las cuales 31 son a motor y 4 a remo (SERENAPESCA, 2009). Según los datos de desembarque para Caleta Los Hornos durante el 2009, se extrajeron 257,4 toneladas de algas (chascón o huiro negro); 162,3 toneladas de peces (jurel); 39,9 de moluscos (jibia); y 32,3 toneladas de crustáceos (calamar rojo) (SERNAPESCA, 2009). La localidad cuenta con tres AMERBs correspondientes a Hornos (la tercera más productiva de desembarque de loco de la comuna de La Higuera), Hornos sector B y Las Minitas, donde se extraen principalmente loco, lapa negra y lapa rosada (Oceana, 2010; SERNAPESCA 2009). En términos generales, los productos son comercializados en los puntos gastronómicos locales y sus alrededores.

[11] http://webmail.sernapesca.cl/sernapesca/guest/web/cons_rpa_com.asp?com=1%20-%20compuestas

La actividad agrícola y ganadera (solo 2,1%) se desarrolla a muy pequeña escala, manteniendo una lógica de subsistencia. Mientras la agricultura está orientada a la producción olivícola, la ganadería se centra en la criancería caprina. La localidad cuenta con un sistema de agua potable rural (mediante red), sistema de alcantarillado, electricidad, una posta de salud rural y una escuela básica (hasta 8^{o} año básico), la que presentaba un total de 137 alumnos para el año 2013 (PADEM 2014).

Cuadro 1: Registro pescadores artesanales 2013

Categoría	CHAÑARAL DE ACEITUNO	HORNOS	PUNTA DE CHOROS	TOTORALILLO NORTE
PESCADOR ARTESANAL	66	67	112	35
ARMADOR ARTESANAL	46	40	70	21
BUZO	77	59	190	21
RECOLECTOR DE ORILLA, ALGUERO O BUZO APNEA	244	171	165	40
HOMBRES	210	147	173	44
MUJERES	36	39	5	2
TOTAL INSCRITOS	**246**	**186**	**178**	**46**

Fuente:http://webmail.sernapesca.cl/sernapesca/guest/web/cons_rpa_com.asp?com=1#compuestas).

Cuadro 2: Organizaciones sociales en área de AMCP-MU propuesta.

Localidad	Organizaciones de pescadores	Organizaciones comunitarias de base
Chañara de Aceituno, Región de Atacama	- STI Chañaral de Aceituno	- Agrupación de Turismo - Junta de Vecinos
Punta de Choros, Región de Coquimbo	- A.G. de Trabajadores del Mar Independientes Punta de Choros	- Agrupación Cultural Cormoranes. - Agrupación cultural y social de mujeres Pueblito Artesanal Punta de Choros. - Agrupación de Mujeres Emprendedoras Eco Futuro. - Centro de Padres y Apoderados de la Escuela G-42 Punta de Choros - Centro de Padres y Apoderados Jardín Infantil La Gaviotas - Centro Oceanográfico del Pacífico Sur. - Club Adulto Mayor Futuro Feliz. - Comité Agua Potable Rural de Punta de Choros. - Comité de Allegados Villa la Esperanza. - Comité de Crianceros Los Choros y Punta de Choros. - Comunidad Agrícola - Consejo Consultivo de Salud. - Grupo Juvenil Azul Profundo - Junta de Vecinos N°8 - Movimiento Defensa del Medio Ambiente (MODEMA) - Organización de Fomento al Turismo
Los Choros, Región de Coquimbo	- A.G. de Pescadores y Mariscadores de Los Choros - Organización Comunitaria Funcional de Pescadores Unidos Comuna La Higuera - Organización Comunitaria Funcional de Pescadores Bahía Los Choros	- Agrupación Cultural Folclórica Zampoñar y Los Choros - Agrupación Cultural y Social Víctor Jara - Agrupación de Artesanos Los Choros - Agrupación de Turismo - Asociación Pequeños Propietarios Agrícolas Los Choros - Centro de Madres San José Los Choros - Centro de Padres y Apoderados Escuela Los Choros - Centro de Padres y Apoderados Jardín Frutilandia Los Choros - Club de Huasos Los Choros - Club Deportivo Los Choros - Club Deportivo Victoria Los Choros - Comité de Agua Potable Rural Los Choros - Comité de Allegados la Libertad de Los Choros - Comité Minero de Los Choros - Comunidad Agrícola Los Choros - Comunidad Católica - Comunidad de Pequeños Regantes - Consejo Consultivo de Salud de Los Choros - Junta de Vecinos Nº 3 de Los Choros - Junta de Vecinos Nº21 Llano Los Choros - Movimiento Defensa del Medio Ambiente (MODEMA) - Taller del Adulto Mayor Flor del Desierto Los Choros
Chungungo, Región de Coquimbo	- A.G. de Trabajadores del Mar Independiente de Caleta Chungungo	- Agrupación de mujeres emprendedoras Azul Profundo - Campesinos Surcando Esperanzas - Centro de Madres Unión Femenina de Chungungo

	- S.T.I.de Buzos, Ayudantes, Pescadores y Recolectores de Caleta Chungungo - Organización Comunitaria Lo Castillo 59 Compañía Minera del Pacífico - S.T.I. de Buzos, Ayudantes, Pescadores y Recolectores de Orilla "La Cruz de Chungungo"	- Centro General de Padres y Apoderados de la Escuela San Andrés de Cruz Grande - Club de Adulto Mayor "Nuevo Amanecer" de Chungungo - Club de Huasos Ángelo Juliano de Chungungo - Club Deportivo Generación 2000 - Comité de Adelanto Villa Canadá de Chungungo - Comité de Emergencias de Chungungo - Consejo consultivo de salud de Chungungo - Grupo Folclórico Entre Niebla y Mar - Junta de Vecinos Nº 2 de Chungungo - Junta de Vecinos Nº 18 "Nueva Esperanza" de Chungungo
Totoralillo Norte, Región de Coquimbo	- S.T.I. de Pescadores Artesanales Totoralillo Norte	- Junta de Vecinos Nº 16 de Caleta Totoralillo Norte
Los Hornos, Región de Coquimbo	- A. G. de Trabajadores el Mar Panamericana Norte, Los Hornos - S.T. I. Nº 1 de Buzos y Pescadores Artesanales de Caleta Hornos - Agrupación de Trabajadores Independientes del Mar de Caleta Hornos - Agrupación de Mujeres Orilleras Estrellas del Mar (no registrada en Sernapesca)	- Academia Infantil de Deporte - Agrupación de Mujeres Orilleras Estrellas del Mar (no registrada en Sernapesca) - Centro de Madres Santa Elena - Centro de Madres Vida y Progreso - Centro General de Padres y Apoderados Escuela Carlos Condell - Centro General de Padres y Apoderados Jardín Infantil Sirenita - Club de Huasos Caleta Los Hornos - Club Deportivo Carlos Barrera - Club Deportivo Estrella de Mar - Club Deportivo Sol de Mar - Comité de Agua Potable Rural Caleta Los Hornos - Comité de Mejoramiento de Vivienda Villa Las Terrazas - Comité de Protección del Patrimonio Familiar - Comité Las Rocas - Comité Pro-títulos - Comité Unión Alegría - Comités de Pavimentación Las Empolvadas - Consejo Consultivo de Salud - Grupo Ecológico Línea Verde - Junta de Vecinos Nº1 - Junta de Vecinos Nº20 - Mar Azul - Taller del Adulto Mayor Las Añañucas

Fuente: Elaboración propia

3.2. Unidad de análisis y muestreo

La comprenden las organizaciones de pescadores artesanales y las organizaciones comunitarias de base pertenecientes a las localidades costeras que estarían afectadas por la AMCP-MU propuesta (Mapa 1 – Cuadro3) son, de norte a sur: Chañaral de Aceituno, Punta de

Choros, Los Choros, Chungungo, Totoralillo Norte y Caleta Hornos. Se agregó a este listado el Concejo Municipal de la I. Municipalidad de La Higuera.

Cuadro 3: Organizaciones sociales que participan en Talleres de Validación AMCP-MU.

Localidad	Organizaciones de pescadores	Organizaciones comunitarias de base
Chañaral de Aceituno, Región Atacama	- STI Chañaral de Aceituno	- Junta de Vecinos - Agrupación de Turismo
Punta de Choros, Región Coquimbo	- A.G. de Trabajadores del Mar Independientes Punta de Choros	- Centro de Padres y Apoderados - Comunidad Agrícola - Junta de Vecinos N°8 -Movimiento Defensa del Medio Ambiente (MODEMA) - Organización de Fomento al Turismo
Los Choros, Región Coquimbo	- A.G. de Pescadores y Mariscadores de Los Choros -Organización Comunitaria Funcional de Pescadores Unidos Comuna La Higuera -Organización Comunitaria Funcional de Pescadores Bahía Los Choros	- Agrupación de Turismo - Asociación Pequeños Agricultores - Centro de Padres y Apoderados Escuela Los Choros - Centro de Padres y Apoderados Jardín Frutilandia Los Choros - Club Deportivo Los Choros - Comunidad Agrícola Los Choros -- Comunidad Católica - Comunidad de Pequeños Regantes - Consejo Consultivo de Salud Los Choros - Junta de Vecinos Nº 3 de Los Choros - Junta de Vecinos Nº21 Llano Los Choros - Movimiento Defensa del Medio Ambiente (MODEMA) - Taller del Adulto Mayor Flor del Desierto Los Choros
Chungungo, Región Coquimbo	- A. G. de Trabajadores del Mar Independientes de Caleta Chungungo - S.T.I. Buzos, Ayudantes, Pescadores y Recolectores de Cta. Chungungo - S.T. Art. Buzos y Recolectores de Orilla “La Cruz de Chungungo” - Organización Comunitaria Los Castillo Chungungo	- Junta de Vecinos Nº 2 de Chungungo - Comité de Agua Potable Rural Chungungo - Agrupación de Turismo - Club de Adulto Mayor “Nuevo Amanecer” de Chungungo
Totoralillo Norte, Región Coquimbo	- S.T.I. de Pescadores Artesanales Totoralillo Norte	
Los Hornos, Región Coquimbo	- A. G. de Trabajadores el Mar Panamericana Norte, Los Hornos - .T. I. Nº 1 de Buzos y Pescadores Artesanales de Caleta Hornos - Agrupación de Trabajadores Independientes del Mar de Caleta Hornos	

Fuente: Elaboración propia

3.3. Abordaje metodológico

En función de los objetivos planteados por Oceana, y de acuerdo con los lineamientos generales acordados con el equipo de trabajo, se procedió a la elaboración preliminar de instrumentos metodológicos diseñado específicamente para el levantamiento de la información cualitativa requerida entrevistas no estructuradas y *focus group*.

3.3.1. Técnica: Entrevistas no estructuradas

La entrevista cualitativa es una técnica que permite obtener información verbal de uno o más individuos, conocidos como informantes clave y constituye una serie de encuentros reiterados cara a cara entre el investigador y los informantes (Taylor y Bogdan, 1986[12]). Las entrevistas están dirigidas hacia la comprensión de las perspectivas respecto de las vidas, experiencias y situaciones de las personas. En este sentido se realizaron entrevistas no estructuradas, entrevista creativas de acuerdo con Jack Douglas (1985 citado en Fontana & Frey 2000), sin guiones prestablecidos, a modo de conversaciones, con preguntas que abordaron las percepciones de los actores respecto de las condiciones para creación de la AMCP-MU La Higuera-Chañaral. Específicamente se trataron temas relacionados con apreciaciones acerca del estado de conservación marina costera de la zona, las anhelos/intereses de parte de las localidades en torno a estos asuntos y los puntos de posibles conflictos para lograr establecer iniciativas de conservación marina-costera. Estas entrevistas no fueron registradas por medios electrónicos, sino a modo de notas de campo. En el marco de estas conversaciones emergieron temas asociados a la industrialización de la zona con el posible establecimiento de una empresa minera de alta producción y la instalación de megapuertos y los impactos asociados a la pesca artesanal, la actividad turística, contaminación, entre otros.

3.3.2. Técnica: Taller Focus Group

El *focus group* (Krueger 1996[13]), permite capturar cualitativamente las actitudes, percepciones, sentimientos, las maneras de pensar y opiniones de los actores sociales

[12] Taylor S. J., y R. Bogdan. 1987. *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica.
[13] Krueger, Richard A. 1994. *Focus Groups: A practical guide for applied research.* Thousand Oaks: Sage Publications.

(pescadores y organizaciones de base) que son o serán afectados directamente por la presencia del AMCP-MU La Higuera-Isla Chañaral.

El diseño de los guiones para los *focus group* fue elaborado siguiendo tres ejes temáticos (cuadro 4):

Cuadro 4: Dominio y criterios de guiones de *focus group.*

Dominio	Criterios	Preguntas guía
Creación del AMCP-MU La Higuera-Isla Chañaral	Temores y aprensiones	• ¿A quiénes beneficia/perjudica? • ¿Cuáles son las expectativas de su grupo/organización/institución respecto a estos objetivos y/o funciones de la AMCP-MU? (qué cree que puede pasar; espera que cambie algo) • ¿Qué amenazas y de qué tipo detecta?
	Condiciones para aceptar la creación	• ¿Qué objetivos y/o funciones debe cumplir la AMCP-MU La Higuera-Isla Chañaral? • ¿Qué amenazas o limitantes identifica su grupo/institución en relación al cumplimiento de las funciones de la AMCP-MU?
	Condiciones necesarias para el éxito en el manejo	• Según la pertinencia del caso. ¿Cómo piensa su organización que debe manejarse/regularse el AMCP-MU? • ¿En qué área le merece mayor competencia a su organización? • ¿Con qué recursos cuenta su organización para poder desarrollar apropiadamente esas área(s)?

La dinámica fue del tipo conversación libre con preguntas que atendieron a niveles de información, creencias e ideas, valores y emociones, predisposición a la acción y a actuar, ámbito de influencia y presencia, etc.

Los participantes de los *focus group* representaban a una o más organizaciones y derivaron del taller de presentación de la propuesta. Durante la sesión, y con el fin de cumplir con los objetivos señalados más arriba, se determinó mediante una lluvia de ideas los temores, expectativas, factores que regularían la aceptación/rechazo de la AMCP-MU, así como condiciones para éxitos de la figura de conservación. Con el fin de establecer la "línea base social" de las organizaciones se determinó mediante análisis FODA el descubrimiento de: Fortalezas para llegar al imaginario; Oportunidades que presenta en su imaginario; Debilidades (impedimentos) a superar para llegar al imaginario; Amenazas que presenta en su imaginario en el marco de la implementación de la AMCP-MU.

3.4. Estrategia de terreno

El trabajo en terreno se organizó en tres fases (cuadro 4):

a) Fase 1: Dirigida a la calendarización de reuniones con la comunidad: consistió en la toma de contacto por vía telefónica con líderes de organizaciones de pescadores artesanales y de la I. Municipalidad de La Higuera y de manera personal con líderes de organizaciones comunales de base en las mismas localidades. En esta fase se realizaron entrevistas no estructuradas con dirigentes y otros residentes. Esto ocurrió durante el periodo de agosto-septiembre.

b) Fase 2: Correspondió a la realización de dos talleres en una misma sesión con el fin de incorporar la opinión ciudadana/observaciones de las comunidades locales a propuesta final.

a. El Taller 1 (duración aproximada 30 minutos) estuvo dirigido a exponer los puntos centrales de la propuesta AMCP-MU La Higuera-Isla Chañaral. Es aquí donde se explican los argumentos científicos y socio-económicos que justifican la declaración de la AMCP-MU, principal insumo y punto de partida para articular las actividades de comunicación, evaluación y validación del trabajo con las comunidades base.

b. El Taller 2 (duración aproximada 90 minutos) estuvo enfocado al levantamiento comunitario de los temores y aprensiones respecto a la creación del AMCP-MU propuesta; las condiciones para aceptar la creación del AMCP-MU propuesta, y las condiciones necesarias para el éxito en el manejo del AMCP-MU propuesta.

Dado que se trata de localidades pequeñas (no más de 500 habitantes) es común que una misma persona represente diversas organizaciones comunales, ya que los integrantes de las directivas se repiten. El número de participantes (n=155) a estos talleres se registra en el cuadro 2. Es de importancia notar que el registro de participantes en el marco de este informe discrimina entre organizaciones de pescadores y organizaciones comunitarias de base (en este caso se excluyen a los pescadores, a pesar de que también son miembros de éstas).

En el caso de las localidades de Totoralillo Norte y Los Hornos, las organizaciones comunitarias de base no participaron debido a la presión, amenazas y coerción de parte de miembros de las Directivas de la Federación La Higuera, A.G. Chungungo, S.T.I. Totoralillo Norte

Folio011038

y, de manera encubierta, del Proyecto Dominga quien ha "bonificado" material y monetariamente a las organizaciones en cuestión.

En el caso de Chungungo, participaron pescadores artesanales del S.T.I. Buzos, Ayudantes, Pescadores y Recolectores de Cta. Chungungo, S.T.I. Art. Buzos y Recolectores de Orilla "La Cruz de Chungungo" y Organización Comunitaria Los Castillo Chungungo. En esta fase y en cada localidad, se distribuyeron ejemplares del Resumen Ejecutivo (Anexo 1) y texto competo de la propuesta técnica (se indicó el sitio web de Oceana para su descarga) a los dirigentes a fin de que el documento pudieran ser socializado con las bases. Asimismo, se distribuyeron volantes con la descripción de la AMCP-MU propuesta (Anexo 2). Esta fase se desarrolló entre la segunda mitad de septiembre y la primera mitad del mes octubre del presente año.

c) **Fase 3:** Taller 3 (duración aproximada 60 minutos) de devolución de resultados obtenidos de los talleres 1 y 2 con el fin de validarlos y hacer los ajustes necesarios para la confección final del presente informe. Esta etapa se realizó durante la segunda mitad de octubre y el mes de noviembre del 2014.

Cuadro 5: Número de participantes en Fase 2.

Región	Localidad	Fecha taller 1 y 2	Fecha taller 3	Organizaciones de pescadores	Organizaciones comunitarias de base	Organizaciones públicas
Atacama	Chañaral de Aceituno	5 y 10 de octubre, 2014	03 noviembre, 2014	65	7	1 (Alcalde de Mar)
Coquimbo	Punta de Choros	3 de octubre, 2014	03 noviembre, 2014	4	9	1 (Guardaparques CONAF)
	Los Choros	3 de octubre, 2014	03 noviembre, 2014	17	16	-
	Chungungo	9 de octubre, 2014	pendiente	8	4	1 (Alcalde de Mar)
	Totoralillo Norte	11 y 26 septiembre, 2014	-	16	0	-
	Los Hornos	12 y 26 septiembre, 2014	-		0	-
	I. M. La Higuera	20 octubre, 2014	-			6 (Concejo Municipal
TOTAL				110	36	9

Fuente: Elaboración propia.

4. Análisis

Los datos obtenidos a partir de los entrevistas informales y los *focus group* se sometieron a análisis de contenidos temáticos .

5. Resultados

5.1. Entrevistas no estructuradas

Las entrevistas no estructuradas tuvieron como finalidad sondear acerca de apreciaciones de parte de la comunidad respecto de la temática de conservación marina y costera en la zona y del grado de conocimiento respecto de la propuesta de OCEANA para la creación de un AMCP-MU.

Caleta Hornos

Se sostuvo conversaciones con dos mujeres dirigentes de una serie de organizaciones sociales y comunitarias en Los Hornos, tales como Juntas de Vecinos, Comité Procasa, Comité de Pavimentación, Centro de Madres, Centro de Padres, Operadores de Turismo (restaurants). De manera espontánea emerge un antiguo tema aún latente en la población relacionado a la oposición al proyecto Termoeléctrico Barrancones en el año 2010. A pesar de estar a favor de iniciativas de conservación marina-costera, están parcialmente a favor de la instalación del "Proyecto Minero Portuario Dominga"[14] de la Compañía chilena Andes Iron, en adelante "Proyecto Dominga", ya que ha traído beneficios, es decir, respuesta a demandas y necesidades

[14] Se trata de un proyecto minero y portuario, de extracción y procesamiento de hierro con cobre como subproducto, y abarca desde la extracción de mineral hasta el embarque de concentrado para comercialización, incluyendo todos los procesos e instalaciones asociadas. El Proyecto se divide en tres sectores denominados Dominga, Lineal y Totoralillo; que comprenden la totalidad del proyecto:

- Sector Dominga: En este sector se encuentran las instalaciones asociadas a dos zonas de explotación minera a cielo abierto denominadas Rajo Norte y Rajo Sur, planta de procesos, un depósito de lastre y un depósito de relaves espesados, además de todas las obras e instalaciones auxiliares asociadas a estos procesos.
- Sector Lineal: En este sector se emplazarán dos acueductos (para envío de agua fresca desalinizada y agua recirculada desde el sector Totoralillo hasta el sector Dominga), un concentraducto (para envío del concentrado de hierro desde el sector Dominga hasta el sector Totoralillo), una línea de transmisión eléctrica de 66 kV y un camino de servicio.
- Sector Totoralillo: En este sector se emplazará la infraestructura asociada al sistema de espesado, filtrado, almacenamiento y embarque de concentrado de hierro, así como las obras para la captación, desalinización, impulsión de agua al sector Dominga y descarga de salmuera al mar. (recuperado de http://www.ironexpert.cl/2013/minera-andes-iron-ingresa-proyecto-dominga-con-una-inversion-de-us-2-500-millones)

materiales y monetarias que el gobierno (local/nacional) no ha satisfecho. Sin embargo, advierten tener muchas dudas respecto a los alcances e impactos del proyecto minero. No obstante, puntualizan que tanto "la gente del interior", así como la Municipalidad de La Higuera están a favor del proyecto. Ella explica este fenómeno en función del pasado minero de los habitantes del interior de la Comuna de La Higuera. Se mostró entusiasta de participar en los talleres de validación.

Una segunda dirigenta, en una de sus reflexiones, señala que los pescadores artesanales de la zona se muestran reacios a llevar a cabo prácticas de conservación y protección marina precisamente a causa de la "libertad" que ha caracterizado su actividad durante décadas. Existe una reticencia por parte de los pescadores de que sus prácticas extractivas sean fiscalizadas y moldeadas por agentes externos. La dirigente indica que existe una brecha entre el gremio local de la pesca artesanal -de participación exclusivamente masculina- y el resto de la comunidad, respecto a la toma de decisión en torno al mar, sus recursos y el borde costero. La crítica es que la comunidad, está dejada de lado, los hombres de mar son egoístas y reciben dinero de los grupos de poder (anteriormente de las empresas Termoeléctricas, hoy del Proyecto Dominga). Las Juntas de Vecinos nunca han sido convocadas por los gremios de pescadores artesanales para ninguna consulta, iniciativas o proyectos relacionados con el mar o el borde costero. A su vez comenta que los pescadores tienden a pensar *"en el hoy y no en el mañana"*. Esta misma persona comenta acerca de un temor de que Caleta Los Hornos crezca y cambie de forma exponencial y descontrolada, sin regulación alguna.

A pesar de haber concertado reuniones para los talleres correspondientes a la Fase 2 con miembros de sus organizaciones, el equipo de trabajo recibió llamadas telefónicas de una de las dirigentes solicitando la cancelación de las convocatorias atendiendo los siguientes motivos: Gran presión de parte de los sindicatos de pescadores de no reunirse con Oceana; problemas con los maridos (que son pescadores); recepción reciente de beneficio por parte de la Minera Dominga (no especificando de qué tipo); y por estar sujetas a amenazas de parte del Sindicato de Pescadores. Debido a esto es que prefirieron cancelar todo tipo de reuniones y acercamientos con Oceana.

Asimismo, se sostuvo conversación con un dirigente del STI Pescadores Los Hornos y declaró que en su asociación hay opiniones divididas respecto de la creación de una AMCP-MU en la zona. Esto se debe a que algunos pescadores han recibido "beneficios" de parte del Proyecto Dominga tales como becas de estudio para sus hijos, motores nuevos para sus embarcaciones y otros insumos para sus gremios y se teme perder estas ayudas si se decreta una AMCP-MU.

Chungungo

Actualmente, el poblado está en crisis. La cobertura de servicios básicos es muy exigua, la A.G. de Pescadores lleva años esperando la construcción de un muelle (la caleta aún no cuenta con esta infraestructura), sumado a las condiciones de aislamiento y la escasa representatividad de las autoridades municipales y regionales en la localidad. Esta situación ha generado una migración continua hacia la ciudad de La Serena y Coquimbo (donde la mayor parte de las familias de los pescadores residen permanentemente) y el envejecimiento de la población. Adicionalmente, frente a este escenario de crisis, la empresa privada emerge como una figura "de apoyo" como alternativa al Estado[15].

De la conversación con dirigentes locales y pobladores, se extrae que ellos están mucho más abiertos a conversar y a escuchar de la propuesta de AMCP-MU que en caleta Los Hornos. La comunidad ofrece resistencia a Oceana ya que es percibida negativamente como una organización que manipula al Estado para conservar y perjudicar a los pescadores artesanales (se hace referencia a la cancelación de proyectos de termoeléctricas en el sector que frustraron las expectativas económicas de los gremios de pescadores de Los Hornos, Totoralillo Norte y Chungungo). La comunidad indica conocer el Proyecto Dominga, el que es percibido de alto riesgo, que potencialmente podría contaminar. Existe preocupación frente a, por ejemplo, un posible derrame de petróleo en el puerto que se emplazaría en su localidad, y quién los protegería en ese supuesto. La necesidad de prevenir un escenario como ése, o básicamente cualquier evento generado por la minera que sea percibido como de alto riesgo, permite cambiar percepción negativa de la comunidad y los pescadores hacia la AMCP-MU, ya que esta

[15] Una de las dirigentes locales señaló que previo al taller ella se dirigió a las oficinas de Andes Iron en La Higuera para preguntar si existían inconvenientes con asistir a la jornada organizada por Oceana. La comunidad abiertamente reconoce vivir bajo la tutela de las empresas privadas que llegan a la zona.

figura de conservación y ordenamiento territorial sería un respaldo en el futuro (posibles indemnizaciones) en el caso que sus AMERBs se viesen perjudicadas por un evento de contaminación marina. Esto también está asociado a la protección frente a la pesca industrial, ya sea de arrastre y pelágica. Simpatizan absolutamente con la idea que mediante la figura de protección, los estándares de evaluación ambiental sean potencialmente más altos. No obstante, la gente reconoce los "beneficios" que la empresa privada a entrega a la comunidad: mediante entrega de canastas familiares y aguinaldos durante las fiestas patrias, becas de estudio para estudiantes de educación superior, beneficios para hacer proyectos, recursos para capacitación, entre otros, argumentando que *"si el Estado no está, alguien tiene que ayudarnos"*. Aquí llama la atención el rol de la empresa privada, impulsora de proyectos mineros y/o energéticos en la zona, como ente que remplaza al estado -como organismo subsidiario- en zonas alejadas/periféricas como Chungungo (respecto a los centros regionales y centrales).

Los Choros

Un dirigente que representa a una diversidad de organizaciones comunales del poblado de Los Choros informa que el pueblo está muy dividido y con mucho conflicto entre los pobladores y las familias, respecto a posturas antagónicas en torno a los proyectos mineros en la zona. Esta situación a generado una acogida positiva de la propuesta de AMCP-MU, como contrapartida a los proyectos de desarrollo productivo a gran escala en la Comuna de La Higuera. Se informa que la Empresa Dominga ha hecho ofertas de dinero en efectivo a muchas familias del sector (muchas pertenecientes a la CC.AA de Los Choros).

Punta de Choros

Dos mujeres dirigentes representantes de diversas asociaciones comunitarias y un dirigente de los pescadores artesanales expresan que la comunidad manifiesta su apoyo a la propuesta de AMCP-MU, pero que los pescadores están divididos por las mismas situaciones detectadas en las otras caletas (conservación o desarrollo económico (minero, principalmente, a gran escala). Asimismo, se constata una fragmentación entre la actividad turística y la pesquera.

Tanto la comunidad de Los Choros como Punta de Choros están divididas frente al modelo de desarrollo que se quiere para el lugar. Se presentan los siguientes grupos en pugna: “foráneos” ambientalistas vinculados a la actividad turística frente a los “locales”, que dada la naturaleza de medios de vida (pesca artesanal), poseen una mirada a corto plazo.

Chañaral de Aceituno

En Chañaral de Aceituno se sostuvieron conversaciones con dirigentes de organizaciones de pescadores artesanales y comunales, quienes manifestaron su preocupación por la desinformación acerca de los impactos que el Proyecto Dominga tendría en su espacio. Relatan eventos de contaminación por plantas termoeléctricas en el puerto de Huasco y por antiguos derrames de petróleo causante de grandes pérdidas de recursos marinos de interés económico ubicados en sus AMERB. Se manifiestan totalmente a favor de la propuesta de AMCP-MU ya que es urgente salvaguardar el área. Sugieren ampliar los límites norte de la AMCP-MU propuesta hasta Caleta Sarco.

Alcaldía La Higuera

La Alcaldía de La Higuera recibió la propuesta de AMCP-MU sin pronunciarse ni a favor ni en contra. El interés principal del gobierno local reside en las posibles limitaciones a emprender nuevos proyectos de desarrollo, entre ellos minería y desarrollo portuario. En la oportunidad se les señaló que lo importante es la capacidad de carga del ecosistema marino y costero y que se puede seguir desarrollando la pesca artesanal; los megaproyectos productivos e industriales tiene que someterse a las regulaciones ambientales vigentes.

5. 2. Talleres de presentación y levantamiento de apreciación comunitaria

En la siguiente sección se reportan los temas principales que emergieron durante los talleres con las comunidades costeras, orientados a presentar la propuesta y sondear las apreciaciones de las comunidades locales en torno al AMCP-MU.

5.2.1. Temores y aprensiones respecto a la creación del AMCP-MU.

Caleta Hornos

Se llevaron a cabo dos instancias de reunión con dirigentes y miembros de organizaciones sindicales de pescadores artesanales en fechas 12 y 26 de septiembre, respectivamente. Durante la primera jornada asisten ocho dirigentes que representan a la Asociación Gremial de Los Hornos y del Sindicatos de Pescadores Artesanales de Totoralillo y Chungungo. Los representantes Mario Flores y Marcelo Godoy se rehusaron terminantemente a que Ocena presentara la propuesta y señalaron que sus organizaciones "están en contra del AMCP-MU" (a pesar del desconocimiento generalizado en torno a las implicancias de la figura), sin entregar mayores argumentos. Existe aún resentimiento por el proceso de creación de la RM Isla Choros-Damas y refieren que su participación en el establecimiento de dicha área marina protegida y su palabra "de nada valió", ya que se decidía sobre hechos consumados, lo que efectivamente era así. Son incrédulos ante la afirmación de que el AMCP-MU es una propuesta y que aún no tiene la aprobación del Estado; insisten en que "ya está todo cocinado". En este contexto resulta muy complejo restablecer confianzas para generar un diálogo más transparente y efectivo con los dirigentes, más aun frente a un escenario de "acuerdos" entre los sindicatos y empresas mineras.

Por otra parte, hay escepticismo frente a Oceana. Se opaca el rol de Oceana, desde la perspectiva de los pescadores, a partir de la retirada de los proyectos termoeléctricos durante el año 2010, donde la organización jugó un rol importante. Los pescadores temen que en esta ocasión "corran" a las mineras y que la zona no se pueda desarrollar. El AMCP-MU no se percibe como beneficiosa al ser comparada con las donaciones que el Proyecto Dominga les otorga en "sonante y contante": becas de estudios (superiores) para los hijos, tecnología, motores, botes, artículos de línea blanca para sedes, etc. Esperarían ofertas monetarias similares de parte de Oceana, ya que, de acuerdo con ellos el Estado está "ausente". Igualmente, declaran estar a favor de los mega proyectos portuarios. También se manifestaron respecto de la nueva Ley de Pesca y se mostraron molestos ya que ante la nueva legislación, los requisitos para ejercer la actividad pesquera artesanal han aumentado, sin la entrega de una capacitación y/o apoyo previo. De la misma forma, declararon que la nueva ley vulnera la protección que tenían con las

5 millas de uso exclusivo para la pesca artesanal. Aquí, los pescadores son escépticos de los beneficios que podría entregar el AMCP-MU a relación a la prohibición de la pesca industrial en las 5 millas.

En síntesis, el ambiente durante esta reunión fue en extremo hostil y violento, siendo imposible dialogar con los presentes y realizar la presentación como se había planificado.

En la segunda reunión, a la que asistieron 16 miembros de las organizaciones antes señaladas, la postura no varía de la reunión previa. Fue imposible presentar la propuesta y el nivel de resistencia, agresión y violencia fue aún mayor. En esta sesión los presentes reconocieron abiertamente estar recibiendo compensaciones económicas de parte del Proyecto Dominga y estar en pie de guerra con iniciativas de conservación marina. Éstas son vistas como amenazas claras a la aprobación de proyectos mineros y portuarios en la zona, como ya lo fueron para las empresas termoeléctricas en el pasado.

Sorprende la actitud de completo rechazo a la presentación de la propuesta y los argumentos esgrimidos. Claramente la oposición a la iniciativa de Oceana está intervenida por terceros, desperfilado los alcances y beneficios de un AMCP-MU para los pescadores artesanales. Los comentarios y declaraciones emanadas dejan de manifiesto la presión ejercida por actores externos a la comunidad.

Chungungo

Los talleres de presentación de la propuesta y levantamiento de apreciaciones de la comunidad se llevaron a cabo el día jueves 9 de octubre en la Sede Unión Vecinal. Asistieron 16 personas que representan a la Junta de Vecinos No. 2 de Chungungo, a la Asociación Gremial de Trabajadores del Mar Independientes Chungungo, la Asociación de Buzos, Ayudantes, Pescadores y Recolectores de Caleta Chungungo y el Sindicato de Trabajadores Artesanales, Buzos y Recolectores de Orilla "La Cruz de Chungungo".

La percepción de los asistentes es que *"ya está todo protegido"*. Las islas Pájaros, Chungungo y Tilgo son actualmente áreas importantes de extracción para la pesca artesanal local. Los pescadores se muestran temerosos –no así reticentes- de proteger estos lugares mediante una figura de conservación. Basado en la experiencia (negativa) con la Reserva Islas

Choros-Damas, en la que quedaron excluidos del uso de zonas históricas de pesca, es que se muestran temerosos de proteger estos lugares mediante una figura de conservación formal, proveniente del Estado[16]. Emerge una crítica hacia el doble estándar de la institucionalidad pública quien *"no tienen idea del mar"*, al focalizar sus acciones de protección en la creación de áreas marinas protegidas, pero dejando de lado la protección de la pesca artesanal frente a las amenazas de la pesca industrial y los robos por parte de caletas aledañas (Coquimbo) *"el pescador artesanal se está extinguiendo"*, *"la autoridad se ríe de nosotros"*. Se percibe que la toma de decisiones en torno a los recursos hidrobiológicos está fundada en intereses políticos, más que en la protección de los ecosistemas marinos y las poblaciones humanas que dependen de estos. Esta desconfianza se extiende también a la capacidad -y voluntad- del Estado en términos de la disponibilidad de recursos financieros para administrar el AMCP-MU y el nivel de participación de la comunidad - futuros usuarios- en el diseño y administración de los fondos destinados a esta figura de conservación.

Las restricciones del acceso y uso de las Áreas Históricas de Libre Acceso (la Isla Chungungo es la más importante de ellas) son dos elementos que se suman a las aprensiones de la comunidad de pescadores artesanales. En este sentido es de suma relevancia la incorporación de los sindicatos en el proceso de zonificación.

Los Choros

Los talleres de presentación de la propuesta y levantamiento de apreciaciones de la comunidad se llevaron a cabo el día viernes 3 de octubre en la Sede Club Deportivo "Victoria". Asistieron 32 personas pertenecientes a diversas asociaciones locales. Éstas son: MODEMA, A.G. Los Choros (agrupa a varios sindicatos), Cooperativa de Pescadores Artesanales, Organización de Desarrollo y Fomento al Turismo, Comunidad Agrícola de Los Choros, Junta Vecinos Los Choros y El Llano, Agricultores, Club Deportivo, Tercera Edad y Centro de Padres.

[16] Existe mucha desconfianza desde gremio de pescadores. En el marco de antiguos proyectos relacionados con la RM Isla Choros-Damas los pescadores de Chungungo fueron convocados en una serie de instancias y talleres, sin embargo, en su opinión, los aportes o inputs entregados durante estas actividades no se plasmaron en los informes institucionales de dichos proyectos. La comunidad siente que no fueron tomados en cuenta y por supuesto no quieren que esto se vuelva a repetir.

Los habitantes de Los Choros señalan que el mayor patrimonio que tienen está ligado a la riqueza de los ecosistemas marinos y terrestres del lugar. Aunque esa riqueza puede ser considerada "como un arma de doble filo" producto de marcos regulatorios deficientes. La comunidad insiste en el peso que tiene la clase política y el sector privado en la aprobación y éxito del AMCP-MU, *"Chile es un país en manos de empresarios, el resto no tiene voz ni voto".*

Hay buena recepción de la propuesta y de la figura de conservación, en especial desde el sector que ofrece servicios turísticos. No obstante, resulta evidente la gran desconfianza hacia las instituciones públicas, clase política y empresarial. Citan que no hay experiencias positivas en el país "todas *las AMPs que se han decretado en Chile son de papel, ninguna ha resultado"* (argumento basado en la experiencia con las RMs Isla Choros-Damas e Isla Chañaral y el AMCPMU Isla Grande de Atacama); advierten la naturaleza discursiva y no práctica de la conservación marina en Chile, así como de una institucionalidad deficiente; preocupan los ciclos políticos y los cambios en la legislación ambiental; apuntan a la ausencia de recurso financieros y falta de educación de las comunidades, futuras usuarias del AMCP-MU.

Otras aprensiones que surgen de los sectores pesca artesanal, turismo y agricultura de olivos, se relacionan con la compatibilidad de actividades de protección y conservación de los patrimonios ambiental y sociocultural y el desarrollo económico, en particular la franja del borde costero. En este sentido emerge el temor de la instalación del Proyecto Dominga y los megapuertos, tales como el proyecto de Puerto Cruz Grande[17] en la comuna de La Higuera, temor basado en la desconfianza y descrédito de la autoridad ambiental (SEA) y marítima.

Resulta interesante señalar que la comunidad siente que las dimensiones del AMCP-MU propuesta pueden ser insuficientes para la conservación en el área terrestre.

Punta de Choros

Los talleres de presentación de la propuesta y levantamiento de apreciaciones de la comunidad se llevaron a cabo el día viernes 3 de octubre en la Sede Junta de Vecinos. Asistieron 11 personas representando a MODEMA, A.G. Punta de Choros, Comunidad Agrícola Los Choros, Organización de Desarrollo y Fomento al Turismo, Junta Vecinos Punta de Choros y CONAF.

[17] Esto supone la construcción de dos puertos de embarque de mineral en la zona donde se propone un AMCP-MU. Iron Andes, en Totoralillo Norte y CAP-CMP en Cruz Grande, Chungungo.

Existe el temor en la comunidad de Punta de Choros de que el proceso de creación del AMCP-MU sea impositivo y no democrático y que se pueda replicar la misma experiencia de las Reservas Marinas. La percepción es que tanto las autoridades del centro regional y nacional, como ONGs y Fundaciones están incapacitadas para visualizar las implicancias positivas y negativas de las figuras de conservación, *"porque no viven la realidad de las comunidades locales".* Agregan que si no han podido administrar apropiadamente las reservas marinas, *¿cómo van a poder gestionar (o apoyar) el AMCP*?

La comunidad reconoce que la intención de decretar un AMCP-MU en la zona ya estaba instalada desde hace al menos una década y llama la atención la ex temporalidad de la propuesta de Oceana, señalando además que el trabajo de Oceana en la zona ha sido poco constante. Opinan que "*ya es demasiado tarde*" para presentar la propuesta, pues existen en carpeta dos mega-proyectos de inversión en la zona (Proyectos Dominga y Puerto Cruz Grande). En este escenario, la comunidad, incluida la A.G. de Punta de Choros, se encuentra actualmente dividida y fracturada en sus relaciones sociales. *"Llegaron atrasados,* (respecto a Oceana) *hoy día hay una intervención fuerte, estamos peleados entre nosotros mismos (…) Esto era lo interesante que tenía el AMCP, que tenía, porque ya no lo tiene… hoy está todo intervenido, tenemos la pesca industrial adentro, ya hay convenios firmados con la empresa, hay concesiones portuarias ya negociadas… ¿qué va a haber, van a venir a restringir los contratos que ya se tienen? (…)".* Bajo el mismo argumento de ausencia de coordinación e incoherencia interministerial, la A.G. de los Choros pone de relieve una situación de máxima preocupación: la aprobación del Plano Regulador Intercomunal de la Provincia del Elqui (PRI) el 28 de julio del 2014 (hoy en Contraloría), que reconoce a la Comuna de la Higuera como polo portuario estratégico a nivel provincial. En el marco del corredor bioceánico (que conectaría la ciudad de Porto Alegre en Brasil, con la Región de Coquimbo, vía paso Aguas Negras), se declara la zona de "vocación portuaria", con miras a instalar puertos en Totoralillo Norte, Cruz Grande y Bahía Barrancones junto con tres "zonas de extensión urbana" destinadas a instalaciones portuarias asociadas, como bodegas, frigoríficos y áreas de acopio de carga[18]. El PRI estuvo a cargo del

[18] Para mayor detalle ver: http://www.semanariotiempo.cl/2014/09/07/plan-regulador-intercomunal-de-elqui-reconoce-vocacion-portuaria-de-la-costa-de-la-higuera/

GORE y del MINVU. Entonces, emerge la interrogante, *¿por qué el estado querría instalar un AMCP-MU y al mismo tiempo aprueba una zonificación como el PRI?"*

También se releva la preocupación de si la figura de AMCP-CMU realmente protegerá a la pesca artesanal, teniendo en cuenta la existencia de perforaciones legales de las 5 millas en la Macrozona de Norte (III y IV Región). Se preguntan de qué forma el Estado pretende aliarse con el sector pesquero artesanal para promulgar iniciativas de conservación marina, mientras entrega señales equívocas y contradictorias, como la perforación de las 5 millas y la entrega de concesiones portuarias en la comuna,. En este sentido, el AMCP-MU podría interpretarse como "*un voladero de luz*".

La protección del borde costero es también un elemento de preocupación, toda vez que se reconoce la fuerte presencia de tierras en manos de privados y poco en manos del Estado.

La experiencia con las Reservas Marinas fue muy negativa en términos sociales ya que generó una fragmentación social entre las caletas del sector y al interior de éstas, así como una transformación de los sistemas pesqueros tradicionales que se desarrollaban en las islas (con repercusiones en los ingresos de los pescadores). Se teme que la presencia de un AMCP-MU cobre iguales dividendos.

Existen dudas respecto de la seriedad del compromiso estatal con el financiamiento de un futuro Plan General de Administración. Temen que el estado se desligue de sus obligaciones y que la vigilancia y fiscalización del territorio bajo protección lo tengan que hacer los mismos pescadores con sus recursos.

Chañaral de Aceituno

Los talleres de presentación de la propuesta y levantamiento de apreciaciones de la comunidad se llevaron a cabo los días domingo 5 y viernes 10 de octubre en el Domo. A la primera reunión asistieron 65 personas, en su totalidad al S.T.I. Caleta Chañaral de Aceituno y algunos se desempeñan en labores turísticas. La segunda reunión contó con la presencia de 5 personas representando a la Junta de Vecinos y Operadores Turísticos.

Los participantes apoyan la creación de un AMCP-MU. No obstante emergen temores respecto de los 80 metros destinados a la protección del borde costero producto de la

existencia de relaves en la zona. También existe desconfianza respecto del margen de tiempo existente entre el decreto de un AMCP-MU y su Plan General de Administración (PGA). El Sindicato se muestra reticente a aceptar condiciones similares a la implementación de la RM-Isla Chañaral, "*¿cómo vamos a seguir trabajando si hay que esperar por un PGA, y este puede demorar años?* Esta duda está relacionada con la zonificación y la potencial instalación de zonas núcleo y zonas de uso sustentable de los recursos naturales y el potencial cierre de Áreas de Libre Acceso (ALA). Esta duda es fundamental, y está en la base de la desconfianza del Sindicato en apoyar la propuesta.

Desprotección del patrimonio Chango, al no ser un pueblo originario reconocido por el Estado de Chile ¿De qué forma la AMCP podría integrar esta problemática, históricamente postergada?

Reconocimiento de que los ciclos políticos tienen una gran incidencia en el éxito de un AMCP-MU

Los pescadores de Chañaral de Aceituno exigen transparencia en el proceso de decreto de AMCP-MU, así como su participación activa y vinculante en diseño de PGA. De igual forma piden garantías de que el proceso será así.

6. Condiciones para aceptar la creación del AMCP-MU propuesta.

Chungungo

Los participantes de Chungungo declaran requerir de mayor información y especificaciones legales/técnicas respecto de cómo el AMCP-MU va limitar a la pesca industrial en la zona. Entre las condiciones planteadas para suscribir a la propuesta de AMCP-MU se encuentran dos que cobran singular importancia: garantías de que el proyecto de muelle en la Dársena (Proyecto Puerto Cruz Grande[19]) se va llevar a cabo y protección de las AMERB, principalmente en relación al incremento de las labores de vigilancia (para evitar el robo por

[19] El Proyecto consiste en una instalación portuaria, capaz de atender naves graneleras de hasta 300.000 DWT, cuyo propósito inicial es brindar los servicios de recepción, acopio y embarque de graneles minerales de hierro requeridos por el "Proyecto Tofo" y, eventualmente, por otros proyectos mineros interesados. La instalación portuaria permitirá el embarque de 13,5 millones de toneladas de minerales a granel al año. (Recuperado de: http://www.cap.cl/wp-content/uploads/2012/08/cap_resumen_ejecutivo_impacto_ambiental_proyecto_pto_cruz_grande.pdf.
Actualmente el proyecto está en estado de calificación (recuperado de: http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=7178119).

parte de pescadores de caletas vecinas). Según lo relatado por los participantes, existen prioridades en la caleta que son más importantes y atingentes que la propuesta de AMCP-MU, motivo que justificaría su apertura a recepción de ayuda de parte de la Compañía de Acero del Pacífico (CAP)[20]. En este contexto la gente argumenta *"CAP entrega a la gente lo que el Estado no ofrece"*. Sin embargo, en esta misma reflexión surge un malestar respecto a la dependencia con la empresa privada, *"la gente está cansada de depender de las empresas, prefieren depender del Estado"*. Esto demuestra que la comunidad si reconoce el daño o las externalidades negativas de la actividad industrial en la zona, así como de los procesos de cooptación en los cuales se han visto envueltos, sin embargo es el precio que hay que pagar por acceder a niveles de bienestar económico en el corto plazo *"tenemos que hipotecar nuestro futuro para comer hoy".*

Los Choros

La comunidad de Los Choros condiciona la creación de un AMCP-MU, en primer lugar, a que exista una mayoría simple apoyando la propuesta y en segundo lugar, al compromiso y transparencia política, administrativa y financiera del estado y los Ministerios correspondientes (Medio Ambiente, Defensa, Economía) y el compromiso político, administrativo, financiero del Estado: los Ministerios: MMA, Ministerio Economía. Seguidamente, consideran fundamental la participación vinculante "real" de la comunidad en la administración con compromisos explícitos, en torno a los derechos y deberes de la comunidad y los organismos estatales competentes y con un fuerte componente de educación ambiental. Por otra parte, para la comunidad sería importante saber bajo qué Modelo Administrativo operaría la figura de protección, también saber cómo el Sistema de Evaluación Ambiental (SEIA) se adaptaría a los lineamientos de la AMCP-MU*, "que sea el SEIA que se modifique en virtud de la AMCP-MU y no al revés"*. En este sentido, y sabiendo que la figura permite la convivencia con proyectos de desarrollo, esperaría que toda el área propuesta quedará protegida en un 100% y que fuera restrictiva a los megaproyectos a futuro.

[20] CAP Minería, en el marco de su política de Responsabilidad Social Empresarial, entregó dos cursos de capacitación a los vecinos de la localidad de Chungungo. Estética Capilar, al cual asistieron 16 alumnas, y Artesanía en Conchas y Cuero de Pescado, el que contó con 13 alumnos. Dichos cursos tuvieron una duración de 50 horas, respectivamente. (Recuperado 26 de noviembre 2014 de: http://www.capmineria.cl/capacitando-a-los-vecinos-de-chungungo/).

Asimismo, otra condición que surge es definir de forma muy detallada, tanto al interior del decreto como en el PGA, una definición particularizada de pesca artesanal[21] y explicitar las zonas núcleos, zonas de uso sustentable de recursos naturales y zonas de usos generales en la franja terrestre y costera.

Punta de Choros

La comunidad señala que como condición para validar la AMCP-MU debe haber un mayor estudio de la propuesta seguido de una discusión profunda con toda la comunidad, para consensuar *¿es esto lo que queremos?* Se propone que la comunidad profundice este tema, y generé, de forma autónoma, una discusión y resolución entorno a el AMCP-MU, visibilizando los beneficios para la pesca artesanal y los demás sectores productivos presentes en el pueblo.

Otro requerimiento que emerge de la discusión es que debe existir un reconocimiento del trabajo que ha realizado la comunidad Punta de Choros en la autogestión del territorio costero y marino. De esta forma, se argumenta que ya existe una capacidad instalada en la comunidad para promover y gestionar iniciativas como éstas. De hecho la A.G argumenta que son ellos mismos los que han elaborado formas de autorregulación[22], de diseño de corredores de cetáceos, entre otras iniciativas.

Chañaral de Aceituno

Por unanimidad, los pescadores apoyan la creación de una AMPC-MU siempre y cuando se tenga el compromiso serio y responsable de parte del Estado de entregar los recursos (monetarios, en personal, capacitaciones, etc.) necesarios para la implementación de la figura;

[21] Por ejemplo en la definición contenida en la página web de SERNAPESCA se indica *"la actividad pesquera extractiva realizada por personas naturales en forma personal, directa y habitual y, en el caso de las áreas de manejo, por personas jurídicas compuestas exclusivamente por pescadores artesanales, inscritos como tales (…) Se entiende por embarcación artesanal aquella con una eslora máxima de 18 metros y hasta 50 toneladas de registro grueso, opera por un armador artesanal, identificada e inscrita como tal en los registros correspondientes…"*. (recuperado de: http://www.Sernapesca.cl/index.php?option=com_content&task=view&id=83&Itemid=220). La comunidad estima que es una definición deficiente porque pone el acento en la longitud de la embarcación, pero no en el ancho de ésta. De igual forma el sistema de monitoreo Gobernación Marítima (basado en tecnologías de GPS y LSG) tampoco resolvería los problemas de perforación ilegal y/o camuflada de las 5 millas.

[22] Por ejemplo, aun la A.G de Punta de Choros no ha aprobado el "buceo de huiros" (solo recolección de orilla) entre sus miembros, siendo que la autoridad permite este tipo de practicas extractivas. También existe la demanda de la comunidad local (MODEMA, Organización de Desarrollo y Fomento al Turismo y Junta de Vecinos) de conservación del humedal Los Choros (asociado al acuífero), que ya esta siendo amenazado por la existencia de micro-basurales, entre otras otros. Para mayor detalles ver http://www.elcomunal.cl/grave-contaminacion-en-humedal-cercano-a-los-choros).

se tenga el Plan de Administración (PGA) y los recursos que lo acompañen antes de decretar la creación de la AMCP-MU; y que el Plan de Administración sea elaborado con la participación explícita de la comunidad. También explicitar si la propuesta de AMCP-MU supone restricciones en las ALA, Los pescadores no van a aceptar una propuesta de conservación como la RM, donde la percepción es que se les mintió, y hoy no existe autoridad "que venga a dar la cara" respecto a el financiamiento de la RM y la promesa de los excedentes.

7. Condiciones necesarias para el éxito en el manejo del AMCP-MU propuesta.

Chungungo

La comunidad estima que deben darse plenas garantías de protección de las AMERBs, principalmente en relación al incremento de las labores de vigilancia (para evitar el robo por parte de pescadores de caletas vecinas).

Los Choros

La comunidad enfatiza para un correcto y exitoso manejo del área protegida la existencia de consejo bipartito comunidad[23] (organizaciones sociales, pescadores artesanales) y Estado. En este sentido surge la necesidad de capacitar a la gente en los contenidos de gestión/administración de un AMCP-MU y así tener mayor autonomía en el futuro.

Se requiere transparencia en el manejo del AMCP, lo que guarda relación estrecha con la superposición y choque entre distintos intereses (sociales, ambientales y económicos, por ejemplo: choque de intereses entre habitantes del interior y la costa; ausencia de consensos en la zonificación del AMCP-MU[24]; y actividad turística, pesquera y minera/portuaria que sobrepase capacidad de carga). Por lo mismo, se requiere que las labores de vigilancia estén a cargo de un organismo neutral desinteresado (problema con los robos de las actuales Reservas Marinas y AMERB) para sí salvaguardar y favorecer la producción de los pescadores

[23] Uno de los componentes que el futuro PGA debería abordar, según la CLCH, está relacionado con la toma de decisión en torno a el AMCP-MU y el futuro PGA, fundamentalmente ¿quién debería decidir/participar y quién no? En el caso de los comuneros, muchos de ellos viven fuera de la zona, algunos en Santiago, sin embargo el peso de su opinión es la misma que la de un actor local. Se plantea "la residencia permanente" como requisito para participar del proceso de toma de decisión.

[24] Zona(s) núcleo(s), zona(s) de uso sustentable de recursos naturales y zona(s) de usos generales.

artesanales.La lógica de administración debe estar sustentada por una visión de tenencia común "esto es nuestro".

El éxito también se asocia a un cambio en la mentalidad de la gente, que puede lograrse a través de la participación, capacitación y educación, promoviendo el capital cultural y ambiental de la comunidad. Se aprecia que esta figura de conservación es muy buena para *"algunas cosas"* (objetivos de conservación y beneficios para pesca artesanal y turismo), pero también restringe. De esta forma es fundamental elaborar estrategias de educación ambiental en la zona afectada, especialmente a los habitantes del sur de la Comuna de La Higuera, que perciben a esta figura de conservación como una amenaza (doble discurso de rechazo a la "restricción de la actividad pesquera artesanal" e interés por recibir beneficios de mega-proyectos mineros/energéticos).

Punta de Choros

La gestión exitosa del AMCP-MU dependerá de las conversaciones y discusiones con las bases

Chañaral de Aceituno

Para la comunidad es requisito el compromiso vinculante y la transparencia de todas las autoridades asociadas con la gestión y administración del mar y medio ambiente. La participación activa y vinculante en diseño de PGA también es reconocida como una variable que condiciona el éxito de la gestión del área propuesta.

8. Conclusiones

El apoyo a la propuesta de creación de un Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos en el sector comprendido entre Caleta Hornos y Chañaral de Aceituno está dividido. Las directivas de pescadores artesanales de Hornos, Totoralillo Norte y Chungungo se manifiestan reacias a escuchar la propuesta, por lo que su desaprobación se realiza sobre la base de su desconocimiento. El apoyo, en contraste, se concentra principalmente en la localidades del norte, es decir, Los Choros, Punta de Choros y Chañaral de Aceituno, y de manera menos abierta en algunos pescadores artesanales (cuyas identidades se mantienen en reserva) y otros habitantes de Los Hornos y Chungungo. Entre estos pobladores se ha generado una conciencia de conservación ambiental y marina producto del mayor conocimiento de la biodiversidad

marina y diversas amenazas a la pesca artesanal y el turismo asociado a deportes marinos de bajo impacto y al avistamiento de cetáceos. Entre ellas el pasado intento de instalación de termoeléctricas y en el presente los proyectos de explotación minera e instalación de megapuertos que significarían una alteración mayor tanto en el ámbito terrestre como marino.

Los participantes de los talleres manifiestan *temores y aprensiones* relacionados con la creación de una AMCP-MU en la zona. Estos se pueden agrupar en las siguientes categorías:

1. *Historia previa con figuras de conservación marina:* La creación de las Reserva Marinas en la zona restringió las visitas a zonas históricas de pesca. Se piensa que el AMCP-MU propuesta los perjudicaría nuevamente en sus actividades de pesca en áreas de libre acceso al asociarse con zonas *no-take*. Por otra parte, la ausencia de experiencias exitosas de AMCP-MU en el país es también fuente de preocupación.
2. *Alcance real de conservación marina-costera:* La amenaza de un proceso de industrialización en el borde costero de la zona y la presencia de pesca industrial hacen dudar de la eficacia de esta propuesta.
3. *Desconfianza en el Estado, sus instituciones y mecanismos de protección ambiental:* Existe la apreciación generalizada que el Estado no cumple a cabalidad con los compromisos adquiridos en materia de conservación marina y protección a la pesca artesanal. En tal sentido se teme que, al igual que lo sucedido con el financiamiento para la implementación de los planes generales de Administración de las Reservas Marinas Isla Choros-Damas (Región Coquimbo) e Isla Chañaral de Aceituno (Región de Atacama) el Estado no muestre seriedad y responsabilidad en la entrega de los recursos (financieros, personal, capacitaciones, etc.) necesarios para la implementación de la figura.
4. En otro ámbito, se desconfía que el AMCP-MU sea garante de las cinco millas marinas exclusivas para la pesca artesanal. La reciente aprobación por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura de perforación en dos millas marítimas en favor de la pesca industrial de crustáceos[25] crea una atmósfera de reticencia y desconfianza frente a verdadero poder cautelar de la figura de protección marina-costera propuesta.

[25] http://www.subpesca.cl/normativa/605/articles-84979_documento.pdf

5. Otro punto importante está referido al Sistema de Evaluación Ambiental (SEA), particularmente en lo que respecta proyectos mineros y portuarios de alto impacto y de qué manera salvaguardan la protección y conservación del borde costero. Los participantes expresan sus dudas frente a la objetividad y neutralidad política de las evaluaciones que se realizan.
6. *Participación ciudadana efectiva:* La ausencia de representatividad y compromiso tanto de las comunidades como de las autoridades locales y regionales en el proceso de validación, diseño de Planes de Gestión y futuras toma de decisiones son dos factores que podrían perjudicar un futuro buen desempeño del AMCP-MU.
7. *Escepticismo frente a Oceana:* Desde la cancelación de los proyectos termoeléctricos, algunos participantes perciben una opacidad de la labor y el rol de Oceana como articulador de una demanda realizada por actores locales y públicos por una protección del mar y sus costas (y que se plasma en la propuesta AMCP-MU La Higuera – Chañaral de Aceituno). La ausencia en la zona después del conflicto creó suspicacias respecto del compromiso y conocimiento real de las condiciones de vida de algunas localidades al sur del área propuesta. Los avances realizados en torno a la presentación de la propuesta a la SEREMI de Medio Ambiente y otros servicios públicos son desconocidos por la población.
8. *Dimensiones del AMCP-MU propuesta:* Se ha sugerido modificar las dimensiones de la AMCP-MU en dos sentidos: a) ampliar su extensión hacia caleta Sarco ubicada al norte de Chañaral de Aceituno manteniendo el punto de origen por el sur y b) disminuir su extensión de modo que le límite sur se encuentre en Chungungo y manteniendo el límite norte.

Las *condiciones y/o requerimientos* necesarios para apoyar la propuesta de AMCP-MU La Higuera – Chañaral de Aceituno se circunscriben a los siguientes ámbitos:

1. *Garantías explícitas respecto a la protección de la pesca industrial:* Los pescadores artesanales declararon que si bien la figura de conservación legalmente los protege, sólo apoyarían su creación si queda explicitada de manera foral en un documento con fuerza legal.

2. *Participación vinculante de las comunidades locales y sus habitantes:* Los participantes demandan ser incluidos a partir de las presentaciones realizadas en las localidades en las mesas de trabajo y de toma de decisiones; explicitando los derechos y deberes de la comunidad. Esta vinculación debería abarcar todos los ámbitos presentes en las comunidades: pesca artesanal, turismo y comercio, educación.
3. *Compromiso de los organismos competentes:* Se espera que los organismos ministeriales, sectoriales y municipales sean tranparentes y actúen de manera coordinada en las etapas que siguen hasta la aprobación de la AMCP-MU y en el financiamiento y vigilancia que compete al Estado. Asimismo, se exigiría que los estándares exigidos por el Servicio de Evaluación Ambiental, sean más estrictos para proyectos industriales que se puedan presentar en la zona.
4. *Existencia de Plan de Gestión:* Los participantes consideran el diseño del Plan de Gestión para la AMCP.MU con la participación explícita de la comunidad y que debería ser presentado en plazos mínimos una vez decretada la figura de conservación. De manera paralela, el Estado debe comprometer y presupuestar de manera real el financiamiento y fiscalización que le correspondiere.

Quienes participaron de este trabajo consideran que el ***éxito de la propuesta*** de AMCP-MU La Higuera –Isla Chañaral se sustentaría en lo siguiente:

1. *Participación comunitaria activa y sostenida en el tiempo:* Las propuestas asociadas con la A AMCP-MU en sus distintas dimensiones -desarrollo pesca artesanal, actividad turística, educación ambiental en conservación costera y marina- sean vinculantes.
2. *Diseño de Plan de Gestión y Modelo de Administración:* Se supeditaría la integración de os representantes de las localidades a residentes permanentes. Las alternativas propuestas por los asistentes a sistemas de administración mixta, es decir, público-privado, de modo de crear alianzas y facilitar el acceso a recursos desde ambas esferas.

Los *elementos que potencialmente pueden inviabilizar* el apoyo de las comunidades locales en la propuesta de Oceana para la Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos La Higuera-Isla Chañaral tienen que ver con aspectos históricos y otros de reciente data.

1. En los históricos que atañen a la pesca artesanal se ubican aquellos relacionados a la creación de la AMERB Isla Choros y las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Coros-Damas en el año 2005. A partir de estas figuras de conservación marina se origina una situación de exclusión, amparada por la ley, a los pescadores artesanales que históricamente pescaban en esas zonas ricas en recursos bentónicos de alto interés comercial (loco, lapa y erizo). En este contexto, se realiza la asimilación de la AMCP-MU como una zona de exclusión a la pesca artesanal o que favorecería sólo a algunos.
2. Dentro de los factores de reciente data se encuentran los proyectos de industrialización de la comuna de La Higuera concentrados actualmente en la actividad minera y puertos para embarque de mineral de hierro de alto impacto para la conservación de la biodiversidad costera y marina de la zona. La presencia de estos proyectos ha provocado la división entre las comunidades costeras frente a la propuesta de AMCP-MU. Se observa gran resistencia y oposición desde los pescadores artesanales de las localidades de Hornos y Totoralillo Norte. Tal situación se explica desde el desconocimiento e incomprensión de los beneficios a la pesca artesanal y turismo, la confusión de entre AMCP-MU y reserva marina y lo que respecta el desarrollo de proyectos productivos e industrialización de gran envergadura (minera y portuaria) en la zona. En este sentido, la intervención en las comunidades de proyectos mineros obstaculiza la participación de los pescadores artesanales y sus familias en los talleres de validación ya que se sienten coartados tras haber recibido beneficios en dinero y/o especies de parte de esas empresas (CAP-Andes Iron). En las restantes localidades (excluyendo Chañaral de Aceituno, ya que se encuentra fuera del radio de influencia), se reconoce la presión a la que están sujetos los pescadores artesanales frente a la oferta de beneficios ofrecidos por estas empresas mineras.
3. Por otra parte, el Municipio de La Higuera no ha manifestado su apoyo expreso a la propuesta, lo que dificulta la legitimación e identidad de la comuna con esta iniciativa de conservación marina. Esta posición contrasta con la de los otros servicios públicos de la

tercera y la cuarta región que participan en la Mesa Técnica de la AMCP-MU La Higuera-Isla Chañaral.

4. La poca presencia de Oceana en las localidades amenaza la legitimidad de la organización como promotora de la propuesta.

9. Recomendaciones

Frente a la información relevada durante el trabajo en terreno, se sugieren las siguientes acciones para la aprobación de la propuesta:

⇒ Aumentar la difusión de la propuesta en las localidades antes señaladas fin de que se conozca a cabalidad los alcances, beneficios y restricciones de la AMCP-MU La Higuera-Isla Chañaral.

⇒ Solicitar en calidad de urgente la presencia de la SEREMI de Medio Ambiente a fin de que las localidades y sus habitantes sepan que la propuesta AMCP-MU La Higuera-Isla Chañaral cuenta con el apoyo de esa entidad y de los servicios públicos que tienen pertinencia en el tema.

⇒ Invitar a representantes de las localidades a formar parte de manera permanente de las Mesa de Trabajo Técnicas de la tercera y cuarta regiones. AMCP-MU La Higuera-Isla Chañaral

Bibliografía y Fuentes Electrónicas

INE, 2005. Chile: Ciudades, Pueblos, Aldeas y Caseríos. Instituto Nacional de Estadísticas.

Fontana, A. & Frey, J, 2000. The interview: From structured questions to negotiated text. En Denzin, N. & Lincoln, Y. (Eds), Handbook of qualitative research. London: Sage: 645-72.

Jaime Illanes & Asociados, 2013. Informe Línea Base. Capítulo 2. Proyecto Dominga Andes Iron SpA. Sistema de Estudio Ambiental. (Recuperado 25 de septiembre 2004 de http://seia.sea.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=2128565336)

Krueger, Richard A. 1994. Focus Groups: A practical guide for applied research. Thousand Oaks: Sage Publications.

Oceana, 2010. Propuesta para la creación del Área Marina y Costera Protegida de Múltiples Usos La Higuera-Isla Chañaral. Santiago, Chile.

PADEM, 2014. Plan Anual de Desarrollo Eduacional Municipal. Ilustre Municipalidad de La Higuera.

PLADECO, 2010. Actualización del Plan de Desarrollo C omunal La Higuera 2010-2013. Ilustre Municipalidad de La Higuera.

PLADETUR, 2008. Estudio Básico Diagnóstico y Plan de Desarrollo Turístico , Comuna de La Higuera. DTS Consultores Ltda, Gobierno Regional de Coquimbo e Ilustre Municipalidad de La Higuera.

Registro Pescadores Artesanales: http://webmail.sernapesca.cl/sernapesca/guest/web/cons_rpa_com.asp?com=1%20-%20compuestas

SERNAPESCA, 2009. Informe Pesquero Artesanal, Región de Coquimbo. Servicio Nacional de Pesca.

Taylor S. J., y R. Bogdan. 1987. Introducción a los métodos cualitativos de investigación. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica.

Informe Técnico Solicitud Declaratoria

"Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos La Higuera", Región de Coquimbo

Enero 2018

1. Introducción

La zona central de Chile, a la cual pertenece la región de Coquimbo, ha sido identificada como una de las zonas del planeta con una gran cantidad de especies endémicas, únicas de esa área, y cuyo hábitat natural se encuentra amenazado como consecuencia del desarrollo. Estas zonas denominadas “hotspots” o Punto Caliente de Biodiversidad, han sido estudiadas alrededor del mundo y se han identificado solo 25 de ellas.

A su vez, esta zona es parte del Gran Ecosistema Marino de la Corriente Humboldt, uno de los 64 grandes ecosistemas marinos en el planeta y uno de los más productivos (IEB, 2015), el que ha sido definido como uno de los 10 grandes ecosistemas marinos con alta prioridad para ser protegidos en el mundo.

En cuanto a las particularidades regionales, según la clasificación de los Ecosistemas Marinos de Chile (MMA 2016), la región de Coquimbo cuenta con una de las principales zonas de sugerencias, que se traduce en una zona de elevada productividad primaria, lo que se debe a factores oceanográficos excepcionales, con la presencia de dos zonas de surgencias permanentes, un sistema de corrientes marinas de sur a norte, y una conformación geográfica de borde costero y fondo marino que permite una recirculación de las aguas ascendentes desde sur, las que al llegar al archipiélago de islas e islotes de la comuna de la Higuera, permanecen en el sector, generando las tasas de retención y asentamiento larval muy por encima del promedio de la costa de Chile (Stotz, 1997).

Este borde costero y su archipiélago de islas e islotes albergan, además, una importante cantidad de especies que conforman un ecosistema marino excepcional, con 187 especies macro bentónicas, 122 especies de aves, 21 especies de mamíferos marinos y 68 especies de peces, muchas de las cuales, se encuentran en estado vulnerable y algunos incluso en peligro de extinción (OCEANA, 2017). Además, según estudios regionales, Coquimbo posee una de las floras más diversas y con mayores niveles de endemismo en Chile, concentrándose principalmente hacia la costa, donde podremos encontrar más de 300 especies distintas, de las cuales alrededor de 15% tienen problemas de conservación, siendo la más emblemática el Lucumillo (Myrcianthes coquimbensis), clasificada actualmente como en Peligro de Extinción.

Estas características han significado que, dentro de la macro zona Chile central, Coquimbo sea la principal Área de Alto Valor para la Conservación, clasificada así principalmente por su biodiversidad, los servicios ecosistémico que brinda, y porque el esfuerzo de conservación no implicaría demasiado costo (IEB, 2015).

Por otro lado, existen numerosas comunidades costeras que han convivido durante años de forma armónica con este ecosistema, beneficiándose de los servicios ecosistémico que otorga, ya sea a través de la actividad pesquera artesanal, fuente principal de ingresos, como del insipiente y creciente desarrollo del turismo, concentrado en la parte sur de la región (Punta de Choros y el Apolillado), todo lo cual se ha realizado respetando el entorno y haciendo uso del medio de manera sustentable.

Estos valores sin duda hacen que esta zona tenga las condiciones necesarias y suficientes para focalizar los esfuerzos en conservación, situación que regionalmente se ha discutido durante años. Por este motivo, en 1990 se declaró la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, protegiendo parte de la zona donde habita el 80% de la población de pingüino de Humboldt a nivel mundial y posteriormente, en 2005 se crearon las reservas marinas de Chañaral e Isla Choros y Damas, resaltando la importancia ecológica de esta zona y su preservación.

Sin embargo, la creación de estas áreas protegidas y los esfuerzos regionales en conservación, han sido insuficientes para resguardar, de las actuales y futuras presiones antrópicas, tanto los ecosistemas como los elementos que lo componen, considerando de manera urgente contar con un marco regulatorio orientado a la conservación.

Por tanto, y en virtud de los antecedentes actuales, los vacíos regulatorios, la urgencia y necesidad de conservación, el presente documento tienen como finalidad entregar la información necesaria para la creación de un Área Marino Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU), que permita planificar el uso del territorio marítimo, evitando el desarrollo de actividades productivas en desmedro de otras, elevar los estándares ambientales de los proyectos de inversión, potenciar actividades productivas locales de bajo impacto, así como otorgar nuevas y mejores oportunidad a las comunidades locales, lo que finalmente se traduce en un desarrollo armónico y sustentable.

Esta solicitud implica además, para el estado de Chile, cumplir con sus compromisos internaciones, tanto en ampliar la superficie protegida hacia otros ecosistemas como Humboldt y Chile Central, como en realizar un manejo y uso sustentable de los recursos marinos en el borde continental.

2. DIAGNOSTICO BIOLÓGICO, SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL

2.1 Características ambientales, ecológicas, climáticas, oceanográficas, biogeográficas y ecosistémico

2.1.1 Ambiente y ecología

Este sector de la costa de la región de Coquimbo es una zona que destaca por los servicios ecosistémicos que brinda, dada la confluencia de características geográficas, oceanográficas y climáticas únicas. Es parte de la región de transición templada del Sistema de la Corriente de Humboldt, y una de las tres áreas más importantes de surgencia costera (afloramiento) del centro-norte de Chile. Los afloramientos se caracterizan por aguas frías altamente productivas de fito y zooplancton, lo que permite el desarrollo de tramas tróficas complejas con grupos de invertebrados y macroalgas bentónicas, peces de forrajeo, tiburones y mamíferos marinos de envergadura como ballenas jorobadas, de aleta y azul; además de aves que nidifican en las islas. Varias de estas especies son importantes en términos económicos y otras tantas se encuentran amenazadas en términos de su conservación y están protegidas.

En cuanto al sistema de islas e islotes, se sabe que estas albergan especies terrestres de importancia ecológica, en caso del archipiélago compuesto por las islas: Choros, Damas, Gaviota, Tilgo, Pájaros 1 y Pájaros 2; y los islotes: Apolillado, Bajo El Toro, Chungungo, Totoralillo y Poroto, es posible encontrar una gran variedad de especies de flora, en su mayoría como problemas de conservación, solo en la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt (Islas Chañaral, Choros y Damas), el 28% de las especies de flora presentan problemas de conservación, y especies de fauna, como la “vaquita de desierto” (*Gyriosomus granulipennis*), insecto endémico de la isla Choros, sin embargo, en su mayoría, estos ecosistemas se encuentran poco estudiados. El conocimiento sobre la biodiversidad alrededor de las islas Chañaral y Choros–Damas ha sido profundizado durante los últimos años y los resultados de estas investigaciones han cambiado drásticamente la imagen del sector desde una zona de baja diversidad de fauna marina a un ecosistema con estructuras complejas y con alta riqueza de especies especialmente de invertebrados marinos.

En cuanto a los ecosistemas marinos, la Fundación OCEANA en el año 2013, identifico las especies de importancia ecológica en la parte marina, de las cuales 6 corresponde a fitoplancton, 15 zooplancton, 19 invertebrados-macroalgas, 24 peces, 40 aves marinas, y 8 mamíferos marinos, arrojando un total de 112 especies.

Desde el punto de vista biológico, ecológico y pesquero, el área destaca por ser un ecosistema marino autosustentable. Hay índices que señalan que la biomasa de especies claves e importantes, como la anchoveta o el loco, representan poblaciones independientes de aquellos distribuidos más al norte o al sur de esta zona, dada la retención de nutrientes al sur de las islas Choros, Damas. La Existencia de poblaciones separadas dentro del área se confirma por la alta abundancia de larvas y de reclutamiento de anchovetas y de loco. Además, se puede asumir que la riqueza planctónica y de reclutamiento de la anchoveta en el área, sustenta poblaciones de adultos más al norte o al sur, donde existe una fuerte presión pesquera sobre este recurso. Por lo tanto, el área destaca como un hábitat crítico de peces de la zona centro-norte del país.

En términos ecosistémicos, el área se sitúa dentro del sistema de la Bahía Grande de Coquimbo, con bahías pequeñas (Punta de Choros, Chungungo, Caleta Hornos) y una franja litoral que varía de metros a kilómetros por la presencia de la cordillera de la costa. La plataforma continental también varía en su pendiente y extensión, pudiendo encontrar

profundidades de 30 metros varios kilómetros hacia el oeste al sur, como abruptos cortes con profundidades de 80 metros a escasos metros de las islas más grandes al norte. Existe a su vez una predominancia de los vientos en la costa es sur-suroeste con máximos en primavera, los que a su vez favorecen los fenómenos de surgencia costera, que se intensifica en la zona de estudio, por la presencia del archipiélago compuesto por islas e islotes.

Los bosques de macroalgas del submareal, en los que dominan *Lessonia nigrescens* y *L. trabeculata* representan uno de los hábitats más típicos de las costas de América Latina de playas con rocas expuestas al oleaje (Santelices et al. 1980) y de la costa chilena entre los 20° y 40°S. Estos bosques de macroalgas representan uno de las componentes más importantes dentro de los ecosistemas marinos, ya que generan una alta diversidad de especies tanto de aquellas que aprovechan el espacio y la protección que ofrecen estas macroalgas, como de aquellas que se alimentan de estas algas. En el área solicitada, dentro de los hábitats de macroalgas se encuentran 35 de las 190 especies macro- bentónicas presentes.

Esta conformación hace que en esta zona exista una alta diversidad de especies ecosistemas y hábitats. Estudios realizados por la Fundación OCEANA y la Universidad Católica del Norte permitieron identificar 12 distintos hábitats de importancia ecológica (tabla N°1)

Tabla N°1: Hábitats de Importancia Ecológica.

Tipo de hábitat	Justificación para su conservación
Zonas de alta producción planctónica	Garantiza el funcionamiento de la cadena trófica
Hábitats de macroalgas	Hábitat de reclutamiento y reproducción para una gran diversidad de invertebrados y peces. Algunas especies de macroalgas se encuentran (sobre) explotadas o manejadas por pesca artesanal (AMERBs)
Hábitats de especies de forraje	Garantiza alimento a una alta diversidad de especies claves de los ecosistemas; incluyen tanto el hábitat de especies pelágicas como bentónicas.
Hábitats de bio-ingenieros	La presencia de bio-ingenieros aumenta la diversidad al generar el hábitat para numerosas otras especies
Hábitats de recursos bentónicos	Importante para conservar/recuperar especies de importancia económica.
Hábitats críticos de peces	Garantiza la sobrevivencia durante todo el ciclo de vida de peces considerados como importantes para el ecosistema o la pesca, especialmente de especies sobreexplotadas o de especies vulnerables como los tiburones.
Hábitats críticos de Aves Marinas	Zonas de alimentación, crianza y reproducción, especialmente de especies vulnerables y en peligro de extinción
Hábitats críticos de mamíferos marinos	Zonas de alimentación para especies de cetáceos vulnerables y en peligro. Zona de residencia y reproducción de colonia de delfín nariz de botella.

Fuente: (OCEANA, 2010)

La misma fundación identifico además siete procesos distintos, que destacan por su importancia para las comunidades que viven en la zona: zonas de alimentación de tiburones; zona de reproducción de aves marinas; zona de crianza de aves; zonas de alimentación de mamíferos marinos; corredor de migración de mamíferos marinos; intermareal rocoso e intermareal arenoso.

2.1.2 Clima

Las características ecológicas que presenta la región de Coquimbo, están dadas por las condiciones climáticas únicas que en su territorio se manifiestan, siendo además una zona de transición del ambiente desértico hacia condiciones de mayor humedad, caracterizada por la aridez derivada de escasas e irregulares precipitaciones y los denominados valles transversales que, de cordillera a mar, influyen sobre las condiciones de agua, suelo y clima.

El AMCP MU solicitada se sitúa en una zona semiárida, con escasas e irregulares precipitaciones, y en los últimos años con extensos periodos de sequía. El clima se define como estepario cálido y nuboso en el litoral, sometido al Anticiclón del Pacífico que es interrumpido ocasionalmente por el patrón climático de El Niño-Oscilación Sur (ENOS). La zona costera terrestre, geomorfológicamente se caracteriza por la presencia de la cordillera de la costa que en la zona entre el Arrayan Costero en la comuna de la Serena por el sur hasta la localidad de Chungungo aproximadamente por el norte, se acerca al borde costero y la presencia de la vaguada costera (niebla o camanchaca) aporta humedad generando un microclima que permite la existencia de vegetación nativa y endémica adaptada a dicha condición, que a su vez, alberga fauna característica que depende de este tipo de ecosistemas.

Presenta una estacionalidad térmica con una oscilación anual alrededor de 6,45ºC, siendo julio el mes más frío (10,8ºC) y enero el más cálido (17,25ºC). La oscilación térmica diaria es de 7,6ºC aproximadamente y la temperatura media mensual se mantiene sobre los 10ºC entre enero y diciembre. Además, en el área existen vientos predominantes de la dirección S-SW con magnitudes promedios en torno a 6 m/s, y con un máximo en el trimestre de primavera (septiembre-octubre-noviembre) y un mínimo en el trimestre de invierno (junio-julio-agosto). La mayor variabilidad de los vientos se nota en el trimestre de invierno y la menor en verano, con magnitudes máximas en torno a 22 m/s en primavera. Estos vientos existentes en toda la región, resultan ser favorables a la surgencia costera durante todo el año, con un máximo estacional en primavera (OCEANA, 2017)

2.1.3 Oceanografía

La bahía de Coquimbo se ubica dentro de la región de transición templada del Sistema de Corriente de Humboldt (SCH) y es una de las tres zonas más importantes de afloramiento o surgencia en el centro–norte de Chile, resultando en aguas altamente productivas de fitoplancton y de zooplancton. La oceanografía general del SCH se caracteriza por un flujo predominante de aguas superficiales de origen subantártico con surgencias fuertes de aguas frías sub-superficiales de origen del ecuador ricas en nutrientes. Los procesos de surgencia o afloramiento en la zona centro–norte son en su mayoría constantes y no acoplados a las estaciones del año estando separadas por sectores con surgencias menores o esporádicas.

La composición de las masas de aguas y las temperaturas del mar por lo general expresan ciclos estacionales bien pronunciados, típicos para una zona de transición templada del SCH. La salinidad presenta valores entre 34,5 psu de mínima y 34,8 psu de máxima en isla Chañaral, y de 34,1 psu de mínima y 35,1 de máxima en las islas Choros – Damas. Sin embargo, existe una alta variabilidad espacial y temporal de las condiciones térmicas y salinas, debido a la

proximidad del foco de surgencia cerca de Punta de Choros y la complejidad de la topografía, producto de la presencia de las islas y de una línea de costa accidentada.

Estudios regionales indican que, la temperatura superficial alcanza alrededor de las islas Choros y Damas en promedio una máxima de 18° C en verano y mínimas alrededor de 12° C en invierno. Como efecto de la surgencia, las temperaturas más bajas se registran comúnmente durante la primavera y cerca de la costa, mientras que en verano se forma una termoclina estacional. Los registros de temperatura en el área indican que existe un enfriamiento de las aguas en el invierno, situación que se comienza a manifestar desde el otoño.

Mediante procesos convectivos el enfriamiento se desplaza desde la superficie hacia el fondo hasta que la termoclina desaparece y se produce una columna de agua con poca variación térmica de un rango de 1° C entre superficie y fondo, con valores superficiales alrededor de los 12°C y de los 11,5°C cerca del fondo. Durante la primavera el agua se calienta sucesivamente, también mediante procesos convectivos, hasta que las temperaturas superficiales presentan valores de 14,5°C en primavera, aumentando hasta cerca de los 19° C en verano. Las aguas cerca del fondo se mantienen frías con fluctuaciones entre 11,5°C en primavera y 12,5°C en verano. La termoclina en la zona presenta poca variación dentro de la columna de agua, producto de un levantamiento de las isotermas cerca de las islas, relacionados a los efectos de la topografía del relieve de fondo y la baja magnitud de los vientos, resultando en una estructura vertical estratificada, con una capa de mezcla poco profunda.

La salinidad como principal indicador de las masas de agua es uno de los parámetros más importantes en esta zona. Como la temperatura, la salinidad presenta cambios estacionales, más pronunciados en la superficie, variando entre 34,3 psu en las épocas de verano – otoño, a valores >34,8 psu en los meses de invierno primavera. Bajo los 50 m de profundidad se produce un aumento de estos valores a máximos cercanos a los 35 psu. Según los datos históricos de la zona, con registros de 1992, 1999, 2002, 2005 y 2006 los valores de salinidad oscilan entre los 34,3 y 34,8, con valores ocasionalmente próximos a los 35 psu, y se puede concluir que las masas de Agua Ecuatorial Sub-Superficial (AESS) con salinidades mayores a 34,7 psu, dominan, principalmente en las épocas de invierno – primavera. Al contrario, durante los meses de verano – otoño la masa de Agua Sub-Antártica (ASSA) con salinidades entre los 34 y los 34,7 psu es dominante. Los autores del proyecto FIP 2006-56 dejan claro "que valores cercanos a 35 psu observados cercanos al fondo confirman el proceso de intrusión de aguas salinas y no un cambio de masas de agua".

Por lo general las corrientes marinas del área demuestran un flujo en dirección hacia el norte de la bahía, como resultado de la influencia del SCH que se dirige desde el sur de Chile en paralelo a la costa en dirección norte; y como resultado de la barrera submarina formada por las islas Chañaral y Choros – Damas este flujo se desvía hacia el mar abierto en el límite norte de la bahía de Coquimbo.

En el sector de las Islas Choros-Damas se observa un patrón de corrientes marinas poco definido, sobre todo en invierno. En verano, y al este de las islas, se presenta un flujo norte con un máximo de ~30 cm/s al norte de Isla Damas. En promedio las corrientes en la capa superficial (entre ~4 y 45m) muestran magnitudes relativamente pequeñas (~5-8 cm/s), lo cual es producto de la distribución vertical de las corrientes con flujos opuestos entre la superficie y el fondo, fenómeno que es menos frecuente en el sector de isla Chañaral.

La distribución vertical de las corrientes en todo el sector entre isla Chañaral e Islas Choros – Damas es variable en dirección y en magnitud producto de la complejidad de la estructura de las corrientes y la topografía de fondo. Bajo la capa superficial (>20 m de profundidad) las

corrientes presentan máximos de velocidad con un flujo hacia el sur, que obviamente actúa conjuntamente con el viento (S-SW) predominante en la capa superficial.

Finalmente, cabe señalar que el patrón de corrientes -especialmente el que se da en la cercanía de las islas Damas-Choros- resulta en la retención de partículas en la columna de agua, un factor que explica la alta producción primaria del fitoplancton en la zona.

En cuanto al fenómeno del Niño y la Niña, o más exacto la Oscilación del Sur ENSO (El Niño Southern Oscilation) se sobrepone a las condiciones oceanográficas locales, complicando cualquier predicción de procesos ecológicos a lo largo de la costa del país. Bajo condiciones de afloramiento se disminuye la corriente de Humboldt y masas de aguas frías bien oxigenadas emergen hacia las zonas eufóticas donde empujan una fuerte producción primaria

Son una parte importante de la dinámica de los sistemas de surgencia y probablemente muchas propiedades de estos ecosistemas se expliquen por la aparición de este fenómeno tal como existen estrechas relaciones entre los subsistemas pelágicos, demersales y bentónicos. El fenómeno de El Niño ocurre desde hace más de once mil años y se caracteriza por el reemplazo de la surgencia de aguas frías, oxigenadas y nutritivas por masas de aguas cálidas de origen ecuatorial, con niveles de oxígeno más bajo y pobre de nutrientes. Las consecuencias ecológicas más características son la disminución de la producción primaria, cambios en la composición y abundancia del zooplancton y cambios en la dinámica poblacional de peces. Hasta hoy se discute si este fenómeno significa solo una catástrofe tanto para la naturaleza como para el hombre o también aporta algunos beneficios económicos y ecológicos.

El Niño ocurre comúnmente en ciclos de aproximadamente 5 años frente a las costas desde Ecuador hasta Chile y en el pasado causó la desaparición de muchos grupos taxonómicos. Sin embargo, toda la investigación científica de las últimas décadas relacionada al ENSO y sus efectos deja muy claro que se trata más bien de una migración de especies y no de la eliminación de éstas. Los mejores ejemplos que confirman esta teoría se presentan en los eventos más fuertes y destacados como en los años 1982, 1983, 1997 y 1998, los cuales resultaron en una mortalidad enorme de aves y mamíferos marinos, dada la ausencia de sus fuentes alimenticias principales como la anchoveta. Sin embargo, las poblaciones de anchoveta sufrieron también de falta de alimento y disminuyeron, pero nunca desaparecieron, sino que- como muchas otras especies de peces pelágicos - la anchoveta se desplazó lejos de las costas hacia el océano.

Hoy en día se debe además considerar el efecto del calentamiento global. Ya existe evidencia científica de que el cambio climático afecta la dinámica y los procesos de los sistemas de surgencia, por lo que se debería evitar cualquier impacto adicional antropogénico que pueda descalibrar adicionalmente estos sistemas muy sensibles.

En resumen, se puede concluir que tanto los efectos positivos como negativos de estos fenómenos siempre han impactado los ecosistemas marinos, la pesca artesanal y las poblaciones costeras, por lo que a nivel regional, se han hecho varios esfuerzos institucionales para monitorear este fenómeno.

Todos estos antecedentes fueros extraídos de informes elaborados por la Fundación OCEANA, los que en conjunto con otros estudios, han permitido evaluar la implementación de herramientas de conservación en el área.

2.1.4 Especies

Una de las principales característica del área es el crecimiento de fito y zooplancton, lo cual potencia la concentración y abundancia de organismos de todos los niveles tróficos de la cadena alimenticia, siendo esta zona relevante para la crianza y alimentación de una gran cantidad de especies de invertebrados planctónicos y bentónicos, peces, aves, mamíferos y algas.

Pese a que en la zona existe una distribución muy homogénea de especies fitoplanctónicas, existe una variación en la composición de las especies, lo que se generan más que nada por los cambios en las condiciones oceanográficas físicas como la temperatura del agua durante las distintas estaciones del año. Además, la composición y biomasa planctónica puede cambiar drásticamente bajo eventos del ENSO.

Estudios regionales han determinado que en la zona existen entre 400 y 500 especies de las cuales al menos 100 (25%) se consideran como especies de importancia ecológica. Los grupos más diversos representan a 187 especies macro-bentónicas (macroalgas e invertebrados), 122 especies de aves, 21 especies de mamíferos marinos y 68 especies de peces. Muchas de estas especies se encuentran en un estado vulnerable y algunos incluso, en peligro de extinción según el listado de la UICN. Otras especies poseen un valor importante dado su rol ecológico, pero también como recursos pesqueros. En cuanto a las especies bentónicas, un 33% de las especies cumplen un rol ecológico fundamental como bio-ingenieros, por ejemplo, las macroalgas, los hidrocorales y las esponjas, y también un número considerable de estas especies son recursos importantes para la pesca artesanal (OCEANA, 2017)

Entre las especies marinas destaca la presencia de gran parte de la colonia más grande de pingüino de Humboldt, la presencia del yunco, lile, guanay y del piquero, 14 especies de cetáceos que se alimentan en la zona, además de especies de importancia comercial como el loca, lapa, erizo, anchoveta.

En cuanto a flora, la región de Coquimbo posee una de las floras más diversas y con mayores niveles de endemismo en Chile. Las áreas con mayor concentración de la biodiversidad vegetal y de especies con problemas de conservación se ubican en ambientes costeros, donde podemos encontrar más de 300 especies de plantas vasculares nativas, sólo entre Puente Juan Soldado y Punta de Choros está el 73% de la flora endémica de Chile (Cavieres LA, 2001), de las cuales alrededor del 15% tienen problemas de conservación, siendo la más emblemática el Lucumillo (*Myrcianthes coquimbensis*), clasificada actualmente como en Peligro de Extinción.

A continuación se describen, los principales grupos de especies marinas presentes en la zona que se solicita como AMCP MU.

Mamíferos marinos: Para el Sistema de Corriente de Humboldt se han señalado una riqueza de 21 especies de mamíferos marinos, de los cuales 17 corresponden a cetáceos. Se sabe que esta es una importante zona de alimentación para ballena jorobada, azul y fin, siendo de esta última la única zona de alimentación fuera de aguas antárticas, sin embargo, la única colonia residente en el área es de delfines nariz de botella.

Esta riqueza en mamíferos marinos convierte a la zona de la Reserva Marina Choro-Damas como el Punto Caliente más importante de la zona norte y central de Chile para la observación, estudio y conservación de estos grupos taxonómicos, y como in elemento importante para el desarrollo de actividades turísticas.

Además de cetáceos, la zona cuenta con especies como el Chungungo, Lobo Fino, Lobo Común y Elefante Marino, que se encuentran según la clasificación de especies del Ministerio del Medio Ambiente, Vulnerable, casi amenazado, preocupación menor e insuficientemente conocido, respectivamente.

Aves Marinas: En el área se han registrado 122 especies de aves, lo cual muestra una alta diversidad de aves y hace de este lugar un sitio altamente representativo de la avifauna marina y terrestre de la zona centro-norte del país, debido en gran parte al sistema de islas e islotes que permite el establecimiento de colonias reproductivas, protegidas de depredadores que se encuentran en la costa. Esta zona cuenta además con la presencia de las principales colonias de nidificación para el pingüino de Humboldt, yunco, piquero y otras aves marinas y terrestres, y durante los meses de invierno, una zona de alimentación y crianza de especies de aves marinas australes.

Esta condición hace que la zona propuesta como AMCP MU, según científicos de la zona, sea un lugar prioritario para la conservación de aves marinas y terrestres.

Peces: Las 68 especies de peces presentes en el área, corresponden aproximadamente al 50 % de los peces conocidos en la zona norte de Chile y 32 % de la ictiofauna chilena. Destaca la alta presencia de los condrictios con un total de 18 especies de tiburones, lo que significa que todas estas especies conocidas en el norte de Chile se encuentran en el área, y junto con las 5 especies de rayas representando un 64 % de todos los condrictios registrados en aguas chilenas.

La anchoveta es posiblemente la especie fundamental del sistema pelágico del SCH. En el área se encuentra una biomasa considerablemente alta y distribuida de manera casi homogénea. Considerando su importante rol como alimento principal para numerosas especies, se puede interpretar la distribución especial presentada con valores de la abundancia más altos al norte de la isla Chañaral y al sur de islas Pájaros y valores más bajos entre las islas como resultado de una fuerte presión por depredadores en el resto del área, considerando que no existe una fuerte presión pesquera en el área.

El resto de las especies de la ictiofauna representa a todos los recursos importantes de la pesca artesanal del litoral central y norte. Considerando la alta biomasa planctónica se debe apreciar también al área como una importante zona de reproducción y de reclutamiento.

Biodiversidad Bentónica: Gran parte de la fauna bentónica del área es representativa de las costas del centro norte del país. Estudios realizados a nivel nacional señalan un total de 1.597 especies de invertebrados presentes entre 18º y 55ºS y de 508 especies de macroalgas. Considerando esa información, las 158 especies de invertebrados presentes en el área, representan el 10% de la fauna bentónica chilena.

En el bentos por lo menos 10% de las especies cumplen un rol ecológico fundamental como bio- ingenieros (corales y esponjas), generando una alta diversidad de especies acompañantes. Dentro de estos bio-ingenieros destacan las colonias de gorgonias, presentes en forma de parches alrededor de cada isla. Aparte de ser especies vulnerables según la UICN y su alta importancia ecológica, los jardines de gorgonias en los alrededores de las islas representan un atractivo para el ecoturismo de buceo.

Uno de los invertebrados bentónicos típicos del SCH es el loco (*Concholepas concholepas*), el cual tiene un alto valor comercial en el mercado nacional e internacional. El sector alrededor de Punta Choros es una zona de alta retención de larvas de este molusco, abundante en toda

la costa centro-norte, y además, de intensos reclutamientos.

Otros recursos bentónicos importantes del Sistema de Corrientes de Humboldt y del área son las tres especies de langostinos, langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*), langostino amarillo (*Cervimunida johni*) y camarón nailon (*Heterocarpus reedi*), distribuidos entre la I y VIII regiones, siendo el recurso objetivo de la flota pesquera industrial más que de la pesca artesanal. Sin embargo, los focos de abundancia de estos pequeños crustáceos en el área representan una biomasa inferior a otros lugares y regiones. Por otro lado, cumplen un rol importante de alimento para peces, mamíferos y aves marinos.

2.2 Usos actuales y potenciales

2.2.1 Antecedentes generales

La comuna de la Higuera fue fundada el 22 de diciembre del año 1842, debido a las actividades mineras que se realizaban, con un auge que motivó la llegada de numerosos familias a localidades como el Tofo. Sin embargo, debido a que la riqueza del lugar se agotó, se produjo un gran éxodo del lugar. Si bien la actividad minera fue predomínate durante décadas, esa situación ha ido variando, por lo que actualmente su población obtiene ingresos económicos desde diversos sectores.

Pese a su fundación, la comuna de la Higuera presenta vestigios de ocupación desde hace muchos más años atrás, incluso prehispánicas de las culturas camanchaca o changa. Los conchales, cementerios, entierros y otros elementos hacen suponer que existió una gran influencia del mar en sus costumbres, lo que es reconocido por los pescadores como su origen en la pesca, generando además una conexión con su actual forma de vida.

Si bien la comuna es eminentemente rural, con un 53% de la población en esa condición, la localidad que concentra el mayor porcentaje de la población sigue siendo la Higuera, que cuenta con los principales servicios comunales como municipalidad, atención de salud, etc., por lo que su población es en su mayoría asalariados, vinculados principalmente al sector de servicios (comercio, turismo, construcción y trasporte).

Actualmente en la comuna existen 11 localidades, de las cuales siete corresponden a localidades mediterráneas, en la que se desarrollan actividades productivas principalmente vinculadas con la ganadería, agricultura y minería, las que se han visto fuertemente afectadas por la escasez hídrica, existiendo una innegable necesidad de diversificar las fuentes de ingreso. Debido a las condiciones climáticas de estas localidades, se han desarrollado, de manera paulatina, proyectos de desarrollo de energías renovables, fotovoltaico y eólico, que significan una alternativa distinta de empleos para las comunidades locales.

Las cuatro localidades restantes que corresponden a comunidades costeras (Caletas Los Hornos, Totoralillo Norte, Chungungo, Punta de Choros), se vinculan con el mar en términos sociales, culturales y económicos. La principal actividad económica que realizan son la pesca y el turismo, que a diferencia de las comunidades mediterráneas, estas se ha potenciado y aumentado en el caso del turismo, lo que ha significado para sus habitantes, principalmente de la localidad de Punta de Choros, beneficios económicos muy por sobre el promedio de ingresos comunales.

Respecto al desarrollo de empresas, alrededor de 230 existirían en la comuna según INE 2015, de las cuales 177 serían microempresas y 27 pequeñas empresas. Y se distribuirían según rama entre el sector de servicios y el sector primario.

A continuación se describen las principales actividades productivas que se realizan en el borde costero de la comuna de la Higuera y el Arrayán Costero de la comuna de la Serena.

2.2.2 Turismo

Tal y como ha descrito SERNATUR, Coquimbo es una región de contrastes. La unión del cielo, el mar y la tierra, en un territorio reducido y con accesos expeditos, brindan al visitante, una interacción única entre la costa del Pacífico y los valles transversales, coronados por la Cordillera de Los Andes y los cielos más transparentes del mundo, origen de la red de turismo astronómico más grande del hemisferio sur, integrada por nueve observatorios turísticos y cuatro científicos, de los cuales uno se encuentra en la comuna de la Higuera.

El turismo de sol y playa despliegan posibilidades de descanso, baño, gastronomía, deportes y entretención en ciudades y balnearios que combinan tradición, modernidad y servicios de calidad. Una posición destacada no sólo en Chile, también en el mundo, le otorgan a la región un potencial de desarrollo que destaca por su diversidad de oferta. Su mar y sus costas se caracterizan por poseer áreas de gran belleza natural como el Parque Nacional Fray Jorge, hacia la desembocadura del Río Limarí por el sur y la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt y Reservas Marinas Islas Choros-Damas, áreas marinas protegidas de gran diversidad biológica, destacadas a nivel mundial.

Estas características han dado a Coquimbo la imagen de una región con vocación al turismo y la naturaleza, concentrando la visitación en el borde costero de Coquimbo y la Serena, seguido del Valle del Elqui y la localidad de Punta de Choros. Datos regionales indican que anualmente llegan más de 600 mil personas, y durante año 2017 más de 61 mil personas visitaron la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, sin embargo, no existen registros de los visitantes que no desembarcan en la isla Damas, y solo visitan la Reserva Marina, lo que podría aumentar las cifras indicadas. Estas cifras son consecuencia de una actividad turística que ha ido en aumentado en los últimos años y se visibiliza como potencial fuente de ingreso económico para los habitantes de la zona.

Si bien la comuna de la Higuera concentra un porcentaje importante de las visitas turísticas de la región, esta tiene características estacionales, con una demanda muy marcada en época estival, y con la localidad de Punta de Choros como destino único, lo que ha generado un desarrollo desigual en el borde costero. Actualmente el turismo que se realiza es principalmente de playa, buceo, pesca recreativa, avistamiento de cetáceos, gastronomía, naturaleza, y paseo en bote, con turistas que llegan por el día a desarrollar una actividad específica. Además, a esta limitada oferta turística, se suma la incertidumbre que genera las condiciones climáticas, ya que si la caleta cierra para el desembarque, los turistas se encuentran con una localidad que no ofrece actividades alternativas para desarrollar en tierra, lo que tienen como consecuencia el retiro de los visitantes.

Pese a las auspiciosas proyecciones en cuanto a la cifra de visitantes, hay que destacar que el desarrollo turístico ha carecido de planificación y orientaciones, lo que se evidencia aún más en la localidad de Los Choros y las caletas de Chungungo, Totoralillo y Los Hornos. Además, existe la percepción en la comunidad que este ámbito está siendo aprovechado por empresas externas, siendo en muchos casos espectadores de una actividad que no les permite percibir ingresos.

Debido a lo anterior, existe una necesidad imperiosa de innovar y diversificar la oferta turística, valorando otros aspectos vinculados al borde costero, orientando al turista hacia

otras localidades, y alargando su estadía, para lo cual se requiere no solo de un instrumento orientador, como el Plan de Administración del AMCP-MU, sino también de infraestructura y herramientas técnicas necesarias para que las comunidades puedan desarrollar de manera sustentable esta actividad.

A modo de síntesis, se puede decir que el turismo se proyecta como una de las principales actividades productivas en el AMCP MU, ya que para el turista es una oportunidad de visitar, conocer y valorar un espacio natural único y de interactuar con los habitantes de las localidades costeras conociendo sus prácticas tradicionales y culturales, y para las comunidades locales es la posibilidad de desarrollar una actividad productiva complementaria, con oportunidades para las nuevas generaciones, que genere un sentimiento de arraigo y valoración de las actividades tradicionales que se realizan.

2.2.3 Pesca Artesanal

Si bien la comuna de la Higuera tiene sus orígenes vinculados a la minería, actualmente la pesca artesanal es la principal actividad económica, dándole identidad a la comuna. Cuenta con 14 organizaciones sindicales, asociaciones gremiales y organizaciones comunitarias, de las cuales seis se agrupan además en una federación comunal. Debido a su alta productividad, aproximadamente el 15% de los pescadores artesanales de la región operan en la comuna de La Higuera. Entre sus principales recursos pesqueros se encuentran la lapa, macha, algas, almeja y el loco, del cual la comuna es la principal zona de desembarque a nivel regional y la segunda a nivel nacional.

Respecto a la infraestructura complementaria, caleta Los Hornos cuenta con una infraestructura portuaria nueva, que brinda espacios para el desarrollo de la pesca artesanal de sus cinco organizaciones, y para el desarrollo del incipiente turismo de naturaleza. Caleta Los Corrales y San Agustín, albergan hace unos años una infraestructura desarrollada para fines pesqueros, pero que actualmente se concentra en el turismo que se va consolidando, pero con aumento descontrolado asociado a las reservas marinas y terrestres. En Caleta Corrales existe además una planta de procesamiento de recursos hidrobiológicos, que actualmente alberga no sólo las embarcaciones pertenecientes a la AG Punta de Choros, sino también a las 12 embarcaciones de AG. Los Choros y Totoralillo Norte posee un varadero de embarcaciones, el que aún no cumple con todas las expectativas de los usuarios del sector, además hay problemas de ocupación ilegal de terrenos fiscales, con tomas y construcción de viviendas asociadas a las actividades productivas. Caleta Chungungo no cuenta con infraestructura portuaria, queja constante de las cuatro organizaciones que operan desde ese sector. Choreadero no posee infraestructura y tampoco existen las condiciones para ese desarrollo.

Respecto a las áreas de explotación, existen actualmente 17 Áreas de Manejo y Extracción de Recursos Bentónicos (AMERBs) vigentes, administradas en convenio de uso por las organizaciones de pescadores de la comuna. Una de ellas se administra a través de una figura que reúne a cinco organizaciones (Funcional La Higuera).

Ante este panorama de ocupación del territorio, las áreas históricas o Áreas Libres (ALAS) disponibles son escasas para la actividad pesquera artesanal. Debido a las restricciones de extracción que existe en las áreas de manejo, las comunidades de pescadores artesanales han manifiéstalo la necesidad de mantener estas áreas libres, que les permite realizar la actividad, principalmente en época invernal.

Importante es destacar el caso de las AMERBs del recurso Macha, que se encuentran ubicadas en la Bahía Choros, ya que luego de mucho tiempo de haber perdido el recurso, este se recuperó gracias a las acciones realizadas por los propios pescadores, siendo hoy en día un área de manejó altamente productiva, que les permite percibir importantes ingresos económicos.

Los lugares de pesca, llamados por ellos “caladeros”, se encuentran en diversos puntos del territorio marítimo, los que al no ser asignados con exclusividad, generan conflictos entre los pescadores de la región, o con las lanchas industriales que realizan actividades de pesca de arrastre del recurso camarón nylon y langostino y la pesca con cerco. De estos caladeros se extraen cojinoba, robalo, palometa, congrio, lenguado, corvina, jibia, merluza, jurel, blanquillo, cascajo, cabaña, sierra, jerguilla.

Algunas de las organizaciones están probando con iniciativas de acuicultura a pequeña escala dentro de sus AMERB, de recursos como piure, alga parda huiro flotador o canutillo, ostión del norte. La Universidad Católica del Norte apoya a las organizaciones y se está trabajando con Subsecretaría de Pesca para regularizar las concesiones de acuicultura. Esto supone un gran desafío para diversificar la actividad, ya que la cultura tradicional del pescador/buzo/recolector, es de extracción, por lo que lo más probable es que sólo algunos avancen en este sentido.

Pese a ser la principal actividad productiva del borde costero, existe una alta vulnerabilidad de grupos que pertenecen a organizaciones que no tienen convenio de uso de AMERBs, o que no cuentan con las autorizaciones otorgadas por Sernapesca para ejercer la pesca artesanal, lo que ha fomentado el desarrollo de actividades ilegales dentro de la zona.

La organización A.G. Punta de Choros, además de mantener con convenio de uso dos AMERBs, una de las cuales se sitúa alrededor de la Isla Choros, ejercen de manera exclusiva el paseo en bote a los turistas que visitan la RNPH y la RM Choros-Damas, obteniendo ganancias económicas en época estival y fines de semana largo, muy superior al resto de las organizaciones.

Finalmente, en el área existe una zona de perforación de pesca de arrastre industrial dentro de las 5 millas, asignadas para operar por 5 años. Esta situación es percibida como dañina por los pescadores artesanales, ya que genera un impacto mayor en los ecosistemas marinos, reduce la cantidad de especies que pueden capturar y no genera beneficios locales. Estas autorizaciones se otorgan por el Consejo Zonal de Pesca que corresponde a las regiones de Atacama y Coquimbo.

2.2.4 Acuicultura

Hay proyectos de acuicultura de pequeña escala en AMERBs de Punta de Choros, Los Choros, Chungungo y Caleta Hornos que están en trámite (Piure, ostión, alga parda).

Frente a Totoralillo Norte existen seis concesiones de acuicultura otorgadas y un con Proyecto Técnico Aprobado, para recurso ostión del norte y ostra del pacífico, la mayoría de privados y un del STIPA Totoralillo Norte. Al norte y sur de Isla Tilgo existen dos solicitudes en trámite para salmonicultura. Y finalmente al sur de Caleta Hornos dos solicitudes en trámite para cultivo de dorado (*Seriola lalandi*).

2.2.5 Actividades portuarias

Debido al desarrollo de las principales actividades productivas en el borde costero, existe una infraestructura vinculada a las caletas de Los Hornos, Totoralillo Norte, Corrales y San Agustín, además, en Chungungo se encuentran los restos de la Dársena de Cruz Grande. Esta infraestructura ha sido utilizada para el desarrollo de la pesca artesanal y el turismo, y por los servicios públicos como CONAF, Sernapesca y la Autoridad Marítima, para ejercer sus labores de administración y fiscalización.

Sin embargo, debido a las características geográficas del borde costero, la comuna cuenta con tres sitios identificados como favorables para la instalación de puertos de mayor envergadura, así lo indica la zonificación del uso del borde costero y los instrumentos de planificación territorial.

Esto ha implicado el ingreso al sistema de evaluación de impacto ambiental de dos proyectos que conllevan la instalación de un puerto de medida y gran escala, en los sectores de Totoralillo y Chungungo. Uno de ellos, Cruz Grande, se encuentra con la aprobación del Comité de Evaluación, y con resolución de Calificación Ambiental, sin embargo, debido a situaciones internas de la empresas, no se han iniciado las obras. El segundo proyecto, Dominga, se encentra rechazado por el Comité de Evaluación, y por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, por lo que, a solicitud de la empresa, se encuentra en una etapa de reclamación en el Tribunal Ambiental de Antofagasta.

Se sabe que estos proyectos generaran impactos negativos en las costas de la Higuera, sin embargo, se desconoce la magnitud del impacto que pudiera generara el desarrollo de ambos proyectos en pleno funcionamiento. Esta situación ha generado conflictos ambientales que han sobrepasado los límites locales, generando una discusión mundial respecto a la compatibilidad de este uso portuario con otros como la conservación, el turismo de intereses especiales y la pesca artesanal.

2.1.6 Otros proyectos de Inversión

Para efectos del análisis de los distintos usos en el sector costero de la Higuera, a continuación se muestra una tabla con los proyectos que han ingresado al sistema de evaluación de impacto ambiental en el último tiempo (Tabla N°2). En ella es posible apreciar que, si bien existe una clara tendencia hacia proyectos vinculados con la minería y la acuicultura, existe un crecimiento insipiente de proyectos vinculados al desarrollo de energías renovables.

Tabla N°2: Proyectos de Inversión que se Someten al Sistema de Evaluación Ambiental

Nombre del proyecto /Titular	Rubro/ n°RCA/Fecha	Monto de Inversión (MMU$)	Estado
Puerto Cruz Grande/ Compañía Minera del Pacífico	Portuario-Minero /RCA n°10/ 30-01-2015	250 MMU$	EIA Aprobado
Centro de Cultivo de Abalones/ Ocean Matters S.A:	Acuicultura/RCA n°69/18-03-2009	6 MMU$	EIA Aprobado
Dominga/Andes Iron	Portuario-Minero	2.500 MMU$	EIA En Calificación
Parque Solar Pirita	Energía Renovable	161 MMU$	EIA En Calificación
Centro de Cultivo de Abalón Japonés Cruz Grande/ Comercial	Acuicultura/RCa n°13/ 21-01-2003	3 MMU$	DIA Aprobado

Panamericana S.A.			
Cultivo Intensivo Estanques de Abalón Japonés/ Acuícola Chungungo	Acuicultura/RCA n°27/ 04-02-2003	2,82 MMU$	DIA Aprobado
Cultivo Ostión del Norte Totoralillo Norte/ Carlos Brieba	Acuicultura/ RCA n° 50/ 11-02-2008	0,084 MMU$	DIA Aprobado
Cultivo Ostión del Norte/Juan Allendes	Acuicultura/RCA n° 35/ 30-01-2008	0,15 MMU$	DIA Aprobado
Centro Cultivo Salmones/ Trusal S.A.	Acuicultura/RCA n° 139/19-11-2003	0,35 MMU$	DIA Aprobado
Cultivo Ostión del Norte y Ostra del Pacífico/ Luis Pangue	Acuicultura/RCA n° 17/ 01-02-2005	0,08 MMU$	DIA Aprobado
Ostión del Norte, Mitílidos y Macrocystis sp/ Sindicato de trabajadores Independientes, Pescadores Artesanales Totoralillo Norte	Acuicultura/N°63/12-06-2013	0,25 MMU$	DIA Aprobado
Parque Eólico Punta Colorada/ Laura Emery	Energía Renovable/ RCAn° 186/ 30-10-2007	19,5 MMU$	DIA Aprobado
Ampliación Eólico Punta Colorada/ Barrick Chile Generación S.A.	Energía Renovable/RCA n° 303/ 17-09-2008	70 MMU$	DIA Aprobado
Central Termoeléctrica Punta Colorada/ Barrick Chile Generación Ltda.	Energía/RCA n° 111/ 26-06-2007	50 MMU$	DIA Aprobado
Prospección Dominga/Andes IRON	Minero/RCA n° 90/14-07-2011	30 MMU$	DIA Aprobado
Proyecto Minero Resguardo/ Geomilenium SpA	Minero/RCAn°55/ 25-05-2013	7,5 MMU$	DIA Aprobado
Prospección Minera Mescalero/ Soc. Contractual Minera Rock Exploration	Minero/RCA n° 58/04-06-2012	0,37 MMU$	DIA Aprobado
Prospección Minera Las Posadas /Global Hunter Chile Ltda.	Minero/ RCA n° 4/04-01-2008	0,65 MMU$	DIA Aprobado
Proyecto Minero Manto de Agua Grande/ EXPLODESA	Minero/RCAn° 126/ 22-11-2004		DIA Aprobado
Proyecto Mol/ Jorge Cárdenas E.I.R.L.	Minero/RCA n°54/23-05-2012	8 MMU$	DIA Aprobado
Prospección Minera La Higuera/Minera Peregrine	Minero/ RCA n° 78/29-07-2005	0,45 MMU$	DIA Aprobado

Recuperación Industrial de Minerales de Hierro desde Acopios Y Rodados El Tofo/	Minero/RCA n° 44/ 28-04-2004	1,62 MMU$	DIA Aprobado
Relleno Sanitario La Higuera-Punta Colorada/ Municipalidad de La Higuera	Sanitario/RCA n° 60/ 11-03-2009	0 MMU$	DIA Aprobado
Plan General de Administración de Reserva Marina Choros-Damas	Ambiental/RCA n°5/07-10-2010	0 MMU$	DIA Aprobado
Proyecto Loteo Villa Canadá- Chungungo-la Higuera/ Comité de Adelanto Villa Canadá	Vivienda/ RCA n°89/ 25-04-2002	0 MMU$	DIA Aprobado

Fuente: Varas, 2017

2.3 Principales Amenazas

Como se ha descrito anteriormente, la zona presenta características ecológicas, climáticas y oceanográficas que la hacen única dentro del Gran Ecosistema Marino de la Corriente de Humboldt. Estos valores, y sus diversas y complejas interacciones, hacen a su vez, que sea altamente frágil y sensible a las presiones antrópicas.

Si bien las comunidades se han beneficiado históricamente de los servicios ecosistémicos de bienes y servicios que la zona proporciona, la falta de planificación y orientaciones para el desarrollo de actividades productivas, han generado que la zona este bajo constante amenaza.

Las principales presiones que existen sobre el área de interés se pueden agrupar en cinco grupos principales: el tráfico marítimo, la pesca, turismo no planificado o descontrolado, el fenómeno del cambio Climático, y actividades humanas vinculados al borde costero como el desarrollo inmobiliario.

2.3.1 Tráfico Marítimo

Entre las actividades marítimas que significan una amenaza para especies marinas y sus hábitats se encuentra la navegación de embarcaciones mayores y menores pero también fondeaderos y atracaderos.

La principal amenaza del tráfico marítimo lo constituye un derrame accidental de combustible u otro líquido químico, y los desechos arrojados al mar, que debido a las corrientes marinas, se trasladaría por la costa, lo que afectaría casi todos los ecosistemas y procesos ecológicos, y la mayoría de los objetos de protección definidos para el área, incluidos los caladeros de pesca. Los cetáceos y aves marinas, especialmente los pingüinos, pero también todos los peces pelágicos y otros como el tollo de profundidad (*C. nigrum*), se verían fuertemente afectados en caso de una ocurrencia de derrame,

Otras amenazas importantes vinculadas al tráfico marítimo se asocian con la muerte o heridas graves que provocan las colisiones de embarcaciones mayores con animales, principalmente mamíferos y aves marinas, y las heridas provocadas por impactos de hélices de embarcaciones menores. Estudios realizados en año 2017 señalan que en Chile, se han registrado interacciones entre cetáceos y embarcaciones para el calderón de aleta corta (*G. melas*),

ballena fin o ballena aleta corta (*B. physalus*), el cachalote (*P. macrocephalus*) y tursion o delfín de nariz botella (T. truncatus), solo por nombrar aquellas especies registrados en la bahía de Coquimbo. En el caso de las aves, embarcaciones mayores, incluyendo las de la pesca industrial, han generado que especies de ave marina en vuelo, choquen contra el puente, mástiles u otra infraestructura que sobresalga del casco.

La contaminación acústica también se ha identificado como amenaza, debido a que afecta a cetáceos mayores y menores. Según la UICN, el ruido de motores afecta delfines y orcas durante actividades tan importantes como la alimentación y el descanso, identificándose cambios de comportamiento en especies como ballena azul, ballena fin y jorobada.

Finalmente, el uso de iluminaria en los buques durante la noche, también representa una amenaza a la fauna local, ya que causa una alta mortalidad de aves marinas, debido a que especies como pato yunco, en peligro de extinción según UICN, son especialmente atraídos hacia la luz, desorientándolos, lo que puede causar mortalidad en masa por colisión (OCEANA, 2017).

2.3.2 Pesca

De todas las actividades pesqueras, la mayor amenaza proviene de la pesca industrial pelágica y de fondo, ya que afecta a especies de importancia comercial, emblemáticas o con problemas de conservación, como procesos ecológicos importantes, ya que las áreas de pesca se extienden a las zonas de reproducción, crianza, alimentación y migración de mamíferos y aves marinas.

En el fondo del océano los bosques de algas submarinas, los bancos de moluscos, la gran variedad de corales y las esponjas de aguas frías, forman verdaderos refugios para que los peces y demás animales se críen y alimenten. Se trata de hábitats que, en algunos casos, han demorado cientos, e incluso miles, de años en crearse y que, sin embargo, pueden ser destruidos en pocos minutos si sobre ellos pasa una red de arrastre. Muchos de estos hábitats se encuentran en el área que se propone proteger. La destrucción que la pesca de arrastre de fondo produce en las complejas comunidades que habitan el fondo oceánico, contribuye a la declinación de las pesquerías ya que tales comunidades proporcionan las condiciones para resguardar y proteger el crecimiento de una gran variedad de especímenes juveniles de peces e invertebrados marinos.

En definitiva, una vez que el hábitat esencial ha sido destruido producto de la pesca de arrastre de fondo, stocks de peces de valor comercial, así como otras especies que dependen del fondo marino para su desove, cría, protección, alimentación y refugio, declinan drásticamente y pueden desaparecer, si no se limitan estas prácticas oportunamente. La pesca de arrastre, tanto de fondo como de media de agua, es la menos selectiva de todas, pues consiste en un arte activo que va agresivamente en busca de aquellos que viven sobre el fondo marino o cerca del mismo. De esta forma, la red de arrastre no sólo extrae los peces que son objetivo de la pesca, sino que también captura una gran diversidad de otros organismos que constituyen el llamado “bycatch” o fauna acompañante y además daña el fondo marino donde se encuentran estas especies. La fauna acompañante puede ser conservada o descartada, ya sea porque una especie determinada de fauna acompañante excede la cuota permitida o porque su valor económico es muy bajo y por ende no es considerada dentro de los desembarques totales. La pesca incidental, y el descarte ha provocado gran inquietud por las consecuencias ecológicas que puede tener sobre la biodiversidad marina (OCEANA, 2017).

La pesca artesanal (incluyendo las actividades de extracción de moluscos y macroalgas dentro de las AMERBs) significan una amenaza menor de destrucción de hábitats bentónicos y de perturbación para algunas especies de aves marinas como el pelícano (*P. thagus*) o el yunco (*P. garnotii*). Sin embargo, la pesca artesanal no regulada como la recolección de mariscos y extracción de macroalgas fuera de las AMERBs aumentan la presión sobre los hábitats bentónicos, mamíferos y aves marinas y también pueden generar una sobreexplotación de recursos marinos.

Uno de los lugares más amenazados actualmente son los Islotes Pájaros que no se encuentran bajo ninguna protección o manejo pesquero que regule la extracción de mariscos, peces o macroalgas.

Finalmente, hay que destacar que la pesca de investigación para el monitoreo de los recursos pelágicos y bentónicos también implica una fuerte amenaza, al usarse la técnica de numerosos lances de pesca con redes comerciales. Por ejemplo, para el monitoreo de la pesca de langostinos y del camarón nailon el año 2011, se realizaron 49 lances de pesca con arrastre de fondo en el área de la propuesta (FIP 2011-1/02).

2.3.3 Turismo no planificado o descontrolado

El turismo es una de las principales actividades productivas que se desarrolla en la zona, principalmente vinculado a las observaciones de especies marinas en la Reserva Marina Choros-Damas y la visitación de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, ubicadas al norte de la comuna. Debido a periodos de sobreexposición mediática del sector de Punta de Choros, el turismo creció de manera exponencial en los últimos años, generando nuevos ingresos para las comunidades locales, pero que sin embargo, ha generado efectos e impactos significativos, debido a la carencia de planificación y regulación.

El turismo descontrolado y carente de planificación por tanto, se trasforma en una amenaza actual para los objetos de protección, y potencial para otros sectores que aún no desarrollan el potencial turístico de la zona. El manejo de residuos, que finalmente son arrojados al mar, el tráfico marítimo excesivo, que altera los hábitat de las especies, el acoso constante que sufren especies de mamíferos marinos, el impacto que genere el ruido de las embarcaciones, las presiones antrópicas de los visitantes, son solo algunos de los impactos negativos que puede generar el turismo.

2.3.4 Cambio climático

Chile presenta una gran variedad de ecosistemas y de especies marinas que estarían siendo afectadas por cambios en las condiciones hidrológicas y ambientales derivadas del cambio climático y variabilidad del clima, y estarían generando múltiples respuestas directas e indirectas.

El cambio climático afectaría a las especies marinas pelágicas, demersales y bentónicas, en la medida en que se modifiquen las condiciones físicas, químicas y biológicas que determinan su productividad, desarrollo, alimentación, reproducción, abundancia y distribución. Cabe señalar que los recursos pelágicos, y probablemente también los demersales, presentan marcadas fluctuaciones en su abundancia en estos ecosistemas dinámicos, con colapsos abruptos de alternancia de especies. Estos últimos se reflejan en cambios de régimen del ecosistema entero, los cuales tienen notable impacto en la estructura, dimensión y dinámica de las pesquerías. Se considera además, que las pesquerías sobreexplotadas o en agotamiento son las más vulnerables al cambio climático.

Dentro de la incertidumbre que genera los posibles efectos generados en los océanos y sectores costeros, como consecuencia del cambio climático, estudios han permitido establecer cuáles podrían ser estos. En el caso de Chile, los cambios observados y esperados son los siguientes:

- Alteración en la temperatura superficial del mar
- Disminución del oxígeno disuelto
- Modificación en el nivel medio del mar.
- Acidificación de los océanos
- Oscilación del sur (ENOS y de El Niño-La Niña y cambios interdecadales
- Recursos pesqueros
- Acuicultura

Esta información ha sido extraída del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático para Pesca y Acuicultura, elaborada en el marco del Plan Nacional de Acción al Cambio Climático, el que tiene por objetivo, generara acciones que permitan la adaptación a los efectos o impactos que ya se sabe generará el cambio climático a los ecosistemas costeros, especies y sectores costeros.

Los pescadores artesanales de la Higuera ya han podido identificar algunos impactos del cambio climático, como mayor abundancia y frecuencia de las marejadas, que impiden el desarrollo de turismo de navegación, las alteraciones estacionales de las especies comerciales, el cambio de la temperatura del mar, etc.

2.3.6 Actividades humanas en el borde costero.

Existe una amenaza permanente por el uso del borde costero, vinculada a los procesos de urbanización y de asentamientos humanos permanentes o temporales, las actividades asociadas a estos asentamientos, y la posible industrialización o instalación de megaproyectos.

Los principales impactos derivados de la urbanización y de asentamientos humanos, así como la construcción de rutas y caminos de acceso, tienen relación con la pérdida de hábitat para especies marinas que habitan el intermareal, como el chungungo, así como especies de flora y fauna terrestres. Sin embargo, no es los único que genera impactos, ya que las actividades recreativas, los ruidos, la mala disposición de residuos sólidos y la instalación de emisarios submarinos, pueden significar presiones antrópicas importantes, que afectan a ecosistemas y especies.

Además, la industrialización del borde costero en la comuna de la Higuera generaría enormes impactos directos tanto en el proceso de construcción como de funcionamiento, principalmente vinculados a la pérdida de hábitat, la contaminación acústica, contaminación lumínica, contaminación ambiental, contaminación de aguas, entre otras. Esto sin duda causa una alteración del hábitat natural de especies, una disminución de las poblaciones, o una posible pérdida de especies que se observan en el borde costero.

3. DIAGNÓSTICO DE FACTIBILIDAD DE PROTECCIÓN

3.1 Análisis para la identificación de problemas, sus causas y alternativas de solución

En base a la información recopilada, las reuniones y los talleres realizados, podemos decir que el territorio presenta varios problemas actuales, los que se pueden agrupar en:

1. Ruptura de la estructura social del territorio, que tiene un origen conocido, asociado a la precepción de desigualdad de beneficios que han generado algunas iniciativas de conservación y desarrollo local, como la declaración de la Reserva Marina isla Choros-Damas, que mermó la posibilidad de pesca de algunos gremios de las caletas ubicadas al sur de la Reserva Marina, lo que a su vez permitió un desarrollo exponencial del Turismo que beneficia a las caletas ubicadas al norte de la comuna. Esta percepción de desigualdad de beneficios, se ha intensificado aún más, con las practicas usuales de proyectos de inversión, que benefician económicamente a algunas localidades por sobre otras.

Si bien este problema social no es posible resolver bajo el alero de la creación de un AMCP-MU, es probable que, si todas las localidades tienen la posibilidad de desarrollar sus potencialidades (gastronómicas, turísticas, investigación, pesca artesanal, etc.), y esto se traduce en mejores oportunidades para los habitantes de las comunidades costeras de la comuna, los conflictos actuales disminuyan con el paso del tiempo.

2. Compatibilidad de usos, o usos que significan un riesgo para la conservación del área, como son la pesca industrial que ocurre dentro de las 5 millas, y la vocación portuaria del territorio. Si bien la pesca industrial es una actividad que se realiza actualmente, con autorización de los organismos competentes, es necesario que sean incluidos en la organización y administración de la AMCP-MU, de manera de acordar con el gremio, el mejorar las practicas, para evitar daños ambientales o ecosistémico en el área. Distinto es el caso de las actividades portuarios industriales, ya que si bien hay proyectos que se han desestimado debido al posible impacto ambiental que pudieran generar, la vocación portuaria del borde costera de la Higuera es vista como una oportunidad de desarrollo por parte de la comunidad, lo que ha generado una fuerte presión por desarrollar proyectos de índole industrial. Además, ambas actividades pueden ser incompatibles con otros usos que se podrían potenciar en el área, a propósito de la creación de la AMCP-MU, como es el caso del turismo de intereses especiales y la pesca artesanal.

Por lo tanto, es fundamental que la administración del AMCP-MU contemple planes de manejo para los diferentes recursos presentes en la zona, así como también someter todos los proyectos productivos que se deseen realizar en el área, al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

3. Gobernanza y administración, ya que si bien la región cuenta con una instancia técnica de discusión de iniciativas de conservación marina, y con una Comisión Regional de Uso del Borde Costero, la institucionalidad debe fortalecerse, lo que se traduzca en mejorar los mecanismos de administración y supervisión de una posible nueva AMCP-MU.

4. Desconocimiento general de las implicancias de la creación de un AMCP-MU, no solo de la ciudadanía, sino también de algunos servicios públicos. Esta situación se debe, en gran medida, a la incapacidad de la institucionalidad, de realizar un proceso informativo permanente, lo que ha significado una seria de especulaciones respecto a los beneficios asociados a la declaración del AMCP-MU, lo que se traduce en una desaprobación basada en el desconocimiento.

Debido a la diversidad de usos y de actores, los problemas presentes en la zona son diversos y a distintas escalas, por lo tanto, para asegurar una administración efectiva del AMCP-MU es fundamental mejorar los mecanismos de comunicación y participación, asegurar la continuidad de las acciones y compromisos, contar con financiamiento suficiente y un equipo de trabajo acorde.

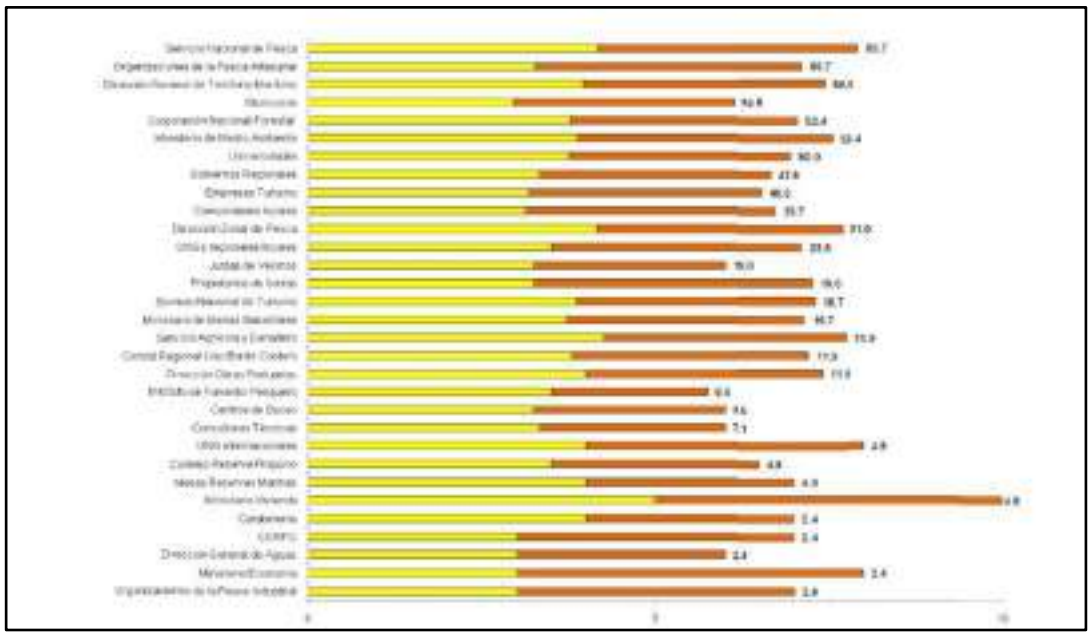
3.2 Mapas y análisis de los actores

La comuna de la Higuera alcanza los 4.158 km2, siendo una de las más extensas a nivel regional, superficie distribuida desde la cordillera hasta la costa, contando además con una extensión de 70 km de borde costero. En la comuna existen once localidades, de las cuales, cuatro corresponden a localidades costeras (Caletas Los Hornos, Totoralillo Norte, Chungungo, Punta de Choros), que se vinculan con el mar en términos sociales, culturales y económicos. Aunque la localidad de la Higuera (capital comunal) es la que concentra una mayor población, las localidades costeras concentran alrededor de un tercio de la población comunal (INE, 2005)

Un estudio mandatado por OCEANA el año 2013, realiza una caracterización de actores claves a través de tres dimensiones: autopercepción de importancia en procesos de toma de decisión sobre recursos naturales, actores en redes sociales interorganizacionales y percepción de actores claves para la planificación del AMCP-MU, identificando 44 actores como relevantes en el uso, manejo o conservación de los recursos naturales, y 31 actores claves para participar en la planificación e implementación de la AMCP-MU, de los cuales, los más relevantes fueron en primer lugar las Agencias de Gobierno Central (principalmente DIRECTEMAR, Ministerio del Medio Ambiente, y CONAF), seguido por las organizaciones de pescadores artesanales y Sernapesca, y finalmente los Gobiernos Regionales, Municipalidad y Universidades.

La figura N°1 muestra el universo de actores claves identificados en este estudio, a partir de la percepción respecto a la capacidad para planificar e implementar una AMCP-MU (barra amarilla), y la influencia en el área y sobre otros actores (barra roja), ordenados según la frecuencia con la que fueron mencionados por otros actores es la siguiente:

Figura N°1: Universo de Actores Claves
Fuente: Cárcamo, 2013



A su vez, un estudio mandatado por la SEREMIA el Medio Ambiente Región de Coquimbo, identifica como actores claves, para evaluar y elaborar una propuesta de conservación, a los servicios públicos regionales con competencia en el área, los que a su vez integran la Mesa Técnica de Conservación Marina (Tabla N°3), y a las organizaciones de pesca artesanal vinculadas a las localidades costeras, que corresponde a la totalidad de organizaciones de pescadores artesanales de la comuna (Tabla N°4). El mismo estudio revela que, respecto al beneficio y grado de influencia de los servicios públicos, todos manifiestan sentirse beneficiados con la propuesta, sin embargo, difieren en la influencia que tienen al respecto, siendo SERNAPESCA, SUBPESCA y Medio Ambiente, los que consideran que tienen una mayor influencia en la toma de decisiones. En cuanto a las organizaciones de pescadores artesanales, ellos perciben que tienen una influencia alta o moderada en la toma de decisiones.

Tabla N°3: integrantes Mesa Técnica de Conservación Marina

Servicios Públicos con Competencia
Gobernador Marítimo región de Coquimbo.
SEREMI Bienes Nacionales región de Coquimbo.
SEREMI MINVU región de Coquimbo.
Jefa de División de Planificación y Desarrollo Regional, Gobierno Regional.
Director Regional CONAF región de Coquimbo.
Director Regional SERNAPESCA región de Coquimbo.
Director Zona Norte SUBPESCA.
Director Regional del Servicio Agrícola y Ganadero.
Director Regional SERNATUR.
Director Regional IFOP.
Decano Facultad de Ciencias del Mar, UCN Coquimbo
Municipalidad de la Higuera

Tabla N°4: Organizaciones de Pescadores Artesanales comuna de la Higuera

Caleta	Organización	Nº socios	Mujeres	Área de manejo
PUNTA CHOROS	A. G. de Trab. del Mar Ind. Pta. de Choros	161	0	Isla Choros Punta Choros
	Copp. Pesquera y Comercializadora Punta Norte.	155	0	
LOS CHOROS	A. G. de Pesc. y Mar. de Los Choros	61	0	El Apolillado - Choreadero
	Org. Com. Fun. de Pesc. Unidos comuna La Higuera	225		Los Choros
EL APOLILLADO	Cooperativa Pesquera y Comercializadora Los Choros	35	0	

CHUNGUNGO	A. G. de Trab. del Mar Ind. de Cta. Chungungo	74	2	Chungungo A y C
	S. T. I. Bu.,Ay.,Pesc.y Rec.de Cta. Chungungo	20		Chungungo D y E
	S. T. Art. Bu.y Rec.de Orilla "La cruz de Chungungo"	26	1	La Peña
	Organización de Buzos Mariscadores Los Castillo de Chungungo	20	3	Chungungo B
TOTORALILLO NORTE	S.T.I. de Pesc. Art. Totoralillo Norte	37	0	Totoralillo Norte A - B y C
HORNOS	A. G. de Trab.del Mar Pan.Norte, Los Hornos	52	2	Hornos Hornos B
	S.T. I. Nº 1 de Buzos y Pesc.Art. de Cta. Hornos	30	0	Las Minitas
	Agrupación Comunitaria de trabajadores Independientes del mar de caleta Hornos	10	0	
	Agrupación de Mujeres Emprendedoras Caleta Hornos.	28	28	
	Agrupación Funcional de Pescadores de Caleta Hornos	21	0	

Fuente: SERNAPESCA

Si bien todas las organizaciones de pescadores artesanales son considerados actores claves, es posible percibir grandes diferencias en cuanto a los beneficios que perciben, al comportamiento y la relación que tienen con la costa, pudiendo agrupar estas organizaciones en dos grandes grupos. El primer grupo corresponde a los habitantes de las caletas que se encuentran al norte de la comuna (Los Choros y Punta de Choros), las que han sido las principales beneficiadas con la creación de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt y las Reserva Marina Choros-Damas, siendo capaces de levantar una oferta turística, y de contar con las áreas de manejo para la explotación de recurso bentónicos con la mayor productividad de la comuna. El segundo grupo de usuarios corresponde a los habitantes de las caletas del sur (Chungungo, Totoralillo Norte y Caleta Hornos), cuya principal actividad económica sigue siendo la pesca artesanal.

Realizando un análisis de las propuestas de actores claves, es posible indicar que, ambas contaron con enfoques distintos en cuanto a la etapa en la que estos actores deben ser incluidos, lo que explica que en el primer estudio se incluyan actores claves no identificados en

el segundo. Sin embargo, para efectos de la propuesta de creación de AMCP-MU, se consideraron actores claves a los más influyentes, y los que deben ser parte del Consejo de Administración del AMCP-MU, lo que no es excluyente respecto a integrar otros actores para fines de fiscalización, implementación, y financiamiento del área.

Es importante aclarar que, debido a que no son tantas las ONG presentes en el territorio, se consideró innecesario subdividirlas en distintas categorías, por lo que las ONG nacionales/locales con las ONG internaciones se fusionaron quedando como un solo actor. Además, se ha eliminado el Ministerio de Economía como categoría, ya que la mayoría de los servicios que componen dicho ministerio, están identificados como actores claves (SERNAPESCA, SUBPESCA, IFOR, SERNATUR, CORFO). También es importante aclarar que, pese a que el Municipio de la Higuera no figura dentro de los actores más influyentes en ninguno de los estudios, se decidió incluir como un actor clave ya que tanto el alcalde como los concejales, han manifestado su opinión en distintos medios de prensa de circulación nacional y local.

Finalmente podemos concluir que, de todos los actores presentes en el territorio, veinte de ellos han sido considerados como actores claves (tabla N°5), que deben ser incluidos tanto en la planificación, como posteriormente en la administración del AMCP-MU la Higuera.

Tabla N°5: Actores Claves Identificados para la Planificación y Administración del AMCP-MU

Actores Claves	
1	Ministerio del Medio Ambiente
2	Director Regional SERNAPESCA región de Coquimbo
3	Director Zona Norte SUBPESCA
4	Organizaciones de Pesca Artesanal
5	Dirección Regional del Territorio Marítimo región de Coquimbo.
6	Comité Regional Uso de Borde Costero
7	SEREMI Bienes Nacionales región de Coquimbo.
8	SEREMI MINVU región de Coquimbo.
9	Director Regional CONAF región de Coquimbo.
10	Director Regional del Servicio Agrícola y Ganadero.
11	Director Regional SERNATUR.
12	Universidades
13	Propietarios de tierras
14	ONG
15	Director Regional IFOP.
16	Dirección de Obras Portuarias
17	Empresas de Turismo
18	CORFO
19	Organizaciones de la Pesca Industrial
20	Municipalidad

Respecto a la identificación de estos actores, se debe recalcar la necesidad de realizar una evaluación permanente de los actores claves que están siendo parte del proceso, ya que es posible que en corto a mediano plazo, lleguen nuevos actores al territorio, los podrían transformarse en claves para efectos del AMCP-MU.

3.4 Análisis cualitativo de los costos y beneficios derivados de la creación del área

Vivimos tiempos cruciales en los que se discute la sustentabilidad futura de la humanidad. Los océanos están bajo fuertes presiones y amenazas que de no ser detenidas, irán más allá de su resiliencia, comprometiendo el bienestar de la humanidad a través de decaimientos en la calidad y cantidad de sus servicios ecosistémicos. Este es uno de los motivos por los que urge una acción rápida y decidida para minimizar estos impactos y recuperar la salud de estos vitales ecosistemas.

A partir de la década de los 90, se inicia una tendencia a nivel global de protección de los océanos con el establecimiento de Áreas Marinas Protegidas (AMPs). Es así como hoy en día, a nivel mundial, un 2,07% de los océanos está protegido (con aproximadamente 13.600 áreas marinas protegidas (AMPs) de diversas categorías de manejo.

Esto debido a que los beneficios de las AMPs están bien documentados y son consistentes en diferentes océanos: La biomasa, o la masa de animales y plantas, incrementa en un 446% en promedio; la densidad, las plantas y animales en un área dada, aumentan un 166% en promedio; el tamaño corporal de los anímales aumenta en un 28% en promedio; y la diversidad de especies, o el número de especies, aumenta en un 21% en un área de muestreo.

Los datos muestran que la inversión en la creación de AMPs reporta el triple de beneficios a través de mejoras en la pesca, protección costera y empleo. La mejora en la protección de hábitats críticos podría resultar en beneficios netos entre USD$490 – USD$ 920 billones para el período 2015-2050.

Estas razones globales, junto con las necesidades regionales, han impulsado la discusión respecto a la conservación de los ecosistemas costeros de la Higuera y norte de la Serena, proceso que ha concluido en el envío de una propuesta de AMCP MU para la zona, que ha sido considerada como beneficiosa para distintos ámbitos en los que se hace uso del territorio marítimo.

Para la pesca artesanal, la AMCP-MU otorga la posibilidad de generar una actividad económica que entregue ingresos estables a los pescadores artesanales y sus familias; convertir la pesca en una actividad económica y ambientalmente sustentable de alta tecnología, alto impacto social y que desincentive la sobreexplotación de los recursos pesqueros; abre la posibilidad a que la zona se transforme en un polo importante de desarrollo para las economías de las regiones de Atacama y Coquimbo al incrementar de manera importante, ya sea en términos de pesca extractiva como en áreas de manejo, la oferta de productos pesqueros de alto precio en los mercados internacionales; incrementa la investigación científica, permitiendo el descubrimiento e identificación de nuevos bancos naturales de recursos hidrobiológicos, lo que se transformará en ventana para el lanzamiento de nuevas actividades económicas; hace posible desarrollar una industria procesadora paralela.

En cuanto al turismo, esta iniciativa contribuye a la creación de cultura y conciencia turística entre la población local, en especial la relacionada al turismo sustentable; mejora la gestión turística y entrega oportunidades de capacitación a la comunidad local en materias relacionadas con la actividad; permite dar mayor visibilidad de los productos turísticos, dando más énfasis a las actividades asociadas a los destinos, y a través de esta herramienta de gestión territorial lograr establecer alianzas estratégicas (gobiernos, agencias internacionales, privados, etc.) para penetrar el mercado por múltiples canales; aumenta el conocimiento de los atractivos y destinos turísticos del área, permitiendo configurar nuevas ofertas turísticas a partir del aprovechamiento de los nuevos hallazgos en materia biológica y de biodiversidad

que se pueda realizar en la zona; permite mejorar sustancialmente la infraestructura y el equipamiento de los servicios turísticos; crea una referencia clara respecto a la protección ambiental y ordenamiento territorial de la actividad turística con el fin de resguardar los recursos turísticos naturales y culturales; puede constituir un modelo de gestión integral del sistema turístico posible de replicar a nivel comunal y regional (OCEANA,2017).

Desde el punto de vista social, para las comunidades costeras involucradas, el AMCP-MU permite que se integren a su entorno natural, ya que: aporta a la identificación de las comunidades con sus caletas por el reconocimiento al valor patrimonial y natural de esta zona y que la destacan a nivel regional, nacional e internacional; y posiciona a cada una de las caletas como "marcas" en la región y en el país, lo que le agrega ventajas a la integración comercial de la zona con el mundo, y a la vez refuerza la identidad de la población con su territorio.

En resumen, los principales beneficios de una AMCP–MU tienen relación con fortalecer la oferta turística de valores naturales y paisajísticos, planificar y regular la actividad turística, desincentiva la sobreexplotación de los recursos pesqueros, permite regular de mejor manera las actividades ilegales, resguarda que las actividades que se realicen no signifiquen un alto impacto ambiental ni un daño a los objetos de protección (cruceros, pesca industrial, puertos industriales, entre otros), y fortalece la identidad territorial de las comunidades costeras.

3.5 Relación y coherencia con políticas e instrumentos nacionales y regionales de planificación territorial y conservación

El AMCP MU La Higuera, es coherente con la agenda regional de conservación que se ha trabajado durante los últimos años, toda vez que, en todos los documentos de desarrollo, turismo, planificación y conservación, hay alguna mención a la condición única del territorio marítimo y la necesidad de conservar no solo los valores naturales sino además los servicios ecosistémico que otorga. Instrumentos como la Estrategia Regional Biodiversidad y la Política Ambiental, indican además la necesidad de generar mecanismos de protección para el borde costero de la Higuera. Esta situación se materializa en la constitución de varias mesas de trabajo, dentro de las que destacan la "mesa de conservación marina", y el Comité Regional del Uso del Borde Costero.

Estrategia de Desarrollo Regional
Si bien la Estrategia de Desarrollo Regional no tiene un fin de conservación, indica que su visión se basa en las características únicas de la región vinculadas a su medio natural, destacando su alta biodiversidad. Además, se relaciona con la propuesta en su lineamiento 3 que apuesta a una zona costera más equilibrada y armónica, y el lineamiento 5 que promueve una economía compatible con la preservación de la base de recursos naturales y la calidad de vida como sello regional.

Plan General de administración de la Reserva Marina Isla Choros-Damas
Cuyo objetivo general consiste en conservar y proteger los ambientes marinos representativos del sistema insular constituido por las Islas Choros e Isla Damas, asegurando el equilibrio y la continuidad de los procesos bioecológicos a través del manejo y uso sustentable de la biodiversidad y el patrimonio natural.

Estrategia Regional de Biodiversidad.
Esta estrategia, con su respectivo plan de acción de la biodiversidad de Coquimbo, se inscribe dentro de una política ambiental para el desarrollo sustentable de la Región de Coquimbo, en la que se definió como objetivo fundamental la protección del patrimonio ambiental y el uso

sustentable de los recursos naturales a través del establecimiento y formulación de una estrategia de conservación de la biodiversidad. De los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad propuestos en la Estrategia, dos se vinculan directamente con la propuesta, el sitio prioritario Reserva Marina Punta de Choros, y Punta Teatinos-Caleta Hornos/Sector costero al norte de la Serena. Ambos además, fueron priorizados y son parte de los cinco Sitios Prioritarios para efectos del Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental.

Plan de Desarrollo Turístico de la Higuera
Su eje central es el de generar un turismo sustentable, en especial en fortalecer las potencialidades diagnosticadas en el mismo plan, las que se encuentran relacionadas a su medio natural poco modificado a lo largo del tiempo y a la existencia de expresiones culturales propias. Estos objetivos se pueden lograr a través de la limitación que puede poner un AMCP-MU al crecimiento de actividades antrópicas que puedan alterar negativamente el patrimonio natural y cultural.

Planes de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies.
Si bien los planes de Recuperación y Conservación de Especies bajo la tuición del Ministerio del Medio Ambiente es reciente, la región ha sido una de las primeras en contar con un instrumentos elaborado al alero del Reglamento de planes RECOGE. El Plan RECOGE Lucumillo, establece como una de las principales acciones, más eficientes en cuanto a costos e impacto, el ampliar las áreas de conservación hacia sectores costeros de la comuna de la Serena y la Higuera. Además establece como prioridad el generara alianzas y estrategias entre los municipios.

Actualmente la Corporación Nacional Forestal se encuentra elaborando el Plan RECOGE Pingüino de Humboldt.

Zonificación del Uso del Borde Costero.
La propuesta de zonificación trabajada por el Comité Regional del Uso de Borde Costero, en el que participan servicios públicos y organizaciones de usuarios vinculados al territorio marítimo, incorporó sectores con uso exclusivo para la conservación de la naturaleza, y preferentes para el turismo (figura N°2). Esto se realizó en virtud de los antecedentes que indican la facilidad e importancia de la conservación en la zona.

Figura N°2: Zonificación de los Usos del Borde Costero



Otros Instrumentos

Además, el programa se vincula directamente con las políticas comunales de potenciar La Serena, como un centro de convenciones científicas, que permita desconcentrar el turismo y el comercio relacionado a este, exclusivamente a los meses de verano. Y de potenciar el turismo sustentable, siendo la comuna la tercera a nivel nacional con la Clasificación de Turismo Sustentable.

El Plan Regulador Comunal, que es el documento normativo que rige la urbanización, actualmente se encuentra en revisión de parte de la contraloría, así como el Plan Regulador Intercomunal de la provincia del Elqui, por lo que en la actualidad la situación de la comuna es que no cuenta con un instrumento de planificación de carácter normativo actualizado.

4. PROPUESTA DE CONSERVACIÓN

4.1 Extensión del Área Propuesta

La solicitud de declaración de AMCP-MU La Higuera, considera una extensión de 140.869 hectáreas en el área marina que se extiende desde Punta Zorro (límite norte) hasta Punta Poroto (límite sur), ver figura N°3 en Anexo.

La superficie propuesta considera una distribución geográfica desde el límite norte de la comuna de La Serena, hasta el límite norte de la región, incorporando el borde costero de la comuna de la Higuera, esto se basa en parte en los resultados de la consultoría mandatada por la Seremi del Medio Ambiente entre los años 2016-2017, mediante la cual se solicitó la evaluación de una propuesta de conservación marina para la región de Coquimbo.

La presente propuesta, si bien se basa en un trabajo realizado con actores locales, coincide con los límites regionales del área identificada como la principal zona de la Ecorregión de Chile Central de Alto Valor para la Conservación, por el estudio realizado por Squeo, Martinez, Garay y Gaymer denominado "Identificación de la Áreas de Alto Valor para la Conservación (AAVC) en la eco-región Chile Central.

4.2 Justificación de la declaración de AMCP-MU La Higuera

El Gran Ecosistema Marino de la Corriente Humboldt, es uno de los 64 grandes ecosistemas marinos en el planeta y uno de los más productivos (IEB, 2015), el que ha sido definido como uno de los 10 grandes ecosistemas marinos con alta prioridad para ser protegidos en el mundo, siendo la parte norte de la región de Coquimbo, una de las zonas más importantes de este ecosistema marino (OCEANA, 2017).

En este aspecto, la región de Coquimbo, según la clasificación de los Ecosistemas Marinos Chilenos (MMA 2016), cuenta con una de las principales zonas de sugerencias de Chile y una de las dos de la región de Coquimbo, que se traduce en una zona de elevada productividad primaria, lo que junto con factores oceanográficos excepcionales, un sistema de corrientes marinas de sur a norte, y una conformación geográfica de borde costero y fondo marino, permite una recirculación de las aguas ascendentes desde sur, las que al llegar al archipiélago de las islas Choros-Damas permanecen en el sector, generando altas tasas de retención y asentamiento larval y por ende reclutamiento, muy por encima del promedio de la costa de Chile (Stotz, 1997). Además, ha sido clasificado como un ecosistema de alto valor ambiental, y como la principal Área de Alto Valor para la Conservación dentro de la Ecorregión de Chile Central (que incluye de la región de Antofagasta a la región de Valparaíso), principalmente por su biodiversidad, singularidad, por ser irreemplazable y por los servicios ecosistémicos que brinda, a los que suma un bajo costo para lograr su conservación (Squeo et al. 2015).

Estos valores están dados por ser una de las áreas de mayor diversidad, donde se encuentran entre 352 a 560 especies marinas, 12 hábitats de importancia ecológica, y un importante patrimonio paisajístico único en el país. Alberga a 187 especies macro bentónicas, a 122 especies de aves, 21 especies de mamíferos marinos y 68 especies de peces. Muchas de estas especies, y casi el 50% de aves y mamíferos marinos se encuentran en estado vulnerable y algunos incluso en peligro de extinción (OCEANA, 2017)

Esta condición genera un enorme potencial para la conservación y desarrollo de actividades sustentables, por lo que, y según lo establece la Estrategia Regional de Biodiversidad, los esfuerzos de conservación se han centrado en esta zona, contando con un sistema de áreas protegidas, que incluye a:

- Reserva Marina Islas Choros-Damas, declarada el año 2005, con una extensión de 3.863 ha, y que alberga a especies como el Delfín Nariz de Botella, Ballena Fin y Chungungo;
- Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, declarada en 1990, la cual protege 859,3 hectáreas de la parte terrestre de las islas, albergando diversas especies de flora, aves, reptiles, insectos, muchos de ellos con problemas de conservación, como el Pingüino de Humboldt;
- Bien Nacional Protegido Isla Gaviota; y
- Dos sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad: "Punta Teatinos-Caleta Hornos/ sector costero al Norte de La Serena", que abarca alrededor de 12.000 hectáreas terrestres, y "Reserva Marina Isla Choro-Damas" con 2.000 hectáreas terrestres en las islas (Choros, Damas y Gaviota) y en el borde costero entre Punta Zorro y Bahía Choros.

Estas características han dado a la región de Coquimbo una imagen con vocación al turismo y la naturaleza, sin embargo, en las áreas marinas, el potencial aún no se ha resguardado ni explotado como es la tendencia a nivel mundial. El AMCP-MU la Higuera, permitiría mejorar esa situación, dando la posibilidad de potenciar el turismo como una alternativa de desarrollo para las comunidades costeras, planificando, regulando y fiscalizando las actividades que se desarrollen, esto sobretodo en el sur de la comuna, donde el potencial es enorme.

Desde el punto de vista biológico, ecológico y pesquero, el área destaca por ser un ecosistema marino autosustentable. Hay índices que señalan que las biomasas de especies claves e importantes, como la anchoveta o el loco, representan poblaciones independientes de aquellos distribuidos más al norte o al sur de esta zona, dada la retención de nutrientes al sur de las islas Choros y Damas. La existencia de poblaciones separadas dentro del área se confirma por la alta abundancia de larvas y de reclutas de anchoveta y de loco. Además, se puede asumir que la riqueza planctónica y el reclutamiento de la anchoveta en el área sustenta poblaciones de adultos más al norte o al sur de esta zona, donde existe una fuerte presión pesquera sobre este recurso. Un 80% del desembarque total de loco y lapa de la región de Coquimbo proviene de esta zona (SERNAPESCA 2017). Por lo tanto, el área destaca como un hábitat crítico de peces de la zona centro-norte del país (OCEANA, 2017)

Es importante destacar además, que la región cuenta con una enorme oferta en centros de estudios, lo que ha generado una llegada masiva de estudiantes y académicos, destacando la Universidad de la Serena y Universidad Católica del Norte por su calidad a nivel nacional. Esta realidad ha potenciado el trabajo de investigación en la región, contando con científicos de renombre mundial que utilizan la región de Coquimbo como sede para la realización de estudios e investigación, posicionándose como punto neurálgico en innovación científica a nivel mundial, principalmente vinculados con el área de las ciencias del mar. Esta condición ha favorecido la aparición de distintos centros de investigación, siendo el principal el Centro de Estudios de Zonas Áridas (CEAZA), el cual aporta con información relevante para la toma de decisiones.

Estudios recientes han valorizado algunos de los principales servicios ecosistémicos presentes en el sector costero de La Higuera que corresponden a:
1) Servicios culturales, asociado a actividades recreativas y de turismo, tanto para el avistamiento de aves y mamíferos marinos, como para el desarrollo de actividades de eco-turismo, buceo, expediciones, pesca deportiva, entre otras. Además es un área de gran interés para investigaciones científicas de instituciones regionales, nacionales e internacionales;
2) Servicios de aprovisionamiento, asociados a alimentos y materias primas, debido a la presencia numerosas especies de interés comercial como el loco, la lapa, erizos, jaibas, langostinos, algas, peces costeros y pequeños pelágicos; y
3) Servicios de apoyo, por cuanto constituye hábitats (para alimentación y reproducción) de especies emblemáticas, como el Pingüino de Humboldt, el Yunco, el Chungungo, el Delfín Nariz de Botella, y 14 especies de cetáceos que incluyen a la ballena azul.

Solo valorizando algunas actividades recreativas y de turismo, los principales recursos bentónicos explotados por los pescadores artesanales en las áreas de manejo y los hábitats para especies emblemática, el valor anual de ellos sería de $106.774.746.000, siendo el Valor Económico Total de $1.779.579.100.000, considerando el valor presente de una perpetuidad y utilizando una tasa social de descuento del 6%. Esto da una idea del enorme potencial de los ecosistemas de esta zona para el desarrollo de actividades sustentables de bajo impacto, que aseguren la provisión de estos servicios en el tiempo.

En virtud de los antecedentes científicos, de las actividades productivas actuales y potenciales, y de la condición natural de la zona, se hace evidente la necesidad de resguardar estos valores, mediante el uso sustentable, haciendo compatibles los usos actuales y futuros.

Otra razón importante que justifica la creación de la AMCP-MU es que Chile signatario del Convenio de la Diversidad Biológica que plantea entre sus metas estratégicas a 2020 (Metas de Aichi) aumentar el porcentaje de superficie protegida marina al 10% (Meta 11 de Aichi). Chile ha superado ese porcentaje ya que cuenta con 463.000 km2 de territorio oceánico protegido (12.8% de la ZEE), lo que podría alcanzar a 1.600.000 km² (~45% de la ZEE) con los recientes anuncios de nuevas áreas marinas protegidas de gran escala, siendo uno de los cinco países con más áreas marinas bajo algún tipo de resguardo en el planeta. No obstante, continúa el desafío de avanzar en otros componentes importantes de la Meta 11 de Aichi como administración eficaz y la representatividad de ecosistemas.

En este sentido, el AMCP-MU La Higuera, permite mejorar esa representatividad y acortar las brechas de protección, ya que la ecorregión marina de Chile Central, cuenta actualmente con tanto un 0,03% y con la declaración del AMCP MU La Higuera alcanzaría un 0,44% de representatividad a nivel nacional.

A su vez, en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 de Naciones Unidas, Chile se ha comprometido a trabajar hacia el cumplimiento de una serie de metas para conservar y utilizar de forma sostenible los océanos y mares, lo que se vería facilitado por esta AMCP-MU.

En virtud de las distintas categorías de conservación marinas existentes actualmente en nuestra legislación, y debido a que un AMCP-MU es la herramienta de gestión ambiental y territorial más eficiente para entregar protección y fomentar el desarrollo de actividades económicas de bajo impacto en ecosistemas marinos, permitiendo una participación de las comunidades locales de manera efectiva y eficaz, y otorgando y la posibilidad de un manejo integrado de usos existentes que no afecten el objeto de conservación que se determine, es que se considera como relevante, la declaración del AMCP-MU La Higuera.

4.3 Objetivos de creación del área y el o los objetos de protección

4.3.1 Objetivos

Los objetivos fundamentales de esta AMCP MU son:

a) Proteger un ecosistema marino único, manteniendo los procesos ecológicos relevantes que ocurren en la zona, como la surgencia, el reclutamiento de especies bentónicas, la alimentación y reproducción de aves y mamíferos marinos, resguardando además, los servicios ecosistémicos que otorga, como el aprovisionamiento de recursos pesqueros, hábitats de especies emblemáticas, y lugares para la educación, investigación científica y recreación.
b) Conservar especies emblemáticas, principalmente aquellas que se encuentran con problemas de conservación, así como sus hábitats y sectores de alimentación.
c) Planificar el uso del maritorio, evitando el desarrollo de actividades productivas en desmedro de otras, elevando los estándares ambientales de los proyectos de inversión.
d) Potenciar los valores culturales asociados al uso de servicios ecosistémicos, principalmente vinculados a la pesca artesanal.

Estos objetivos permitirían en primer lugar otorgar nuevas y mejores oportunidades a las comunidades locales, en segundo lugar fomentar un desarrollo armónico y sustentable; y

finalmente contribuir a los compromisos internaciones del Estado de Chile.

Para garantizar que esto suceda, se deben orientar los esfuerzos en realizar una administración efectiva del área, con procesos de planificación permanentes, sistemas de participación efectivos, recursos económicos suficientes, y un equipo de trabajo idóneo para facilitar el proceso. Para poder focalizar los esfuerzos de conservación, y orientar los procesos de planificación, es necesario definir de manera clara cuáles serán los objetos de conservación para el área.

4.3.2 Objetos de conservación

Como ya se ha mencionado anteriormente, los valores del área están dados por ser una de las áreas de mayor diversidad marina de Chile, donde se encuentran entre 352 a 560 especies marinas, 12 hábitats de importancia ecológica, y un importante patrimonio paisajístico único en el país. Alberga a 187 especies macro bentónicas, a 122 especies de aves, 21 especies de mamíferos marinos y 68 especies de peces. Muchas de estas especies se encuentran en estado vulnerable y algunos incluso en peligro de extinción.

Entre los hábitats de importante ecológica se han identificado las zonas de alta producción planctónica; hábitats de macroalgas; hábitats de especies de forraje; hábitats de bio-ingenieros; hábitats de recursos bentónicos; hábitats críticos de peces; hábitats críticos de aves marinas; hábitats críticos de mamíferos marinos (revisar tabla N°1)

Además, a partir de la información existente, y de metodologías de clasificación en base a la relevancia para la conservación, la Fundación OCEANA ha propuesto 96 especies, hábitat y procesos relevantes para la conservación, lo que fueron agrupados de acuerdo a la metodología de estándares abiertos en siete objetivos de conservación (Tabla N°6).

Tabla N°6: Propuesta de Objetos de Conservación

Objeto de Conservación	Especies, hábitats y procesos importantes para la conservación	Nombre común	Estado de conservación UICN	Estado de Conservación MMA
Mamíferos Marinos	*Balaenoptera musculus*	Ballena azul	EN	EN
	Balaenoptera physalus	Ballena fin	EN	CR
	Balaenoptera bonaerensis	Ballena minke	DD	
	Megaptera novaeangliae	Ballena jorobada	LC	VU
	Physeter macrocephalus	Cachalote	VU	VU
	Kogia simus	Cachalote enano dentado	DD	IC
	Phocoena spinipinnis	Marsopa espinosa	DD	IC
	Lagenorhynchus obscurus	Delfín oscuro	DD	IC
	Delphinus delphis	Delfín común	LC	IC

	Tursiops truncatus	Delfín nariz de botella	LC	EN
	Lissodelphis peronii	Delfín liso	DD	
	Orcinus orca	Orca	DD	IC
	Pseudorca crassidens	Falsa orca	DD	IC
	Globicephala macrorhynchus	Calderón de aleta corta	DD	IC
	Globicephala melas	Calderón común	DD	IC
	Grampus griseus	Delfín gris	LC	IC
	Ziphius cavirostris	Ballena picuda de Cuvier	LC	IC
	Otaria flavescens	Lobo marino común	LC	LC
	Arctocephalus australis	Lobo fino del sur	LC	FP
	Mirounga leonina	Elefante marino	LC	IC
	Lontra felina	Chungungo	EN	VU
Aves Marinas	*Diomedea epomophora*	Albatros real del Sur	VU	
	Thalassarche bulleri	Albatros de Buller	NT	
	Thalassarche eremita	Albatros de Chatham	VU	
	Thalassarche salvini	Albatros de frente blanca	VU	
	Pterodroma externa	Petrel de Juan Fernández	VU	EN
	Procellaria aequinoctialis	Petrel de barba blanca	VU	
	Procellaria cinerea	Fardela gris	NT	
	Procellaria westlandica	Fardela Westland	EN	
	Puffinus creatopus	Fardela patirrosa	VU	EN
	Puffinus griseus	Fardela sombría	NT	
	Pelecanoides garnotii	Yunco	EN	VU
	Spheniscus humboldti	Pingüino de Humboldt	VU	VU
	Spheniscus magellanicus	Pingüino de Magallanes	NT	
	Sula variegata	Piquero	LC	IC
	Pelecanus thagus	Pelícano	NT	
	Phalacrocorax bougainvillii	Cormorán guanay	NT	VU
	Phalacrocorax gaimardi	Cormorán yeco	NT	IC
	Larus modestus	Gaviota gris	LC	R
	Larosterna inca	Gaviotín monja	NT	VU
	Aculeola nigra	Quelvacho tizón	DD	
	Alopias vulpinus	Tiburón azotador	VU	
	Apristurus nasutus		DD	

Peces Cartilaginosos	*Caelorinchus aconcagua*			
	Caelorinchus chilensis			
	Callorhinchus callorhynchus	Pejegallo	LC	
	Centroscyllium nigrum	Tollo diente de peineta	DD	
	Centroscymnus crepidater	Sapata negra	LC	
	Etmopterus granulosus		LC	
	Galeorhinus galeus	Cazón	VU	
	Mustelus mento	Tollo	NT	
	Myliobatis chilensis		DD	
	Myliobatis peruvianus		DD	
	Myliobatis spp.			
	Schroederichthys chilensis	Tiburón pintarroja	DD	
	Squatina armata		DD	
	Isurus oxyrinchus	Tiburón mako	VU	
Peces Óseos	*Engraulis ringens*	Anchoveta	LC	
	Sardinops sagax	Sardina española	LC	
	Merluccius gayi	Merluza	DD	
	Trachurus murphyi	Jurel	DD	
	Scomber japonicus	Caballa	LC	
	Graus nigra	Vieja		
	Chromis crusma	Castañeta		
	Aplodactylus punctatus	Jerguilla		
	Cheilodactylus variegatus	Bilagay		
	Semicossyphus darwini	Pejeperro	DD	
	Scartichthys sp.			
Biodiversidad Bentónica	Esponja calcárea	Esponja calcárea		
	Antipatharia	Coral negro		
	Amphilectus fucorum cf			
	Clionaopsis platei cf	Esponja zapallo		
	Polymastia sp			
	Trachycladus sp			
	Scleractinia sp1			
	Eunicella sp1	Gorgónido		
	Hidrozoo sertulárido			
	Plumulárido sp1			
	Plumulárido sp1			
	Concholepas concholepas	Loco		
	Fisurella latimarginata	Lapa negra		
	Fisurella cumingi	Lapa rosada		
	Cervimunida johni	Langostino amarillo		
	Pleuroncodes monodon	Langostino colorado		

	Heterocarpus reedi	Camarón nailon		
	Euphausia mucronata	Krill		
	Bosques de Macroalgas	Bosques de macroalgas		
	Arrecifes de hidrocorales	Bancos de corales		
Producción Primaria	Zonas de alta producción de fitoplancton			
Paisaje Natural	Zonas de alimentación de tiburones			
	Zonas de reproducción de aves marinas			
	Zonas de crianza de aves marinas			
	Zonas de alimentación de aves marinas			
	Zonas de alimentación de mamíferos marinos			
	Corredor de migración de mamíferos marinos			
	Intermareal rocoso			
	Intermareal arenoso			

Fuente: OCEANA, 2017

A su vez, en el año 2016, los pescadores artesanales de las localidades costeras de la Higuera que participaron en los talleres de la Seremi del Medio Ambiente, identifican elementos en base a su intención de conservación (Tabla N°7), los que en su mayoría se basan en la necesidad de mantener sus actividades productivas y del nivel de conocimiento del área. Así se puede observar que no solo se reducen a componentes de la biodiversidad, sino también a servicios ecosistémicos, vestigios patrimoniales y culturales.

Tabla N°7: Intenciones de conservación de OPA en talleres realizados

Qué conservar	**Dónde conservar**	**Quienes serían los responsables**
Aves y sitios de nidificación, reptiles	Islas Pájaros (tierra)	Gobierno-Pescadores
Ecosistema Estuarino, aves y sitios de nidificación, flora nativa, recurso agua	Humedal Los Choros	Gobierno-Comunidad
Patrimonio cultural arqueológico e histórico	Chungungo/ Los Choros	Gobierno-Comunidad
Recursos Hidrobiológicos (piure, choro zapato, peces de peña, algas)	AMERB	Pescadores- Gobierno
Caladeros de pesca	Toda la comuna	Gobierno-Pescadores
Ecosistema dunario	Bahia Los Choros/ Playa La Despensa	Gobierno-Comunidad
Ecosistema playas de arena	Playas de la comuna	Gobierno-Comunidad

Flora y Fauna Nativa	Quebrada Juan Soldado Llano Los Choros	Gobierno-comunidad
Lontra felina (chungungo)	Islas	Pescadores- Gobierno
Cultura pesca artesanal	Comuna	Gobierno-Pescadores

Debido a que ambas propuestas son consistentes en cuanto a su justificación de los objetos de protección planteados, se realizó un cruce con la información otorgada por ambas, y se definieron nuevos objetos de protección considerando los siguientes criterios: a) que permitan la protección de otras especies u ecosistemas; b) que sean factibles de proteger en base a las competencias de la figura; c) y que permita su zonificación y monitoreo.

Así se estableció una priorización de los objetos de protección para el AMCP MU La Higuera:

Tabla N°8: Objetos de Protección del AMCP-MU

Objeto de protección	Descripción y/o justificación
Especies emblemáticas de mamíferos y aves marinas, así como sus zonas de alimentación	En el área existen 21 mamíferos marinos, con colonias residentes de delfín nariz de botella, y colonias temporales de ballenas. Se han identificado 19 especies de aves de importancia ecológica para la conservación como albatros, petreles, pardelas, yunco, piquero y Pingüinos. Estas especies, que en su mayoría cuentan con algún grado de protección, han sido identificadas en diversos estudios como objetos de protección importantes para las comunidades locales, ya que les otorga identidad y son importante atractivo turístico. Junto con lo anteriormente mencionado, es importante su protección por el rol fundamental que cumplen para mantener los ecosistemas y las tramas tróficas en equilibrio, y por los servicios ecosistémicos que brindan.
Zonas de alta producción planctónica	Área de producción primaria, hábitat esencial para el funcionamiento de la trama trófica y con especies endémicas para la zona centro-norte (Zooplancton). Zona eufótica de toda el área, con focos de abundancia al sur de islas Choros-Damas hasta caleta Los Hornos.
Especies de importancia económica (peces, algas, bentónicas)	Para el área se identificaron 28 especies de peces de importancia ecológica y de interés comercial, como la anchoveta, el tollo, la sardina, así como algunas especies betónicas de gasterópodos como la lapa negra (Fissurella latimarginata), lapa rosada (Fissurella cumingi), Lapa reina (Fissurella maxima) y loco, con un alto valor económico para la pesca artesanal del área. Muchas de estas especies han sido sobreexplotadas, generando un desequilibrio, ya que sustentan parte del ecosistema de la zona.
Zona costera e intermareal	Alberga ecosistemas de importancia para la fauna endémica y de importancia ecológica para el AMCP-MU. Además, otorga funciones y servicios ecosistémicos de soporte, abastecimiento y regulación, de gran relevancia para las comunidades costeras de la Higuera.

4.4 Proceso de difusión y participación asociado a la propuesta de declaración de AMCP MU

Considerando que el área costera de La Higuera ha sido clasificada como un área de alto valor para la Conservación, que representa el área más importante de la ecorregión marina de Chile Central (Incluyendo de la Región de Antofagasta a la de Valparaíso). Que existe en ella una alta productividad, la que sustenta la pesca artesanal, que además cuenta con especies protegidas según la legislación vigente, y que representa una alternativa de desarrollo para el turismo en las caletas ubicadas al sur de la comuna de la Higuera, la SEREMI del Medio Ambiente de la Región de Coquimbo ha trabajado intensamente en promover la sustentabilidad del área.

En la región existe consenso que la costa de la comuna de La Higuera presenta condiciones únicas que se deben proteger, lo indican sus instrumentos de desarrollo y de planificación territorial, sin embargo, no existe el mismo consenso en cuanto a las figuras legales existentes.

A partir de la solicitud de la fundación OCEANA de crear un Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos, el año 2013 se constituye la mesa técnica regional de conservación marina, encabezada por la SEREMI de Medio Ambiente, conformada por SUBPESCA, SERNAPESCA, SAG, CONAF, IFOP, SERNATUR, Bienes Nacionales, Gobernación Marítima, GORE-DIPLAN, Universidad Católica del Norte, CEAZA, entre otros, que busca evaluar la solicitud, profundizar en esta discusión, y alcanzar un objetivo regional de conservación marina.

Esta instancia regional evaluó la pertinencia de la solicitud a partir del análisis de cuatro criterios; Importancia del sitios; necesidad/urgencia de protección; factibilidad de protección, y pertinencia del instrumento propuesto. Las principales conclusiones fueron favorables en relación a los 4 criterios, sin embargo, considerando que esta propuesta careció de procesos de participación en su elaboración, y que el territorio se ha comportado de una manera dinámica en cuanto a los usos y las principales amenazas, se estableció como fundamental que esta propuesta fuera únicamente orientadora a un trabajo regional con mayor sentido territorial, evitando establecer distancia entre la propuesta y actores locales. Según análisis realizados por diversos actores, esto permitiría mejorar la representatividad y compromiso tanto de las comunidades como de las autoridades locales y regionales en el proceso de validación, diseño de Planes de Gestión y futuras toma de decisiones.

Desde entonces la Seremi del Medio Ambiente ha realizado diversas reuniones en esta línea, tanto técnicas, desde la “mesa de conservación marina”, instancia que ha sesionado más de 17 veces durante estos años, como ciudadanos, con asociaciones gremiales de pescadores, ONGs, y todos los que han solicitado ser parte de la discusión. Todas ellas han permitido avanzar en distintos acuerdos, que se han materializado en distintas iniciativas.

Una de las gestiones realizadas a partir de las demandas de la mesa de conservación marina, fue la solicitud a la Seremi del Bienes Nacionales, de Inscribir las Islas e Islotes presentes en la zona, a nombre del fisco con fines de conservación, situación que fue acogida y que se encuentra en la última fase de tramitación, lo que permitirá establecer estrategias de conservación de estas.

Otra gestión realizada por miembros de la mesa de conservación marina fue la aprobación de la región de Coquimbo como sede del Congreso Internacional de Áreas Marinas Protegidas IMPAC4. Que no solo permitió recibir a los mejores exponentes mundiales en la administración y conservación marina, sino también, dejar capacidades instaladas en los técnicos, las comunidades y las autoridades regionales.

Es así como finalmente en el periodo 2016-2017 el Ministerio del Medio Ambiente financió una consultoría con el objetivo de levantar información buscando alternativas de protección marino-costeras en la comuna de La Higuera, tomando como referencia las variadas condiciones que se presentan en el lugar, e incluyendo a la comunidad en la construcción de estas alternativas a través de la realización de talleres participativos.

Dicha consultoría generó dos propuestas de protección: Generar un Área Marino Costera Protegida de Múltiples Usos, que debía ser validada por la comunidad, y propuso iniciativas complementarias de protección, de menor tamaño, que gatillaren un proceso de protección mayor, y permitieran proteger y gestionar los sitios y especies de importancia para la biodiversidad de la región.

Si bien esta consultoría no materializó las instancias necesarias para validar la propuesta de AMCP-MU La Higuera, si determinó de manera parcial el nivel de apoyo de los actores claves (Tabla N°9). Si bien esta información es relevante y concluyente, ya que la mayoría de las organizaciones se manifiestan a favor de la propuesta, se consideró necesario presentar los resultados de zonificación de la consultoría a los mismos actores.

Tabla N°9: Influencia y Nivel de Apoyo de Actores Claves que Participaron de Talleres

Categorías Actor	Directo/Indirecto	Influencia	Dependencia	Percepción	Conocimiento	Preferencia	Aversión
AG Punta de Choros	5	Moderada	Alta	Favorable en discurso	Medio (3)	X en discurso	-
AG Los Choros	5	Alta	Alta	Favorable	Medio (3)	X	-
AG Chungungo	5	Alta	Alta	Favorable	Bajo (2)	X	
STIPA Caleta Chungungo	5	Moderada	Alta	No tiene	Bajo (2)	-	-
STIPA Totoralillo Norte	3	Moderada	Alta	No favorable	Medio (3)	-	X
AG Caleta Hornos	5	Alta	Media	Indefinida	Bajo (2)	-	-
ATICH	5	Alta	Alta	Favorable	Medio (3)	X	-
Funcional Caleta Hornos	5	Alta	Media	Favorable	Bajo (2)	X	-
Agrupación Mujeres Recolectoras	5	Moderada	Alta	Favorable	Bajo (2)	X	-
Sindicato n°1 Caleta Hornos	5	Moderada	Alta	Favorable	Bajo (2)	X	-
SERNAPESCA	3	Alta	Alta	Favorable	Alto (5)	X	-
MMA	2	Alta	Alta	Favorable	Alto (4)	X	-

Fuente: Varas, 2017

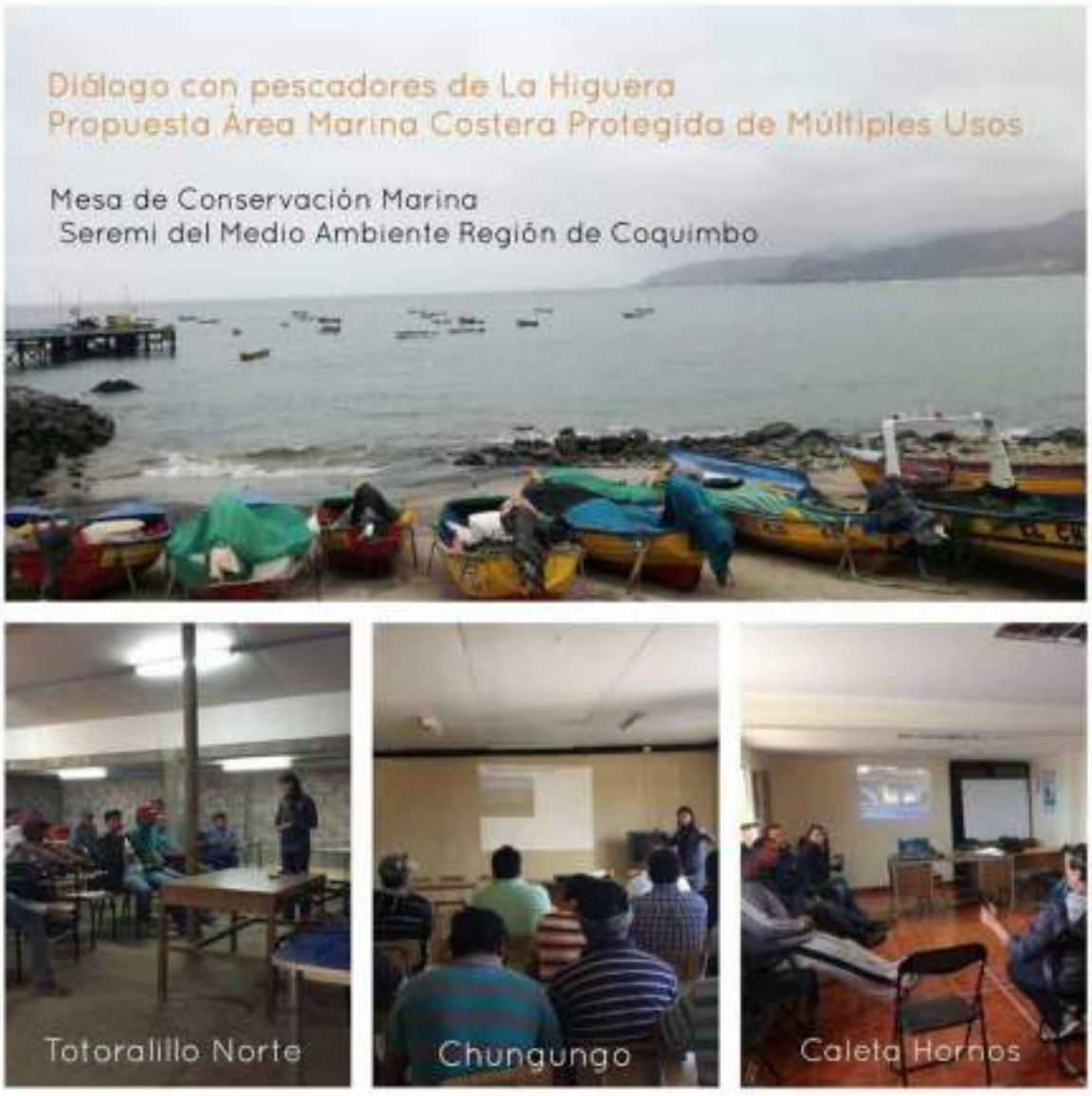
A partir de lo anterior, la Seremi del Medio Ambiente inicia un proceso de validación de la propuesta de AMCP MU, que cuenta con una zonificación preliminar, y busca asegurar la sustentabilidad de usos en un área altamente productiva, que sustenta la pesca artesanal y el

turismo comunal, entre otras actividades.

Este proceso consistió en la realización de talleres de discusión, en todas las instancias posibles, priorizando a los servicios públicos con competencia y los actores claves locales.

En el trascurso de este proceso de sociabilización y discusión de la propuesta, se realizaron reuniones territoriales con asociaciones gremiales de pescadores artesanales de las caletas de Chungungo, Totoralillo y Caleta de Hornos (figura N°4), se presentó la propuesta en reunión de Consejo Consultivo del Medio Ambiente, Consejo Consultivo Reserva Marina Isla-Choros Damas y Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, Consejo Comunal de la Higuera, Comité Regional del Uso del Borde Costero, y se han concretado solicitudes de reunión con gremios de Pescadores Industriales y Comunidad Agrícola Los Choros. Además, a modo de cierre de este proceso, se realizó una reunión masiva, con un alto nivel de participación y apoyo mayoritario a la iniciativa (alrededor de 200 personas) en la que estuvo presente el Alcalde de la comuna de la Higuera, quien fue además el encargado de convocar a todas las localidades de la comuna.

Figura N°4: Diálogo con Pescadores



Importante es señalar que pese a no ser identificados como un actor clave, se solicitó una reunión a la comisión del medio ambiente del Consejo Regional, con el objetivo de presentarla propuesta, las implicancias para la región, y resolver sus dudas, la que originalmente fue aceptada, pero que sin embargo por decisión de los propios consejeros, no se concretó. No obstante, los Consejeros Regionales manifestaron su nivel de apoyo a la iniciativa, que se evidencia en medios de prensa locales del año 2005.

Las principales conclusiones respecto a la propuesta presentada en las instancias anteriormente señaladas son las siguientes:

- Pese a haber realizado varias reuniones, existe mucha desinformación de la propuesta de AMCP-MU, las implicancias que tiene para la pesca artesanal, principalmente ligada a las prohibiciones. También existe mucho desconocimiento respecto a las restricciones de usos que genera esta iniciativa de conservación. Sin embargo, cuando se entrega la información suficiente, la actitud de los actores locales es favorable.
- Los pescadores artesanales, por ser los usuarios históricos de la costa, sienten que son los principales afectados y/o beneficiarios del área, por lo que solicitan que se reconozca su aporte a la conservación, su actividad histórica, y que se asegure que serán parte de la toma de decisiones. Señalan además, que hay vocación, realidades, e intereses distintos entre las caletas, los que deben ser respetados por la administración del área. Respecto a la actividad de pesca artesanal, solicitan que esta iniciativa permita que se potencie, apoyando en financiamiento para mejorar las prácticas que actualmente se realizan.
- Existe mucho escepticismo respecto a la disponibilidad de recursos económicos para realizar el plan de manejo y realizar acciones de fiscalización, y que los servicios públicos cuenten con los recursos humanos suficientes para iniciar un proceso de esta magnitud. Si no se cuenta con lo anteriormente señalado, se pondría en riesgo de administración efectiva del área, lo que se puede traducir en una declaración de papel.
- No hay claridad respecto la compatibilidad de distintos usos y las prohibiciones que establece el AMCP-MU. Usos actuales como la pesca industrial, y usos futuros como la instalación de puertos y la urbanización del borde costero, se encuentran en incertidumbre respecto a su factibilidad. Se ha aclarado que estos usos son definidos de manera participativa en el proceso de generación del plan de manejo del AMCP-MU, posterior la declaración de la misma.
- El área es una zona con características especiales, que tiene un gran potencial para desarrollar actividades de distinta índole, pero que requiere protección urgente, y que actualmente se encuentra totalmente desprovista de cualquier planificación.
- Existe bastante consenso que se requiere protección para el sistema de islas e islotes de la Higuera (Pájaro 1 y 2, Totoralillo, Chungungo, Tilgo), bajo alguna figura establecida de manera participativa, en que las comunidades locales puedan participar no solo de la declaración, también de la administración.
- La productividad de la zona está muy por sobre los niveles regionales y de gran parte de Chile, siendo las áreas de manejo responsables del 80% del desembarque regional de loco y lapa, por lo que existe la necesidad de buscar alternativas de protección que permitan mantener esa condición.
- Existe interés de parte de los habitantes de las comunidades costeras de La Higuera de desarrollar y potenciar el turismo de intereses especiales, que permita entregar oportunidades a las nuevas generaciones de habitantes de la Comuna. Debido a la situación de desigualdad en los beneficios que hasta ahora ha aportado el turismo, las caletas que se encuentran al sur de la Reserva Marina Islas Choros-Damas, ven en esta iniciativa la posibilidad de visibilizarse más y de ser una alternativa al turismo actual.

Si bien existe un grupo de habitantes de la comuna que manifiestan su preocupación sobre temas que parecen legítimos, la gran mayoría de los actores claves con los que nos reunimos, una vez que se les entrega la información, han manifestado su apoyo y satisfacción respecto a los beneficios que pudiera otorgar esta propuesta.

Así quedo de manifiesto en la localidad Los Choros, comuna de La Higuera, donde la Seremía del Medio Ambiente culminó el proceso informativo sobre la propuesta de crear un AMCP MU, contando con un amplio respaldo de las organizaciones ciudadanas que asistieron de manera masiva al encuentro.

En la reunión participaron representantes de gremios pesqueros de Los Choros, Punta de Choros, Totoralillo, Chungungo, entre otras localidades costeras, además de organizaciones ambientales como Chao Pescao, Sphenisco, Modema, entre otras. Asimismo el Consejo Consultivo de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, la Comunidad Agrícola Los Choros, representantes de asociaciones turísticas y el alcalde de la comuna.

Se puede decir además, que la iniciativa tiene un nivel de apoyo casi unánime de los servicios públicos, los que en función de sus atribuciones, han enviado oficios con su opinión respecto a la iniciativa. Sin embrago, el Alcalde considera que un AMCP MU en la Higuera obstaculizaría el desarrollo de actividades portuarias, y otras actividades que se realizan en el borde costero, las que beneficiarían a la comuna.

En la siguiente tabla se presenta el nivel de apoyo de los actores calves que formaron parte del proceso informativo, en base a la discusión y las intervenciones que realizaron

Tabla N°10: Nivel de Apoyo de Actores Claves

	Actores Claves	Nivel de apoyo	Observación
1	Ministerio del Medio Ambiente	A favor	En virtud de sus atribuciones, la Seremi del Medio Ambiente considera relevante elevar los estándares de uso, por tanto, velar por la sustentabilidad de área. Se enviarán los antecedentes de la propuesta de creación del AMCP-MU para que sean evaluados por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad.
2	Director Regional SERNAPESCA Región de Coquimbo.	Apoya la iniciativa con condiciones	En virtud de los antecedentes científicos y las competencias del servicio en la conservación de los recursos marinos, se considera relevante la conservación del área, sin embargo, se solicitan los antecedentes que forman parte del expediente de solicitud de la creación del área.
3	Director Zona Norte SUBPESCA.	Apoya la iniciativa con condiciones	En virtud de las actividades pesqueras que ya se realizan en la zona, el servicio solicita incorporar a todos los grupos de interés en la discusión de la iniciativa y posterior zonificación y elaboración del plan de manejo.
4	Organizaciones de Pesca Artesanal Chungungo	A favor	Ven en la propuesta una alternativa para desarrollar actividades complementarias de turismo, siempre que se fortalezca la pesca artesanal.
5	Organizaciones	No manifiesta una	Los habitantes de la localidad consideran que

	de Pesca Artesanal Totoralillo	postura respecto a la propuesta	la iniciativa no les generará beneficios y estiman que el turismo es una alternativa para ellos muy a largo plazo. Evalúan la propuesta como una amenaza a la pesca artesanal debido a las restricciones complementarias a las que ya deben cumplir.
6	Organizaciones de Pesca Artesanal Caleta Hornos	A favor	Los dirigentes solicitan que se cree el área lo antes posible, y que se trabajé en fortalecer la pesca artesanal
7	Organizaciones de pescadores de Punta de Choros	A favor	Los dirigentes solicitan que se reconozca el rol que han cumplido los pescadores artesanales en la conservación, y que se tramite la inactiva lo antes posible.
8	Dirección Regional del Territorio Marítimo Región de Coquimbo.	A favor	Si bien no existe una respuesta al oficio enviado solicitando la opinión, los profesionales que han asistido a las reuniones de la mesa de conservación marina han manifestado su apoyo ala iniciativa.
9	Comité Regional Uso de Borde Costero	Se manifestaron miembros del Comité. Posiciones más bien divididas.	Revisar acta e reunión
10	SEREMI Bienes Nacionales Región de Coquimbo.	A favor	A partir de una solicitud de la mesa de conservación marina, Bienes Nacionales se encuentra en el proceso legal de inscribir las islas e islotes a nombre del fisco, con fines de conservación.
11	SEREMI MINVU Región de Coquimbo.	A favor con condiciones	El servicio manifiesta que está a favor de la creación del AMCP-MU, siempre que esta no se entorpezca en términos de zonificación, con los instrumentos de planificación que se están elaborando (PRI Elqui, PRC la Higuera, PRC La Serena)
12	Director Regional CONAF Región de Coquimbo.	A favor	Debido a la relevancia de la zona para la conservación de la biodiversidad, y en virtud de los servicios complementarios que presta para la conservación de la Reserva Nacional, el servicio considera que se debe concretar la iniciativa lo antes posible
13	Director Regional del Servicio Agrícola y Ganadero.	No se han manifestado	No existe una permanente participación de los profesionales en la mesa técnica, por tanto, se desconoce cuál es su opinión respecto al tema.
14	Director Regional SERNATUR.	A favor	Si bien no existe una manifestación formal respecto al tema, el servicio se encuentra en proceso de solicitud de declaración de ZOIT para la localidad de Punta de Choros, lo que va en línea con la propuesta
15	Universidades	A favor de la	Debido a trabajo que han realizado sus

	(CEAZA y Católica del Norte	iniciativa	académicos en la investigación del área, y los antecedentes ya descritos, manifestaban su total apoyo a la iniciativa, sugiriendo incorporar a la región de atacama en una etapa posterior.
16	Propietarios de tierras (Comunidad Agrícola los Choros)		La presidenta de la comunidad agrícola considera que es una buena iniciativa, siempre que no se vean perjudicados como comunidad, y solicita mayor información y la posibilidad de realizar reuniones masivas.
17	ONG	A favor de la iniciativa	Debido a las amenazas y presiones externas que existen en la zona de interés, se hace necesario y relevante, crea un Área Marina Costera Protegida, que permita la conservación, y evite el desarrollo de proyectos que generarán impactos irreversibles en los objetos de protección.
18	Director Regional IFOP.	A favor de la iniciativa	Seremi MOP es parte de la Comisión Regional del Uso del Borde Costero
19	Dirección de Obras Portuarias	No se manifiesta	
20	Asociación Gremial de Turismo de Punta de Choros	A favor	Los integrantes solicitan que se tramite lo antes posible
21	CORFO	No se han manifestado	
22	Organizaciones de la Pesca Industrial	No manifiesta una preferencia	El gremio siente muy amenazada sus actividades con la aprobación de parques marinos. Si el área no establece restricciones para realizar sus actividades, están dispuestos a apoyar y establecer acuerdos para mejorar sus prácticas de pesca.
23	Municipalidad de la Higuera	Ha manifestado no estar en contra,	Si bien no existe un rechazo a la propuesta, la principal observación es en relación al bloqueo que pudiera generar la propuesta de AMCP-MU en el desarrollo de proyectos portuarios y de inversión, que según estima el Alcalde, beneficiaria a la comunidad. Se solicita además, que la propuesta se discuta y presente a todos los habitantes de la comuna, lo que fue aceptado por la SEREMI y se concretó en la reunión masiva realizada el 18 de enero.

Si bien la tabla muestra en términos cualitativos el nivel de apoyo de los actores claves, esta iniciativa cuenta además con un alto respaldo ciudadano a nivel regional, nacional e internacional, que se ha visto reflejado en redes sociales y medios de comunicación.

Finalmente, es importante recordar que durante años se han realizado manifestaciones regionales y nacionales, en apoyo a las demandas locales respecto a la conservación del área, a partir de la amenaza insipiente que significa el desarrollo de proyectos de inversión. A su vez, cabe destacar que durante la realización del Congreso Internacional de Áreas Marinas Protegidas (IMPAC4) que se realizó en la Región de Coquimbo, y en la que participaron más de 1000 profesionales de 80 países, todos concordaron en los beneficios que genera para las comunidades locales y el sustento de actividades productivas, fomentar el desarrollo sustentable de las áreas marinas, y particularmente, del área que se solicita como AMCP-MU la Higuera.

4.5 Orientaciones para el manejo y administración del AMCP MU

Como se señaló anteriormente, en la actualidad el país cuenta con un total de 23 áreas marinas protegidas, las que comprenden una superficie aproximada de 46,3 millones, cubriendo el 12,8% de la zona económica exclusiva.

Sin embargo, en la actualidad enfrentamos el desafío de avanzar en relación a la implementación de las áreas creadas en cuanto a la planificación y manejo efectivo, el monitoreo, la fiscalización y vigilancia, la gobernanza y la extensión de beneficios hacia los diferentes usuarios y comunidades adyacentes.

Por esta razón, la forma de enfrentar en términos prácticos la conservación del AMCP-MU la Higuera, debiese considerar un plan de trabajo con un sistema de participación efectiva, un manejo adaptativo, y una focalización eficaz.

Este plan de trabajo básico sugiere, en términos generales, ser abordado sobre la base de nueve temáticas, que se vinculan con las necesidades de administración del área, y a los requerimientos de los actores locales.

Áreas de Manejo de los Recursos Bentónicos: Uno de los principales requerimientos de las organizaciones de pescadores artesanales ha sido el reconocimiento de su aporte a la conservación a través de la administración de las áreas de manejo. Por lo que reconocer estas áreas como elementos coadyuvantes a los objetos de protección definidos para el AMCP MU La Higuera, le otorgan mayor gobernanza e integralidad a la propuesta. Por esta razón, es indispensable complementar los esfuerzos de conservación entre las AMERB y la futura AMCP MU, con miras a mejorar las condiciones de las AMERB respecto a su productividad y acciones de recuperación de algunas especies de manera equitativa, como por ejemplo:

- Mediante proyectos de repoblamiento de especies objetivo.
- El fortalecimiento de capacidades organizacionales para el manejo bio-pesquero de las AMERBs.
- El mejoramiento de las capacidades y la entrega de insumos que permitan mejorar la vigilancia y detección temprana de amenazas.
- Otorgando asistencia técnica para potenciar y mejorar los mecanismos de comercialización de los productos.
- Contribuyendo a la diversificación de actividades productivas en AMERBs (acuicultura, buceo deportivo, explorar nuevas pesquerías, etc.).

Reserva Marina (RM) Islas Choros-Damas: Una de las áreas protegidas más reconocidas por la comunidad local es esta RM, principalmente por la vinculación que tiene ésta con la actividad pesquera. Por lo que se hace fundamental, como facilitador de un proceso de planificación del

AMCP-MU, mejorar la administración de la RM, y extender los beneficios al resto de las organizaciones de pescadores artesanales de la comuna, mediante:

- La asignación eficiente de recursos económicos y humanos a la administración de la RM, mejorar la vigilancia y disminuir los conflictos por actividades ilegales al interior de la misma.
- Cooperar en la implementación del Plan General de Administración, que actualmente se encuentra vigente.
- Gestionar plan de extracción de excedentes productivos de la RM que permita que se extiendan los beneficios de la misma a todas las organizaciones de pescadores artesanales de la comuna. Una de las ideas que surgieron en las conversaciones es que la RM surta de semillas de los recursos objetivos a las AMERB de la comuna.

Revaloración de la pesca artesanal como patrimonio: Acciones que tiendan a reposicionar el oficio del pescador artesanal y rescatar sus tradiciones y costumbres, a través de la recopilación histórica (Libros, documentales, en otros) y reactivando festividades típicas

Protección del sistema de archipiélago de islas e islotes: se deben considerar en una futura ampliación del AMCP MU u otra figura de protección participativa, ya sea a través de la creación de santuarios de la Naturaleza o como ampliación de la RNPH (ejemplo de Islotes y Puntas Guaneras de Perú).

Reserva de ALAS para la pesca artesanal: Figura que reconozca estas zonas compartidas como de uso para la extracción de recursos de la pesca artesanal.

Protección legal de patrimonio cultural e histórico de la zona: Llegar a acuerdos con actores privados y públicos según corresponda, para establecer figuras de protección a algunos sectores emblemáticos, restaurar e incorporar a comunidades en su gestión. Lugares a priori: Dársena y Cruz Grande, sectores donde existen petroglifos y restos arqueológicos, Quebrada de Los Choros y Pueblo de Los Choros.

Protección legal de sistemas dunarios de la comuna y Humedal de La Boca de Los Choros:, estos ecosistemas surgen como propuesta para conservar dada la relevancia de sus servicios ecosistémicos (hábitat de especies de importancia ecológica, protección ante elevaciones de mar, zonas de recreación, componente de paisaje). Esta área es importante para complementar desde el ámbito terrestre los esfuerzos de conservación en el mar y en un futuro gestionar una declaratoria de alguna categoría terrestre de área protegida para este sector.

Nivelación de conocimientos: Para poder dialogar entre las comunidades, los privados y los actores públicos, se necesita manejar el mismo lenguaje. Por ello se plantea como fundamental trabajar en un programa de nivelación de conocimientos respecto a los servicios ecosistémicos de la zona de estudio, como de la gestión de la conservación y sus alternativas. La consultora fue testigo de muchas conversaciones, interpelaciones y discusiones basadas en malos entendidos o desconocimiento de estas temáticas entre los actores. Por lo que se recomienda continuar con espacios de conversación, talleres y actividades diversas que colaboren con estrechar la brecha de conocimiento y comprensión entre comunidad, mundo privado y público. Los centros de investigación han concentrado mucho de sus esfuerzos en esta zona, y ese trabajo muchas veces no es comprendido y muy poco difundido hacia la comunidad en general. Dicho programa puede ser dirigido tanto a adultos como a los niños y jóvenes de la comuna, como también a servicios públicos y visitantes.

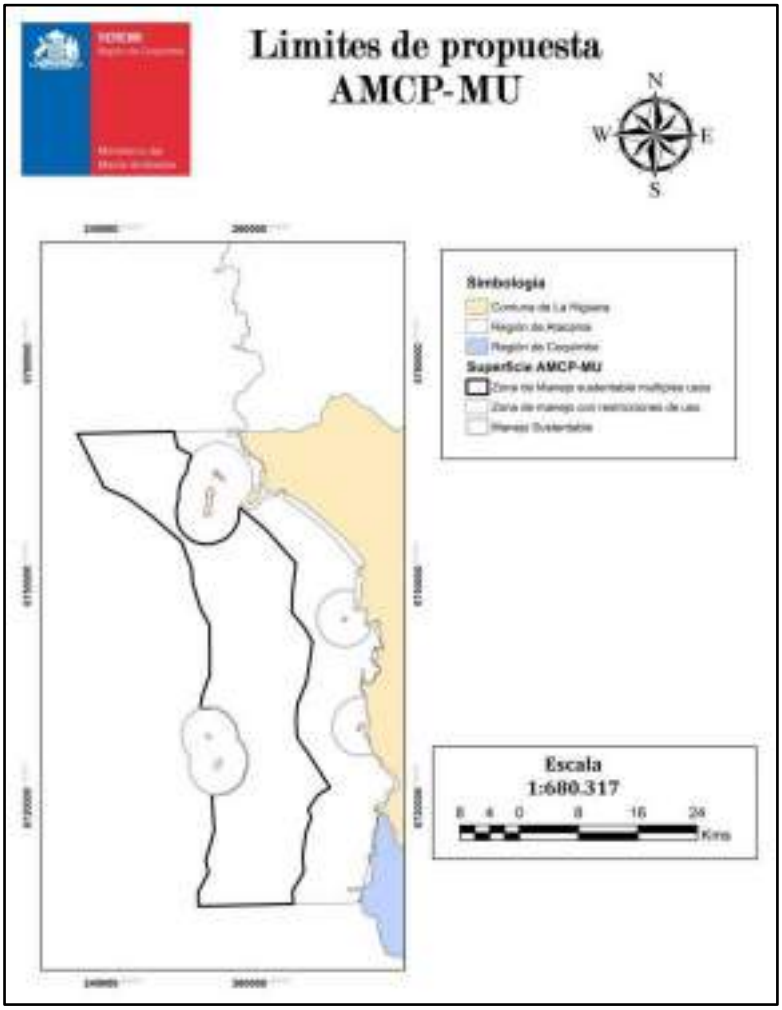
5. Conclusiones

En virtud de los antecedente técnicos presentados, que dan cuenta de los valores ecológicos del área, del alto nivel de productividad primaria que da origen a la cadena trófica, de la influencia en el Gran Sistema de Corriente de Humboldt, de las especies que habitan, de las recomendaciones de los científicos expertos, y del actividades actuales que se sustentan en esos valores, es evidente que nos encontramos en una instancia clave para concretar un proceso que lleva alrededor de 15 años en discusión a nivel regional.

Esa discusión regional se ha concluido además, que la categoría de área protegida denominada Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos es la herramienta más adecuada, ya que permite potenciar el desarrollo local, mediante una participación eficaz y efectiva de las localidades costeras y de los actores claves identificados, planificar y orientar el uso de territorio marítimo, evitando conflictos por el usos del territorio, y propender a un desarrollo sustentable del área.

Finalmente, es relevante mencionar que la propuesta es coincidente con las demandas identificadas en el territorio, tanto de desarrollo como de participación y conservación, contando además con un nivel de apoyo mayoritario que se hace suficiente para que se declare al AMCP-MU La Higuera.

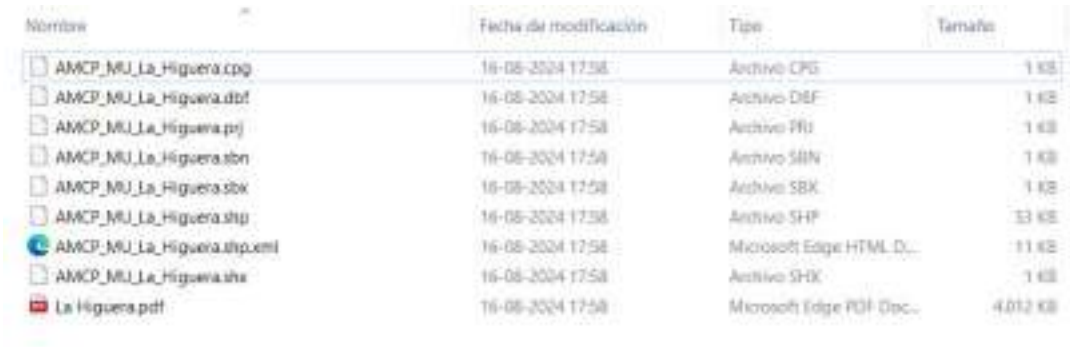
Anexo Figura N°3: Limites de la Propuesta

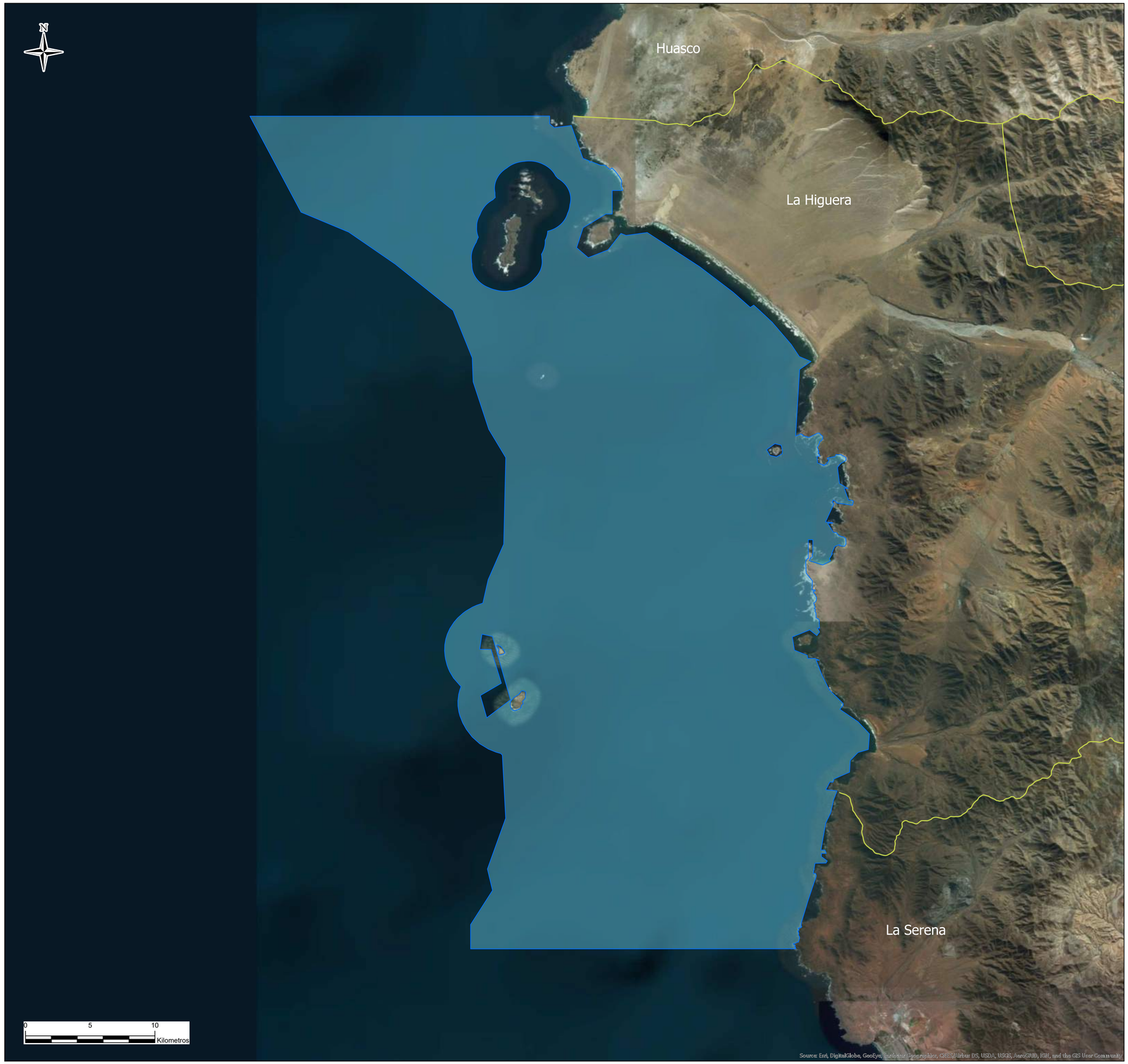


CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Norte en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales recibidos a través del memo interno recibido el 09 de julio del 2024, cuyo nombre de archivo es el siguiente:

“Shape AMCP_MU_La_Higuera”





Ministerio del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

DIVISIÓN DE RECURSOS NATURALES Y BIODIVERSIDAD

ÁREA MARINO COSTERA PROTEGIDA DE MULTIPLES USOS
LA HIGUERA

REGIÓN : COQUIMBO
PROVINCIA : ELQUI
COMUNA : LA HIGUERA Y LA SERENA

FECHA : FEBRERO DE 2018

SUPERFICIE APROXIMADA : 1.369,04 Km^2

D. S. N° DEL DE FEBRERO DE 2018 INSTITUCIÓN: MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

Vértices de referencia

REFERENCIA CARTOGRÁFICA :
PROYECCIÓN UTM HUSO 19 SUR

REFERENCIA GEODÉSICA :
DATUM WGS84

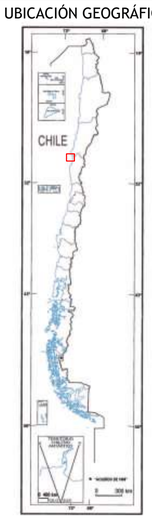
CARTOGRAFÍA BASE: IGM 1:250.000

RETÍCULA MAPA:
COORDENADAS GEOGRÁFICAS

JORGE CANALS DE LA PUENTE
Subsecretario
Ministerio del Medio Ambiente

ALEJANDRA FIGUEROA FERNÁNDEZ
Jefa
División de Recursos Naturales y Biodiversidad

UBICACIÓN GEOGRÁFICA





VALORACION ECONOMICA DE SERVICIOS ECOSISTEMICOS EN LA POTENCIAL AMCP-MU LA HIGUERA - ISLA CHAÑARAL

OCEANA

INFORME FINAL

2 de abril de 2015

Índice general

1. Introducción **1**

2. Aspectos metodológicos **3**

2.1. Actividades recreativas y el turismo 3

2.2. Servicios de aprovisionamiento 8

2.3. Servicios de apoyo 9

2.3.1. Reserva Isla Chañaral 9

2.3.2. Reserva Islas Choros - Damas 10

2.4. Valor Económico Total 12

2.5. Modelo InVest (Modelo de Análisis de Superposición) 12

3. Actividades recreativas y el turismo **16**

4. Servicios de aprovisionamiento **18**

4.1. Zonas Históricas de Pesca o de Libre Acceso (ZHP) 18

4.2. Areas de Manejo y Extracción de Recursos Bentónicos (AMERB) 18

5. Servicios de apoyo **19**

5.1. Reserva Isla Chañaral 19

5.2. Reserva Islas Choros - Damas 19

6. Valor Económico Total **20**

Folio011113

7. Modelo InVest (Modelo de Análisis de Superposición) 21

7.1. Mapeo de la distribución espacial de los Servicios Ecosistémicos 21

7.1.1. Servicios de aprovisionamiento 21

7.1.2. Actividades recreativas y turismo 31

7.2. Mapas producidos por el modelo InVest de Análisis de Superposición 33

7.2.1. Zona de Chañaral de Aceituno 33

7.2.2. Zona de Punta de Choros 34

7.2.3. Zona de Chungungo y Caleta Hornos 36

8. Conclusiones 40

9. Bibliografía 42

Capítulo 1 Introducción

Las Areas Marinas Costeras Protegidas de Múltiples Uso (AMCP-MU) son áreas geográficas delimitadas puestas bajo protección oficial con el objeto de establecer una gestión ambiental integrada sobre la base de estudios e inventarios de sus recursos y una modalidad de conservación in-situ de los ecosistemas y hábitat naturales, a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación.

Existe interés por establecer un AMCP-MU que considere desde Punta Pájaros (al norte de la caleta Chañaral de Aceituno, Comuna de Freirina, Región de Atacama) hasta Punta Poroto (al sur de Caleta Los Hornos, Comuna de La Higuera, Región de Coquimbo).

En la discusión sobre la pertinencia de declarar dicha AMCP-MU, se han identificado ciertos vacíos de información, como por ejemplo, cuál es el valor económico del ecosistema en cuestión.

El valor económico de un ecosistema puede estimarse a través del método del Valor Económico Total, el cual considera tanto los valores de uso (directos, indirectos y de opción) y los valores de no uso (existencia y legado). Esto requiere una identificación de los servicios ambientales presentes en el ecosistema.

Si bien existen diferentes formas de clasificar los servicios ecosistémicos, a partir de de TEEB (2010) se pueden sintetizar en la Tabla 1.1.

Dada las condiciones establecidas para la elaboración del presente estudio, se propone valorar económicamente en servicios culturales las actividades recreativas y el turismo, en servicios de aprovisionamiento los alimentos y las materias primas y en servicios de apoyo los hábitats para las especies. Para el resto de los servicios ecosistémicos relevantes susceptibles de valorar económicamente se levantarán las brechas de información existentes y se propondrán las acciones a seguir en el futuro.

En el caso de las actividades recreativas y el turismo se utiliza como método de valoración el Costo de Viaje, para los alimentos y materias primas se utilizan valores de mercado y para los hábitats para especies se utilizan directamente los resultados obtenidos por Vásquez et al (2010), quien se basó en el método de valoración contingente.

La valoración económica de cada uno de estos servicios ecosistémicos se integra bajo el concepto

Folio011115

Tabla 1.1: Servicios ecosistémicos

SERVICIOS DE APROVISIONAMIENTO	SERVICIOS DE REGULACION	SERVICIOS CULTURALES
• Alimentos	• Regulación de la calidad del aire y el clima local	• Actividades recreativas
• Materias Primas	• Secuestro y almacenamiento de carbono	• Turismo
•Agua dulce	• Moderación de los desastres naturales	• Apreciación estética e inspiración para la cultura, el arte y el diseño
• Recursos medicinales	• Tratamiento de las aguas residuales	• Experiencia espiritual y sentido de pertenencia
	• Prevención de la erosión y mantenimiento de la fertilidad del suelo	
	• Polinización	
	• Control biológico	
SERVICIOS DE APOYO		
Hábitats para las especies Mantenimiento de la diversidad genética		

Fuente:TEEB (2010)

de Valor Económico Total (VET). Para esto, en vez de definir un horizonte de evaluación, se estima el valor presente de una perpetuidad utilizando como tasa de descuento la tasa social de descuento, que en el caso de Chile es estimada por el Ministerio de Desarrollo Social.

Por último, los resultados de valoración económica de las actividades recreativas y turismo y alimentos y materias primas es representada gráficamente a través de un modelo de análisis de superposición (Modelo InVest), lo que permite visualizar la forma en que dichos servicios ecosistémicos contribuyen a sostener y desarrollar la vida humana.

Capítulo 2 Aspectos metodológicos

Es importante tener en consideración que el concepto de Valor Económico Total (VET) encuentra su marco conceptual en la Economía Neoclásica y se fundamenta en la Teoría de las Preferencias y en la Teoría de Mercado. No obstante, en la práctica resulta muy difícil poder asignarles un valor económico a todos los servicios ecosistémicos, razón por la cual, la mayoría de los estudios sobre valoración económica de ecosistemas se centran sólo en alguno de ellos.

La situación anterior hace que sea necesario complementar el VET con otro tipo de evaluaciones que no sean monetarias. Desde esta perspectiva, la evaluación económica de ecosistemas es capaz de representar solo una parte del problema de la valorización.

Los métodos de valoración económica que se utilizan dependen directamente del servicio ambiental que se desea valorar. Estos se pueden clasificar en métodos de valoración directa (precios directos de mercado), métodos de valoración indirecta (costo de viaje y precios hedónicos) y métodos de valoración contingente.

En el presente estudio la valorización de los servicios culturales (actividades recreativas y turismo) son valorados a través del método del costo de viaje y los servicios de aprovisionamiento (alimento y materias primas) son valorados a través de precios directos de mercado (precio en playa). Por otra parte, utilizando información de estudios previos en el área, se incorpora la valoración de servicios de apoyo (hábitats para especies), información que es obtenida de Vásquez el al (2010). En dicho estudio se valoran diferentes servicios ecosistémicos presentes en la red de reservas marinas decretadas en Chile bajo la Ley General de Pesca y Acuicultura.

2.1. Actividades recreativas y el turismo

Para las actividades recreativas y el turismo se utiliza un método de valoración indirecta, específicamente el método del costo de viaje.

El método del costo de viaje se utiliza como una aproximación para valorar los servicios recreativos que proporciona la naturaleza cuando una persona tiene que trasladarse a un determinado lugar para disfrutarlos. Lo importante es poder llegar a determinar los cambios en la cantidad demandada en

función de las variaciones en el costo de disfrutarlo. Por lo tanto, el número de visitas de cada individuo se definen como una función de los gastos de viaje y de las condiciones socioeconómicas de los usuarios.

El método del costo de viaje está basado en el modelo de elección del consumidor, el que se sustenta en la idea que los consumidores buscan maximizar su utilidad sujeto a una o varias restricciones. El objetivo es medir el excedente del consumidor resultante frente a cambios cuantitativos o cualitativos de las variables ambientales. En general, la estimación de los beneficios agregados de un espacio natural se realiza a partir de la agregación de los excedentes de los consumidores que lo visitan desde diversos lugares (Labandeira et al, 2007).

El método del costo de viaje permite desarrollar diversas versiones del modelo, dependiendo de las restricciones y variables consideradas en el proceso de elección. Alguno de los supuestos que aquí se han considerado en el presente estudio son los siguientes:

- El visitante maximiza su utilidad sujeto a restricciones de ingreso y de tiempo.
- No existen lugares sustitutos, con características naturales similares.
- Cada viaje de recreación persigue un único propósito.
- Existe un costo de oportunidad del tiempo dedicado a la recreación.
- Existe complementariedad débil entre la calidad ambiental (Q) y la demanda por visitas, es decir hay un precio de exclusión, que sigue la característica que cuando la demanda por el bien privado es cero, no se produce ningún efecto en la función de utilidad del individuo por mejoras en el bien ambiental.
- El excedente del consumidor es una buena medida de la variación compensada.

La obtención de información para la estimación del modelo de costo de viaje se realiza mediante dos campañas de encuestas a turistas en las localidades de Caleta Hornos (CH), Chungungo (CHU), Punta Choros (PC) y Chañaral de Aceituno (CHA), realizada los días 24, 25, 26 de enero de 2014 y 14, 15 y 16 de febrero de 2014, lo que permitió visitar cada una de estas localidades dos veces en diferentes momentos del periodo estival. En la tabla 2.1se muestra la cantidad de encuestas realizadas en cada uno de los lugares, obteniendo un total de 550 encuestas.

El instrumento de levantamiento de información o encuesta se organizó en tres secciones, la primera de ellas está destinada a obtener información sobre la intensión de viaje, la segunda está referida a los costos de la visita y la tercera es para obtener información socio-económica del encuestado (ver Anexo B).

El 98,9 % de los encuestados presenta nacionalidad chilena, de los cuales el 31,2 % provenían de la Región Metropolitana. Otros orígenes relevantes lo constituyen las ciudades de La Serena con un 20,9 % y Coquimbo y Vallenar con un 8,72 % c/u. Los datos respecto a ciudad y país de origen se encuentran en la tabla 2.2 y la tabla 2.3.

La tabla 2.4 presenta un resumen descriptivo de las variables Costos Totales y Visitas, los Costos Totales involucran el costo declarado por los encuestados en alimentación, trasporte (pasajes, combustibles o Tour), actividades relacionadas con la visitas, alojamiento y otros. Los costos por persona fueron calculados como la división de los cotos totales declarado por el encuestado y la cantidad de acompañantes. Puede notarse que el máximo de visitas realizadas son de 10, sin embargo el 68,75 % de la muestra visita la zona por primera vez. El 46,73 % de los encuestados realiza la vista sin pernoctar en el lugar, en tanto un 23.09 % permanece en la zona 2 días. En cuanto a los costos, en promedio el costo total por unidad muestral es de $65.006, siendo el promedio por persona de $29.435.

De forma comparativa con el estudio realizado por Vásquez et al (2010), el perfil de los visitantes no ha cambiado significativamente, pues son predominantemente de Santiago de Chile, mayoritariamente con estudios secundarios y la mayor parte de la muestra manifiesta viajar solo por el día a la zona. No obstante, una diferencia significativa radica en los costos, pues los reportados por Vásquez et al (2010) son aproximadamente 2,6 veces inferiores a los obtenidos en el presente estudio.

Tabla 2.1: Cantidad de encuestas por lugar

Lugar	Cantidad
CH	40
CHA	145
CHU	60
PC	305

Fuente:Elaboración propia

Tabla 2.2: Encuestados por país de origen

País	Cantidad
CHILE	544
COLOMBIA	1
EEUU	1
MEXICO	2
SINGAPUR	1
SUECIA	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2.3: Principales 10 lugares de procedencia

Lugar	Cantidad
SANTIAGO	175
LA SERENA	115
COQUIMBO	48
VALLENAR	48
COPIAPO	17
OVALLE	14
ANTOFAGASTA	12
VALPARAISO	12
LA HIGUERA	9
VIÑA DEL MAR	8

Fuente:Elaboración propia

Tabla 2.4: Estadistica Descriptiva de visitas y costos

	Visitas	Costo Total	Costo persona
Media	1.92	65006.19	22913.08
Desv. Estándar	2.10	64582.85	29438.49
Mediana	1.00	50000.00	14000.00
Mínimo	1.00	0.00	0.00
Máximo	10.00	807500.00	269166.67
Rango	9.00	807500.00	269166.67

Fuente:Elaboración propia

Para obtener la demanda se pueden utilizar varias estrategias de estimación, teniendo en cuenta que el numero de visitas es una variable truncada y discreta[1]. Siguiendo a Mendieta(2012) se utiliza una regresión por conteo o regresión de Poisson; donde se supone que el numero de visitas (x) sigue una distribución de Poisson de la forma:

$$\text{Prob}(x) = \frac{e^{-\lambda}\lambda^{x}}{x!}$$

Puede notarse que la forma de la función depende exclusivamente del valor de la media de la distribución (λ), El valor esperado para λ es:

$$E(\lambda) = \sum_{x=0}^{\infty} \frac{x e^{-\lambda}\lambda^{x}}{x!} = \lambda$$

[1]Solo presenta valores positivos y enteros

Folio011120

Asumiendo el comportamiento dela variable independiente de la distribución de probabilidad como:

$$\lambda = e^{\left[\beta_0 + \sum_{i=1}^{n} \beta_i v_i\right]} \tag{2.1}$$

donde v_i son las variables explicativas del comportamiento de de numero de visitas. Por tanto la ecuación determinística del modelo está dada por:

$$\bar{X} = \exp\left[\beta_0 + \sum_{i=1}^{n} \beta_i v_i\right] \tag{2.2}$$

En este caso particular:

$$\begin{aligned}\bar{X} = \exp[&\beta_0 + \beta_1 C.Total + \beta_2 Tiempo + \beta_3 Ingreso + \beta_4 Educ + \\ &+\beta_5 Sexo + \beta_6 Tour + \beta_7 Edad + \beta_8 Menores + \beta_9 Adultos]\end{aligned} \tag{2.3}$$

donde $C.Total$ es el costo total por familia de la visita, $Tiempo$ es el tiempo estimado desde el lugar de origen hasta el lugar de la encuesta en horas, $Ingreso$ mide el ingreso promedio familiar, $Educ$ s una variable multinomial que mide el nivel educacional del encuestado, $Sexo$ es una variable dicotómica que discrimina entre Masculino (1) y Femenino (0), $Tour$ es una variable dicotómica que determina si la persona llega en un Tour turístico (0) o no (1), $Edad$ es la edad del encuestado y $Menores$ y $Adultos$ es la cantidad de menores de 18 años y mayores de 18 años que acompañan al encuestado. Mediante la función de verosimilitud se puede estimar cada uno de los betas de la función determinística de la demanda por visitas, una vez realizado esto es posible calculara el excedente del consumidor a fin de obtener el valor asociado al activo recrecional, en este caso a la zona costera entre Caleta Horno y Chañaral de Aceituno. El cambio en el excedente del consumidor viene dado a partir de:

$$\Delta Exc = \int_{p_0}^{\infty} \exp\left[\beta^* + \beta_1 p\right] dp \tag{2.4}$$

donde p es el costo total de la visita y

$$\beta^* = \beta_0 + \beta_2 Tiempo + \beta_3 Ingreso + \beta_4 Educ + \beta_5 Sexo + \beta_6 Tour + \beta_7 Edad + \beta_8 Menores + \beta_9 Adultos$$

Resolviendo la ecuación (2.4) y recordado que $\beta_1 < 0$ para que se cumpla la ley de la demanda se

tiene:

$$\Delta Exc = \int_{p_0}^{\infty} \exp\left[\beta^* + \beta_1 p\right] dp = \left.\frac{\exp\left[\beta^* + \beta_1 p\right]}{\beta_1}\right|_{p=p_0}^{p=\infty}$$

$$\Delta Exc = 0 - \frac{\exp\left[\beta^* + \beta_1 p_0\right]}{\beta_1}$$

$$\Delta Exc = \frac{\bar{X}}{\beta_1}$$

Para determinar el excedente del consumidor de un individuo en un año, basta multiplicar el excedente calculado por persona por viaje, por el número de viajes realizado al año. Los beneficios anuales para el total de la muestra se obtienen al multiplicar el excedente del consumidor por viajes promedio por el número de individuos encuestados.

2.2. Servicios de aprovisionamiento

En el caso de los servicios de aprovisionamiento (alimentos y materias primas) se consideraron las extracciones de pescadores artesanales de las caletas Chañaral de Aceituno, El Apolillado, Punta Choros, Los Choros, Chungungo, Totoralillo Norte y Hornos, tanto de las Zonas Históricas de Pesca o de Libre Acceso como de las Areas de Manejo de Recursos Bentónicos.

Aquí se conjugaron diferentes fuentes de información. En primer lugar, los desembarques de las caletas artesanales y las extracciones de sus respectivas AMERB se solicitaron a través del portal web de SERNAPESCA (www.sernapesca.cl) amparados en la Ley de Transparencia, obteniendo respuesta al 100 % del requerimiento. La información de precios en playa se obtuvo directamente de los pescadores artesanales. Para esto se realizaron visitas a las respectivas caletas los días 3, 4 10 y 11 de mayo de 2014.

Debido a que es posible observar importantes variaciones en las extracciones anuales de ambos regímenes de extracción, Zonas Históricas de Pesca o de Libre Acceso (ZHP) y Areas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB), los análisis se realizan con el valor promedio de valorización, considerando para esto los años 2011, 2012 y 2013.

La valorización anual de los desembarques artesanales por caleta y especie correspondiente a las ZHP y las extracciones de las AMERB para los años 2011, 2012 y 2013 y sus respectivos promedios se pueden apreciar en el Anexo A (archivo Excel).

2.3. Servicios de apoyo

Entre los años 2008 y 2010 Vásquez et al (2010) realiza un estudio denominado Evaluación económica de los activos ambientales presentes en la red de reservas marinas decretadas en el país bajo la Ley General de Pesca y Acuicultura (Proyecto FIP N° 2008-56). Este estudio consideró las reservas marinas La Rinconada en Antofagasta, Isla de Chañaral en la Región de Atacama, Islas de Choros y Damas en la Región de Coquimbo, Pullinque y Putemún en la isla de Chiloé.

La relevancia de este estudio es evidente, pues dos de las reservas marinas consideradas integrarían la potencial AMCP-MU La Higuera - Isla Chañaral.

2.3.1. Reserva Isla Chañaral

Los objetivos de la Reserva Isla Chañaral son los siguientes (SERNAPESCA, 2006):

- Objetivo general: Conservar y proteger los ambientes marinos representativos de Isla Chañaral, asegurando el equilibrio y la continuidad de los procesos bio-ecológicos a través del manejo y uso sustentable de la biodiversidad y patrimonio natural.
- Objetivos específicos:
  - Proteger las poblaciones de las principales especies: delfín nariz de botella (Tursiops truncatus), chungungo (Lontra felina), pingüino de Humboldt (Spheniscus humboldtii) y lobo marino común (Otaria flavescens)
  - Conservar el stock de especies de interés comercial para la pesca artesanal, por ejemplo: Loco (Concholepas concholepas) y Lapa (Fissurella spp.), de forma tal de potenciar el desarrollo de las áreas de manejo.
  - Conservar y restaurar las poblaciones de especies estructuradoras de hábitat, como son las algas macrófitas, Lessonia trabeculata y Lessonia nigrescens.
  - Promover el desarrollo de la investigación científica para generar información de base para la conservación y manejo de los recursos de la Reserva.
  - Promover el desarrollo de actividades de educación ambiental.
  - Promover la participación de las comunidades en la conservación y manejo sustentable de los recursos de la Reserva.

Vásquez et al (2010) identifica los siguientes servicios ecosistémicos relevantes:

- Servicios Culturales, asociado a actividades recreativas y turismo: corresponden fundamentalmente al avistamiento de ballenas y otros cetáceos a bordo de embarcaciones artesanales.

- Servicios de apoyo:
  - Hábitat de especies emblemáticas: Alberga la colonia más grande de Pingüino de Humboldt, además de el chungungo, lobo marino común, delfín nariz de botella, yunco, cormorán yeco, cormorán lile, albatros de chatman, entre otros.
  - Hábitat de especies hidrobiológicas de interés comercial, como el loco y la lapa
  - Zona de alimentación y crecimiento de larvas de especies hidrobiológicas de interés comercial
  - Zona reproductiva de praderas de algas y especies asociadas
  - Zona de tránsito de ballenas: Balaenoptera physalus (Rorcual común), Balaenoptera acutorostrata (Ballena mincke), Megaptera novaeangliae (Ballena jorobada), Orcinus orca (Orca), Globicephala melas (Ballena piloto).
  - Mantenimiento de la diversidad genética: El hecho de que exista una zona de surgencia permanente, siendo propicia para la alimentación y crecimiento de larvas, contribuye a que exista una alta productividad de múltiples especies.
- Investigación: Se han desarrollado múltiples investigaciones en la zona por parte de instituciones como Centro para la Investigación de los Mamíferos Marinos Leviatán y el Museo Nacional de Historia Natural de Chile

Del conjunto de servicios ecosistémicos relevantes que Vásquez et al (2010) logra valorar para la reserva Isla Chañaral, hábitat de especies emblemáticas puede considerarse complementario a este estudio y agregarse al concepto de Valor Económico Total, por cuento no se cruza con los servicios ecosistémicos aquí valorados.

Para valorar el hábitat de especies emblemáticas Vásquez el al (2010) utiliza el método de valoración contingente,

2.3.2. Reserva Islas Choros - Damas

Los objetivos de la reserva Isla Choros - Damas son los siguientes (SERNAPESCA 2007):

- Objetivo general: conservar y proteger los ambientes marinos representativos del sistema insular constituido por las Islas Choros e Isla Damas, asegurando el equilibrio y la continuidad de los procesos bio-ecológicos a través del manejo y uso sustentable de la biodiversidad y el patrimonio natural.
- Objetivos específicos

- Proteger las poblaciones de las siguientes especies: Delfín nariz de botella (Tursiops truncatus), Chungungo (Lontra felina), Pingüino de Humboldt (Spheniscus humboldtii) y Lobo marino común (Otaria flavescens).
- Conservar las poblaciones de aquellas especies de interés comercial para la pesca artesanal. Por ejemplo, loco (Concholepas concholepas), lapa (Fissurella spp.) y erizo rojo (Loxechinus albus) y de esta forma, potenciar las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos.
- Conservar las poblaciones de especies estructuradoras de hábitat como son las algas macrófitas Lessonia trabeculata y Lessonia nigrescens.
- Promover el desarrollo de la investigación científica para generar información para la conservación y el manejo de los recursos de la Reserva.
- Promover el desarrollo de actividades de educación ambiental, que permitan elevar el nivel de conocimiento y comprensión de los procesos biológicos con base ecosistémica.

Vásquez et al (2010) identifica los siguientes servicios ecosistémicos relevantes:

- Servicios Culturales, asociado a actividades recreativas y turismo: Las características particulares de Isla Damas constituyen un gran atractivo para el turismo, tales como actividades de eco-turismo, buceo, expediciones y pesca deportiva. Al igual que la presencia del delfín nariz de botella, chungungo, lobo marino común y pingüino de Humboldt. Además, se trata de una zona de tránsito de delfines oscuros y avistamiento de delfines oceánicos
- Servicios de apoyo:
  - Hábitat (alimentación y reproducción) de especies emblemáticas como el pingüino de Humboldt, el chungungo, el lobo marino común, el delfín nariz de botella, etc.
  - Areas de nidificación y alimentación de especies como el yunco (Pelecanoides garnotii), piqueros (Sula variegata), cormorán lile (Stictocarbo gaimardi), Pingüinos de Humboldt (Spheniscus humboldti), cormoraán yeco (Hypoleucos brasiliensis), gaviota peruana (Larus belcheri) y albatros Chatman.
  - Mantenimiento de la diversidad genética: La presencia de un cinturón continuo de huiro negro cerca de la orilla de la Isla Choros, sirve para el asentamiento y reclutamiento de especies de importancia comercial, como la lapa (Fisurella spp.) y de otras especies como el caracol (Nodilittorina peruviana), y el gastrópodo (Collisella variabilis) en la zona submareal
- Investigación: Se han desarrollado múltiples investigaciones en la zona, destacando aquellas realizadas por la Universidad Católica del Norte y el Centro de Estudios Avanzados de Zonas Aridas (CEAZA)

Del conjunto de servicios ecosistémicos relevantes que Vásquez et al (2010) logra valorar para la reserva Choros - Damas, hábitat de especies emblemáticas puede considerarse complementario a este estudio y agregarse al concepto de Valor Económico Total, por cuento no se cruza con los servicios ecosistémicos aquí valorados.

Para valorar el hábitat de especies emblemáticas Vásquez el al (2010) utiliza el método de valoración contingente,

2.4. Valor Económico Total

Para la estimación del Valor Económico Total (VET) se consideraron los servicios ecosistémicos antes definido, es decir, servicios culturales (actividades recreativas y turismo), servicios de aprovisionamiento (alimentos y materias primas) y servicio de apoyo (hábitats de especies).

Es importante tener en consideración que al hablar de VET se está haciendo referencia sólo a los servicios ecosistémicos valorados, entendiendo que existen otros que no han sido considerados. La razón de esto tiene que ver con el alcance de este proyecto en particular, el tiempo de ejecución, la información disponible y susceptible de levantar y el presupuesto asignado.

Para estimar el VET se utiliza el concepto de valor presente de una perpetuidad, es decir, una serie infinita de pagos o ingresos iguales a lo largo del tiempo, actualizados a una cierta tasa de descuento o interés.

$$VET = \frac{VESE}{(1+i)} + \frac{VESE}{(1+i)^2} + \frac{VESE}{(1+i)^3} + \frac{VESE}{(1+i)^4} + ... + \frac{VESE}{(1+i)^\infty}$$

$$VET = \frac{VESE}{i}$$

Donde:

- $VESE$: valor económico de los servicios ecosistémicos (anual)
- i= Tasa social de descuento (6,0 % estimada por el Ministerio de Desarrollo Social)

2.5. Modelo InVest (Modelo de Análisis de Superposición)

Los resultados de valorización obtenidos en los apartados anteriores fueron incorporados al Modelo de Análisis de Superposición a través de la herramienta InVest (Tallis et al., 2012), que pretende informar y mejorar la administración de recursos naturales y decisiones de inversión. InVest es un

grupo de programas computacionales gratuitos y de código libre desarrollado por el Proyecto de Capital Natural (http://www.naturalcapitalproject.org).

La herramienta InVest permite cuantificar, mapear y valorar bienes y servicios de la naturaleza que contribuyen a sostener y desarrollar la vida humana. InVest permite a que los tomadores de decisiones evalúen los compromisos asociados con elecciones de administración alternativa e identifiquen aquellas áreas donde la inversión en el capital natural puede mejorar la conservación y el desarrollo humano.

Uno de los modelos que actualmente se está desarrollando es el modelo de análisis de superposición aplicado a la recreación y pesca (Nivel 0 / Tier 0). Para poder ejecutar este modelo, es necesario entregar información respecto a dónde ocurren aquellas actividades humanas de interés, y se recomienda incorporar las ponderaciones que reflejan la importancia relativa de los diferentes usos humanos e información sobre la variabilidad espacial dentro de los usos.

El modelo entrega un marco de referencia simple para cartografiar e identificar aquellas áreas importantes para el uso humano en el ambiente marino. El modelo también entrega a los usuarios información sobre una serie de usos costeros y del ambiente marino que pueden ser utilizados para definir las ponderaciones relativas de los diferentes usos y lugares.

Los productos pueden ser utilizados como asistencia para que los tomadores de decisiones ponderen conflictos potenciales entre los sectores, presentando opciones de administración espacialmente explícitas donde se involucran nuevas actividades o infraestructuras.

El modelo de análisis de superposición de InVest fue diseñado para identificar aquellas áreas costeras y marinas que son de mayor relevancia al uso humano. El modelo también permite a los usuarios castigar las ponderaciones de áreas o zonas, aplicando ponderaciones para las diferentes actividades como una función de su distancia de concentraciones de actividades terrestres, como por ejemplo: puertos, marinas o puntos de acceso público.

Para operacionalizar el uso del modelo, se le deben aportar los mapas de la ubicación espacial de las diferentes actividades humanas. La información es ingresada en un formato vectorial como puntos o polígonos, para luego ser rasterizados. El modelo por defecto parte calculando un Puntaje de Importancia (PI):

Donde U_{ij}= uso de la actividad j en la celda de la grilla o zona de administración i. Al elemento U_{ij} se le da un puntaje según la presencia o ausencia de la actividad en la celda o zona.

A los usuarios se les da la opción de aplicar diferentes ponderaciones para cada una de las actividades. Las dos maneras en los cuales los usuarios pueden proveer estas ponderaciones son a través de ponderaciones dentro (intra) o bien entre las diferentes actividades.

La ponderación inter-actividad permite dar mayor o menor importancia relativa, a las actividades entre ellas. Por ejemplo, es posible entregar una mayor ponderación a aquellas actividades que hagan

un mayor aporte económico, o aquellas actividades que son empleadores claves en la región. Por otro lado, la ponderación intra-actividad permite definir información explícitamente espacial de varios lugares (ya sean puntos o polígonos) para una misma actividad en la región. Por ejemplo, en el caso de la actividad de turismo la ponderación intra-actividad puede estar asociada al número de visitas por lugar o el ingreso económico por lugar de visita.

La información que fue ingresada al modelo de Análisis de Superposición de Pesquería y Turismo, fue recopilada por medio de una serie de entrevistas durante la ejecución de la investigación. A su vez, para optimizar el procesamiento y la visualización de la información resultante, se procedió a trabajar en tres diferentes unidades de análisis espacial: 1) Zona de Chañaral; 2) Zona de Punta de Choros y 3) Zona de Chungungo y Caleta Hornos.

Se imprimieron en un plotter los mapas bases del área de estudio, para facilitar la identificación por parte de los participantes, de los lugares donde se efectúan cada una de las actividades pesqueras y/o recreativas. A esta metodología se le llama SIGPP o Sistemas de Información Geográfica Público Participativo, ya que espacializa la información de los participantes sobre un mapa con coordenadas.

El modelo InVest requiere que la información espacial sea ingresada al SIG con coordenadas proyectadas, por lo que se procedió a trabajar con la proyección UTM zona 19 Sur, datum de referencia WGS84 (una de las proyecciones y datum mas utilizada por las autoridades chilenas). Se revisó la cartografía generada en búsqueda de errores de georeferenciación y codificación. Es importante destacar que los polígonos que representan las áreas de manejo actualizadas (AMERBS) del área de estudio, se obtuvieron directamente de la Subsecretaría de Pesca, a través de su página web.

Para digitalizar la cartografía obtenida en terreno, se utilizó el software ArcGIS de la empresa ESRI (Environmental Systems Research Inc.), el cual representa el estándar mundial de herramientas SIG. La información se digitalizó a partir de los mapas de papel hacia el medio digital. Los archivos generados están almacenados en formato shape (*.shp), formado creado por la misma empresa ESRI. Una de las ventajas de este formato es la gran cantidad de programas que los lee, algunos de los cuales son gratuitos y cuyo código es abierto para diferentes plataformas (Mac/Windows y Linux) como por ejemplo el programa QGIS ? Quantum GIS (Qgis, 2011). Esto permitirá que los mismos participantes puedan visualizar la información desarrollada en sus propios computadores, independiente del sistema operativo que utilicen.

El modelo InVest utilizado, permite generar dos mapas: 1) un mapa de frecuencia de actividades humanas (Figuras 7.12, 7.14 y 7.16) y 2) un mapa de puntaje. En el presente estudio se consideraron las valoraciones de los servicios ecosistémicos como estimaciones de puntaje, por lo que los mapas de puntaje representan puntajes de valoración económica (Figuras 7.13, 7.15 y 7.17).

Durante la ejecución del modelo, se consideraron las ponderaciones inter actividades, es decir los ingresos generados en miles de pesos chilenos para desarrollar el mapa de puntajes. Esto permite

observar la distribución de actividades de cada una de las zonas de análisis, así como también la distribución del aporte al ser humano en términos económicos. Para esto se siguieron las metodologías descritas por Maes et al. (2012), donde la información espacial de las actividades cartografiadas se asociaron a las valoraciones de los servicios ecosistémicos efectuados por el equipo económico.

Capítulo 3 Actividades recreativas y el turismo

La tabla 3.1 presentas los resultados de la estimación de Poisson realizada en R. El modelo ajustado corresponde a las ecuación (2.4). Para la estimación se utilizaron 548 de las 550 encuestas, debido a inconsciencia de datos de las encuestas eliminadas respecto al propósito de la visita y el numero de viajes.

Tabla 3.1: Estimación de Poisson

	Estimate	Std. Error	z value	$Pr(>\|z\|)$
(Intercept)	-0.1403	0.2355	-0.60	0.5512
C.Total	-1.645e-06	0.0000	-2.65	0.0081
Edad	0.0129	0.0023	5.66	0.0000
Educ	-0.0355	0.0332	-1.07	0.2848
Tiempo	-0.0924	0.0098	-9.44	0.0000
Ingreso	2.893e-07	0.0000	5.85	0.0000
Sexo	0.1249	0.0603	2.07	0.0383
Tour	0.6024	0.1995	3.02	0.0025
Menores	-0.0198	0.0138	-1.44	0.1511
Adultos	0.0506	0.0126	4.01	0.0001

Fuente:Elaboración propia

Puede notarse que los coeficientes estimados son significativos al 95 % de confianza, Educación y Menores que no puede rechazarse la hipótesis nula de igual a cero. El grado de ajuste del modelo medido por el pseudo R^2 de McFadden es 0.09, denotando un no muy buen ajuste global, esto puede deberse a la baja variabilidad en los datos de visitas, elemento que también puede ser el causal de encontrar un signo contrario al esperado respecto a la Educación. El resto de las variables del modelo presentan el signo esperado, es relevante que el signo del costo sea negativo; implicando que un mayor nivel de costos genera una disminución en la cantidad de visitas. El tomar Tour, tiene un impacto positivo sobre el numero de vistas, al igual que la cantidad de acompañantes adultos, sin embargo el tiempo de traslado y la compañía de menores de 18 años desincentivan la cantidad de visitas. Tal como la teoría predice, el numero de visitas aumenta con el nivel de ingreso y con la edad de los entrevistados.

La tabla 3.2 muestra las estadísticas descriptivas del numero de vistas estimado .

Tabla 3.2: Estadística descriptiva del numero de visitas estimado

	$\bar{X}$
vars	1.00
n	548.00
mean	2.11
sd	0.97
median	1.99
min	0.31
max	6.96
range	6.64

Fuente:Elaboración propia

La tabla 3.3 muestra las estadísticas descriptivas de los excedentes del consumidor individual calculados. Para obtener el valor del excedente del excedente del consumidor para la muestra se

Tabla 3.3: Estadistica descriptiva del excedente del consumidor individual

	Excedente individual
vars	1.00
n	548.00
mean	3462265.99
sd	9159214.52
median	1425035.57
min	193679.63
max	129382313.20
range	129188633.57

Fuente:Elaboración propia

multiplica el valor del excedente promedio por el numero de encuestados:

$$Exc_{Muestra} = 548 \times 1.425.035,57 = 780.919.492$$

En cuanto el valor total del área dado por el total de visitantes viene representado por:

$$Exc_{Total} = 62.672 \times 1.425.035,57 = 89.309.829.243$$

Dado que a los entrevistados se le pregunta por la cantidad de visitas en los dos últimos años, la demanda estimada corresponde a la demanda de dos años. Para obtener el valor anual por recreación y turismo en el área de influencia del estudio se asume que la distribución es uniforme entre los años, obteniendo un valor anual de M$44.654.914,62

Capítulo 4 Servicios de aprovisionamiento

4.1. Zonas Históricas de Pesca o de Libre Acceso (ZHP)

Para los tres años considerados, el valor promedio de los desembarques artesanales es de M$687,508, alcanzando su mayor valor el año 2013 con M$ 857.459.

En promedio, la partida mas relevante la constituyen las algas, las que representan un 48 % del valor desembarcado, seguido de los peces, con un 24 % y otras especies con un 16 %. Los moluscos y crustáceos tienen una participación menor con un 7 % y un 5 % respectivamente.

4.2. Areas de Manejo y Extracción de Recursos Bentónicos (AMERB)

El valor promedio de las extracciones en AMERB es de M$ 1.935.022, alcanzando su mayor valor el año 2012 con M$ 2.824.840. En promedio, la valorización de las extracciones de las AMERB prácticamente triplica a los desembarques artesanales de la ZHP.

En promedio, la partida mas relevante de las extracciones de las AMERB la constituyen los moluscos, con un 98 % del valor extraído, donde el recurso predominante es el loco.

Capítulo 5 Servicios de apoyo

5.1. Reserva Isla Chañaral

Para valorar el hábitat de especies emblemáticas Vásquez el al (2010) utiliza el método de valoración contingente, obteniendo un valor anual para la población nacional de M$28.095.501 (valor expresado en moneda del 2009). Para poder utilizar este valor en el presente estudio es necesario actualizarlo de acuerdo a la variación del IPC, que para el periodo relevante es del 11,1 %. De esta manera, dicho valor expresado en moneda de 2014 sería de M$31.208.381

5.2. Reserva Islas Choros - Damas

Para valorar el hábitat de especies emblemáticas Vásquez el al (2010) utiliza el método de valoración contingente, obteniendo un valor anual para la población nacional de M$25.467.250 (valor expresado en moneda del 2009). Para poder utilizar este valor en el presente estudio es necesario actualizarlo de acuerdo a la variación del IPC, que para el periodo relevante es del 11,1 %. De esta manera, dicho valor expresado en moneda de 2014 sería de M$28.288.920

Capítulo 6 Valor Económico Total

En la obtención del Valor Económico Total (VET) se han considerado los siguientes servicios ecosistémicos:

- Servicios culturales (actividades recreativas y turismo): $M\$44.654.915$
- Servicios de aprovisionamiento (alimento y materias primas): $M\$2.622.530$
- Servicios de apoyo (hábitat de especies): $M\$59.497.301$

Al sumar los tres servicios ecosistémicos valorados se obtiene que $VESE = M\$106.774.746$, por lo tanto, el VET está determinado por:

$$VET = \frac{VESE}{i}$$
$$VET = \frac{106.774.746}{0,06}$$
$$VET = 1.779.579.100$$

Es importante tener en consideración que en la estimación del Valor Económico Total de la potencial AMCP-MU La Higuera - Isla Chañaral ($M\$1.779.579.100$), solo se han tenido en consideración los servicios ecosistémicos actividades recreativas y turismo, alimentos y materias primas y hábitats para especies, por lo tanto debe interpretarse como un valor parcial del conjunto de servicios ecosistémicos presentes en el área.

Capítulo 7 Modelo InVest (Modelo de Análisis de Superposición)

7.1. Mapeo de la distribución espacial de los Servicios Ecosistémicos

Una vez aplicado el modelo InVest de Análisis de Superposición, se obtuvo la espacialidad de los diferentes servicios ecosistémicos identificados en este estudio.

7.1.1. Servicios de aprovisionamiento

En el caso de los servicios de aprovisionamiento se consideran los desembarques artesanales de las ZHP y las extracciones de las AMERB. En el caso de las ZHP la información se ha agrupado en mapas de peces y algas y mapas de moluscos y crustáceos

Zonas Históricas de Pesca (ZHP)

Figura 7.1: Desembarques artesanales de peces y algas Zona Chañaral de Aceituno

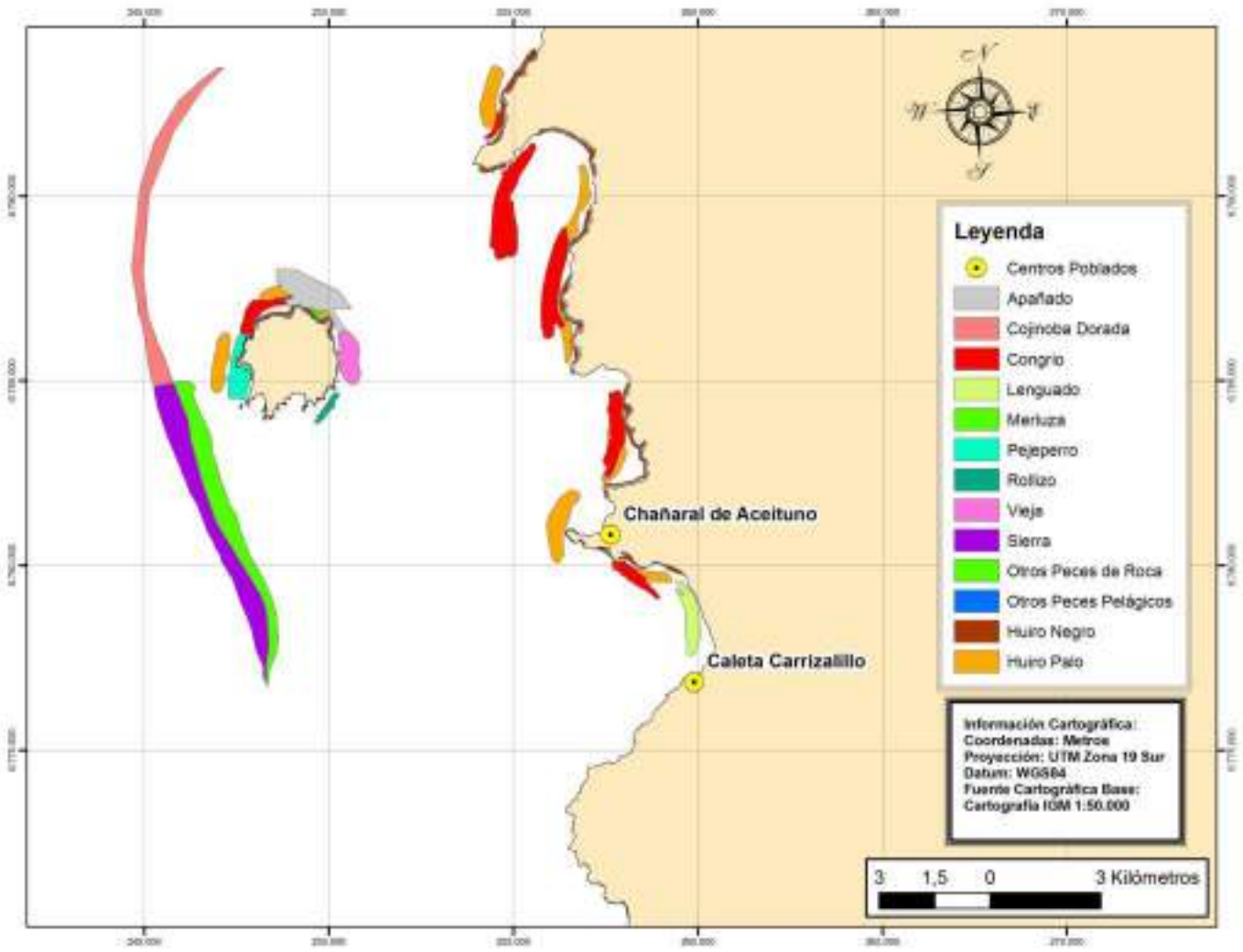


Figura 7.2: Desembarques artesanales de moluscos y crustáceos Zona Chañaral de Aceituno

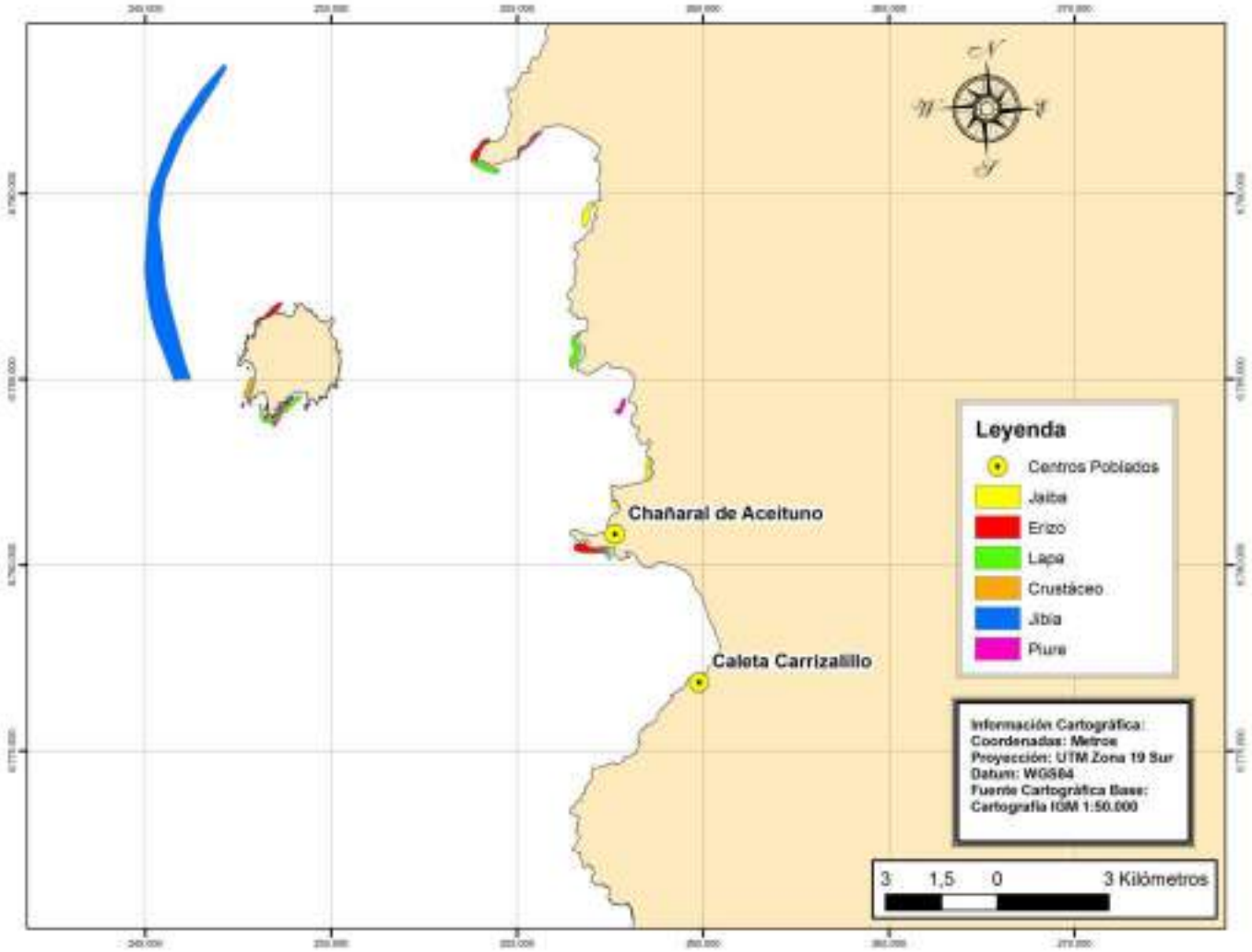


Figura 7.3: Desembarques artesanales de peces y algas Zona Punta Choros

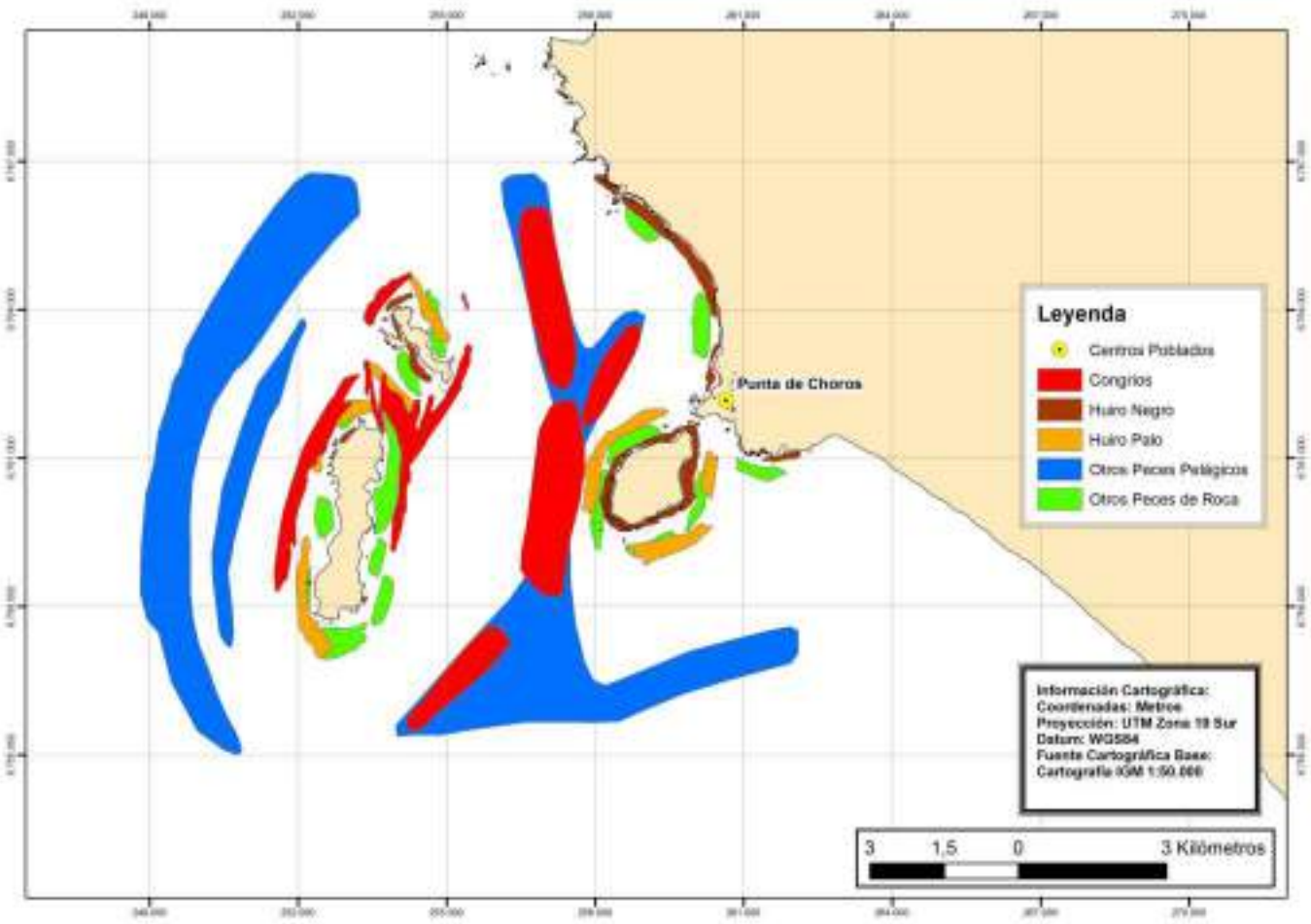


Figura 7.4: Desembarques artesanales de moluscos y crustáceos Zona Punta Choros

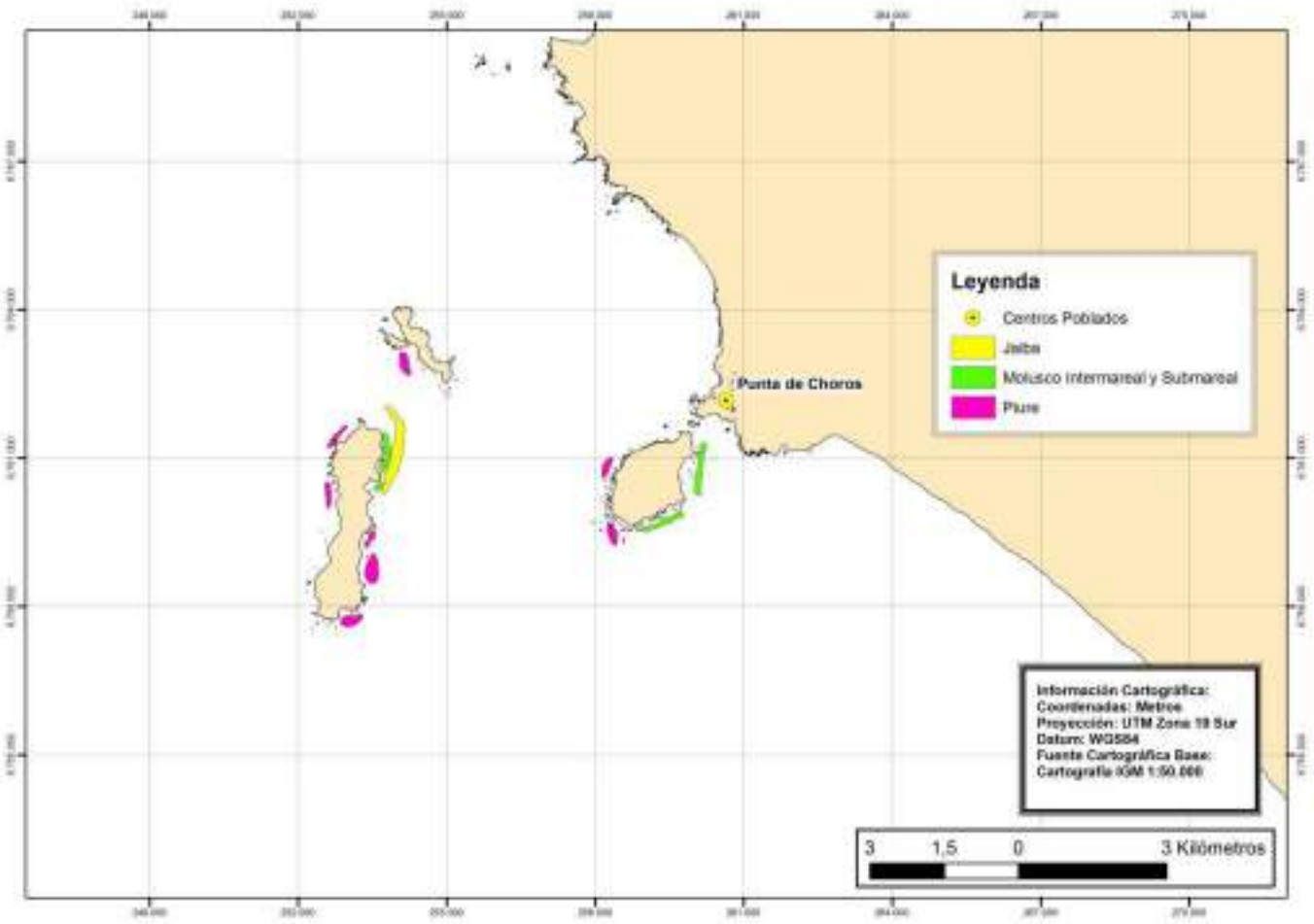


Figura 7.5: Desembarques artesanales de peces y algas Zona Chungungo y Hornos

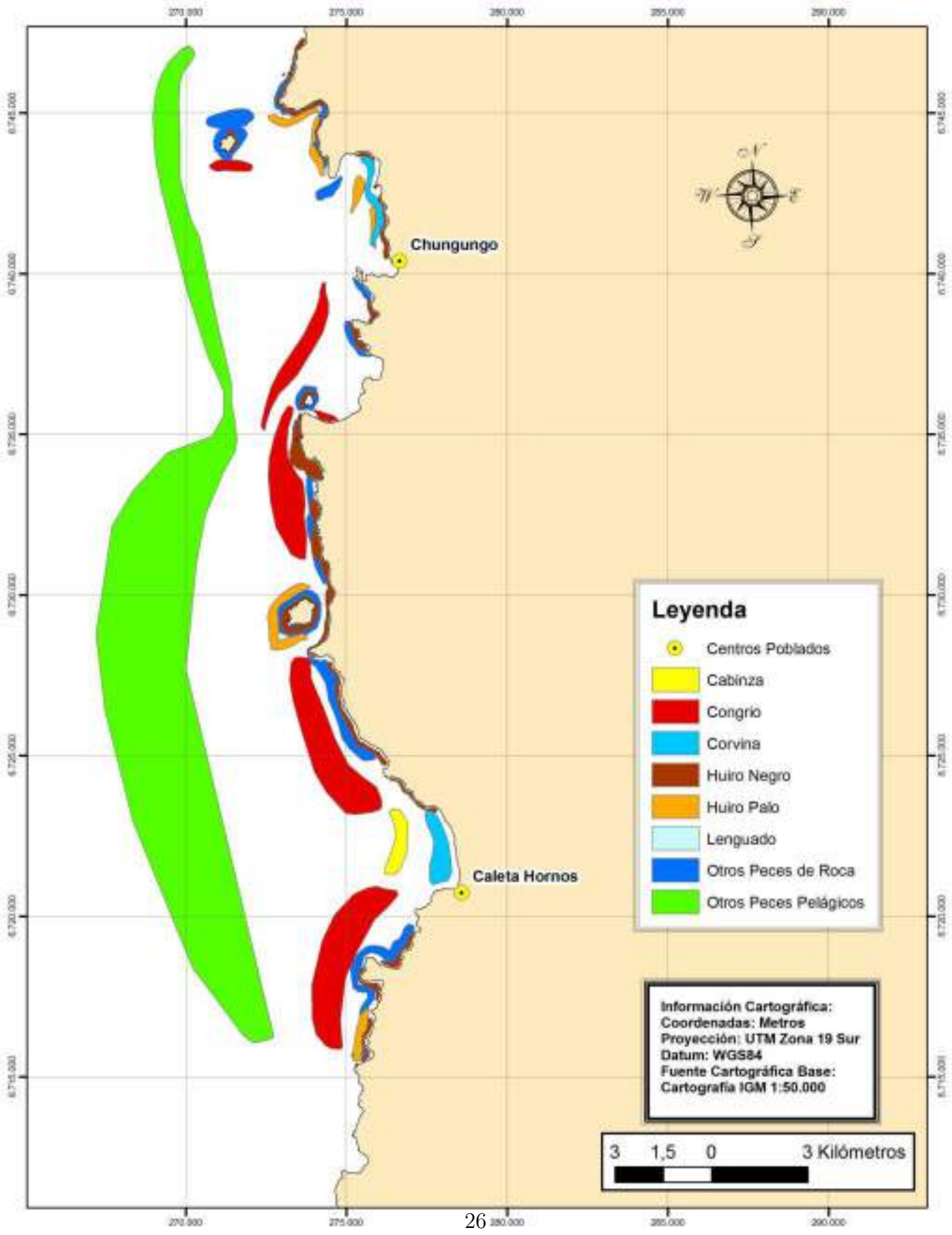
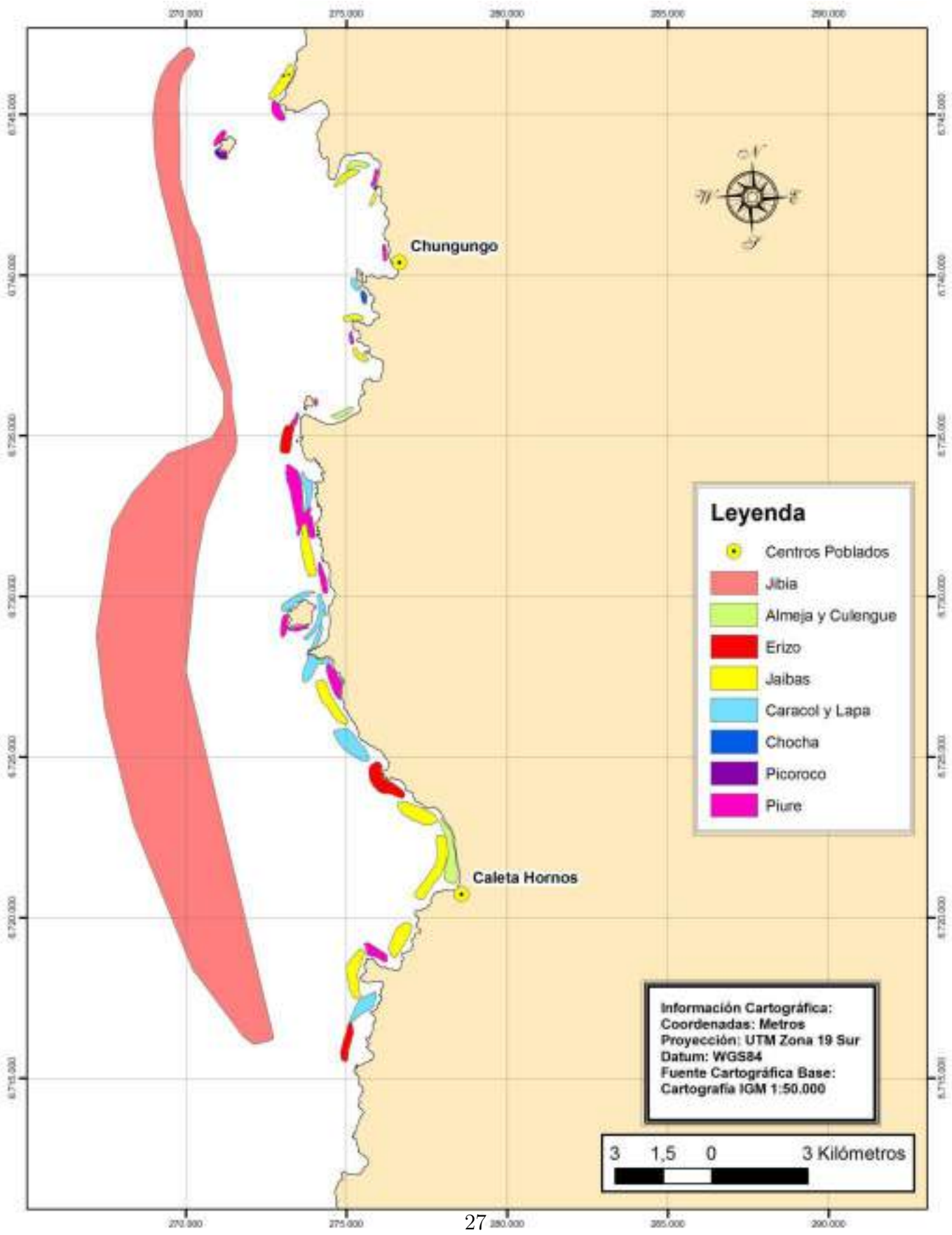


Figura 7.6: Desembarques artesanales de moluscos y crustáceos Zona Chungungo y Hornos



Areas de manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB)

Figura 7.7: Extracciones en AMERB Zona Chañaral de Aceituno

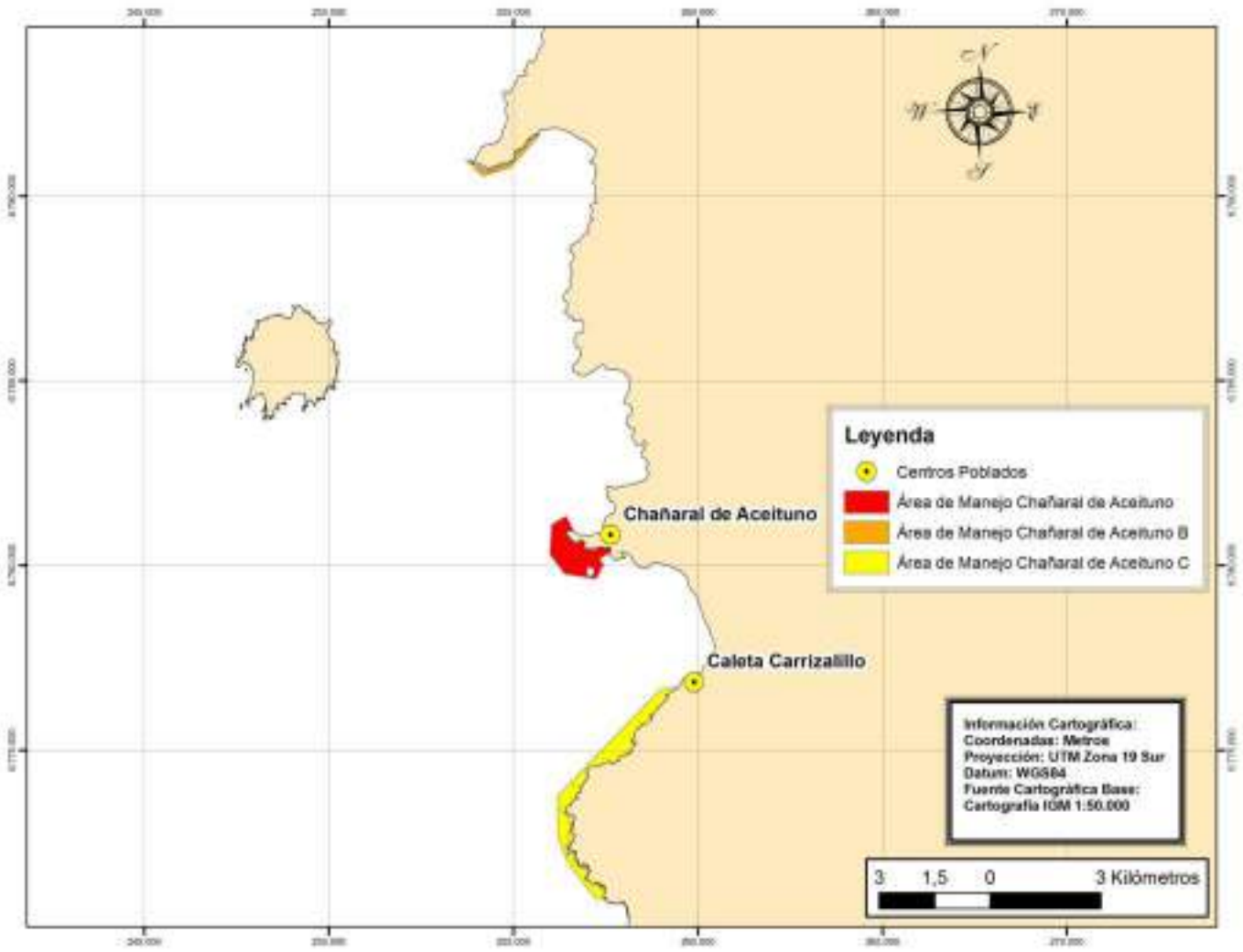


Figura 7.8: Extracciones en AMERB Zona Punta Choros

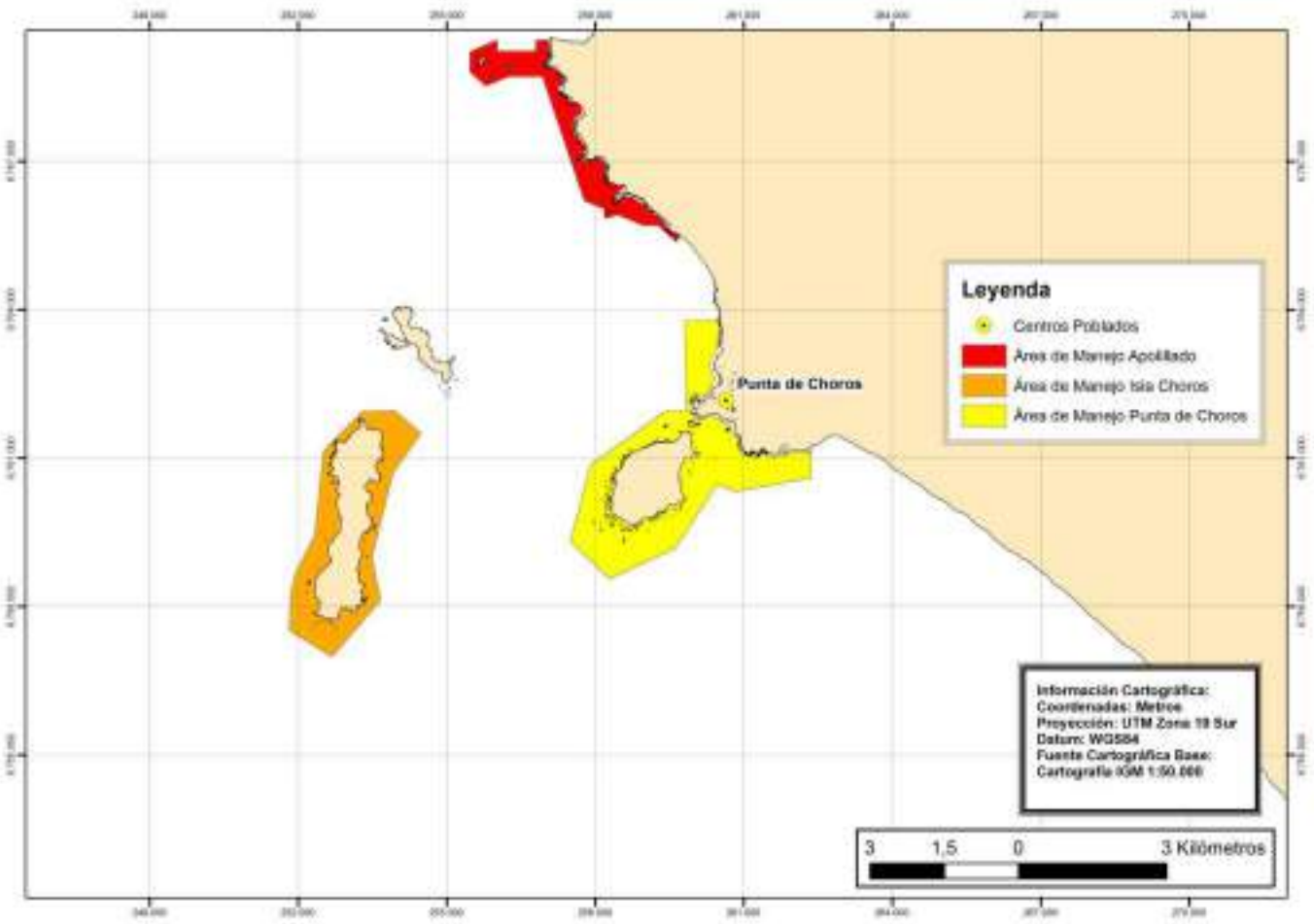
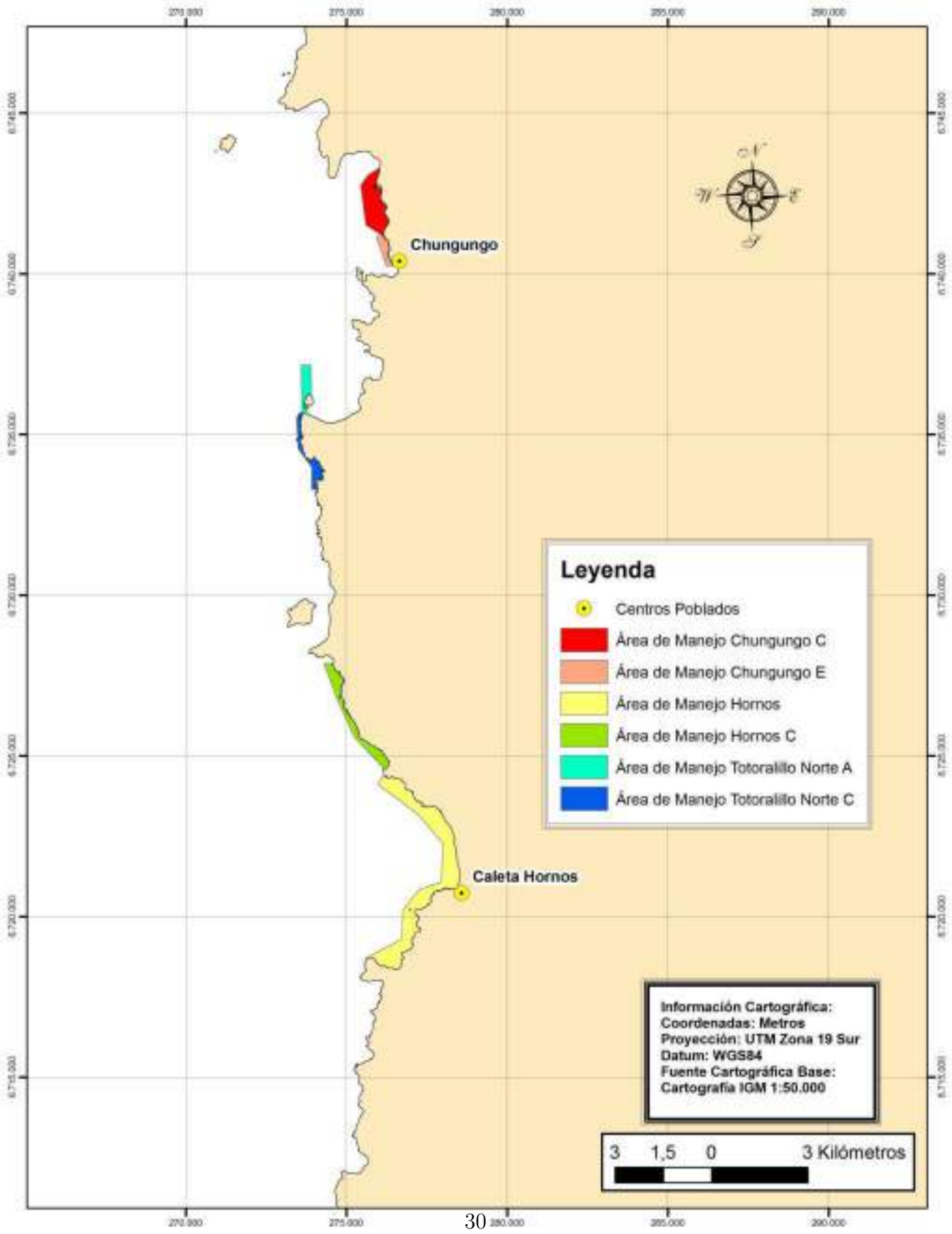


Figura 7.9: Extracciones en AMERB Zona Chungungo y Hornos



7.1.2. Actividades recreativas y turismo

Las actividades recreativas y turismo es representada en mapas que definen las rutas que utilizan las embarcaciones de turismo y los lugares más utilizados para el buceo.

Figura 7.10: Actividades recreativas y turismo en Chañaral de Aceituno

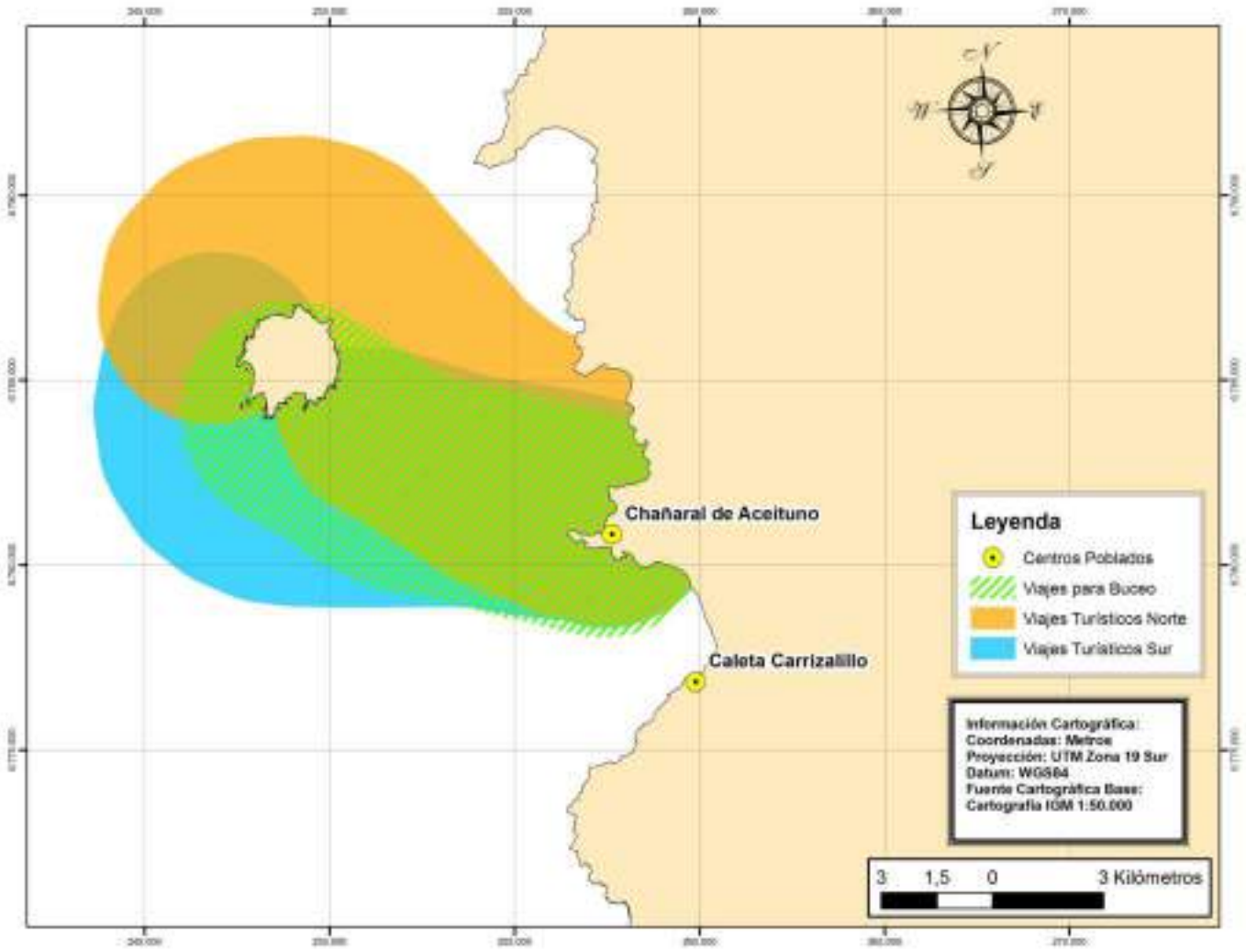
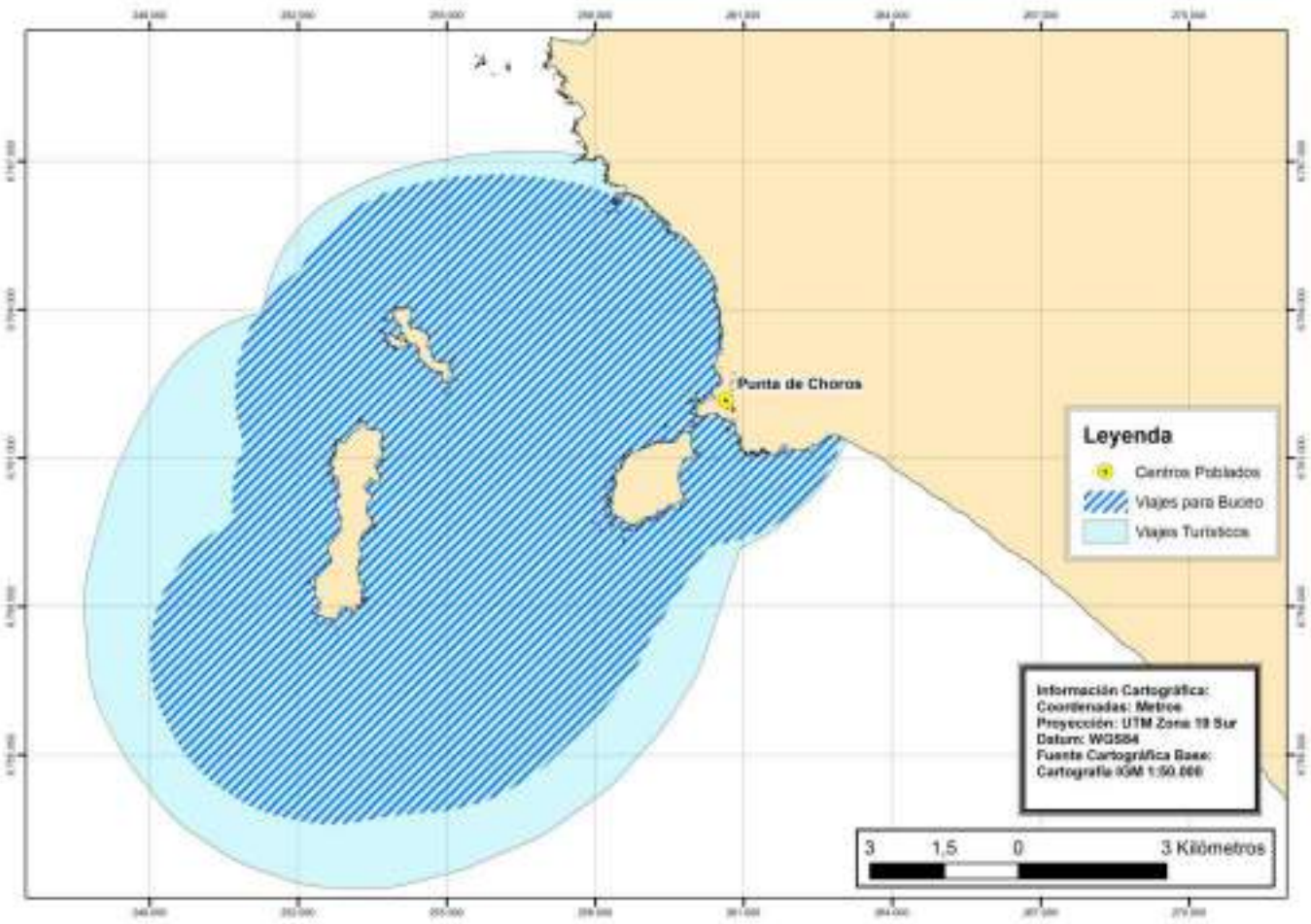


Figura 7.11: Actividades recreativas y turismo en Punta Choros

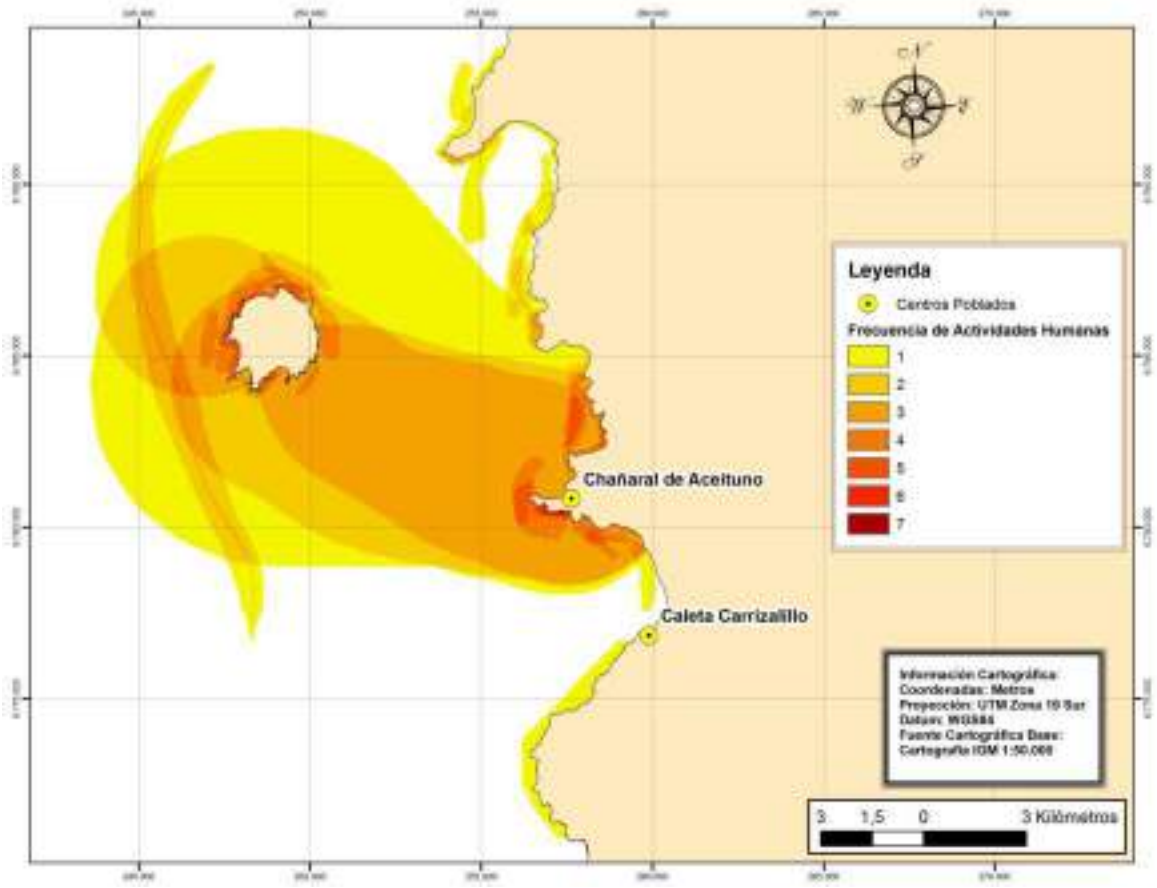


7.2. Mapas producidos por el modelo InVest de Análisis de Superposición

7.2.1. Zona de Chañaral de Aceituno

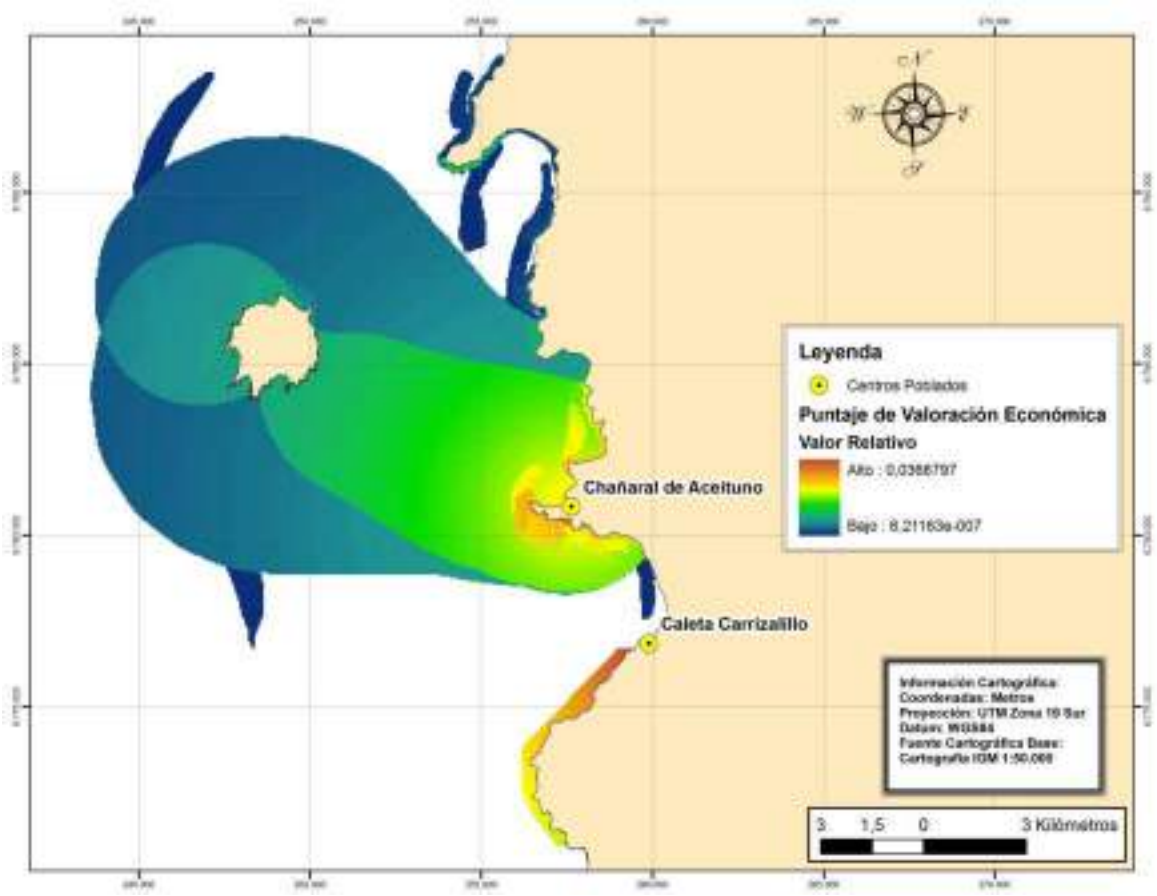
El mapa de frecuencia de actividades humanas en el área de la Isla de Chañaral, Figura 7.12, evidencia una gran concentración de actividades que se superponen espacialmente en torno a la costa del área, y particularmente en torno a la localidad de Chañaral de Aceituno. También es notable la concentración de actividades en torno a la costa de la Isla de Chañaral, notándose una mayor concentración en el sector norte de la Isla. Se puede apreciar la conectividad espacial entre ambas zonas (isleña y costera) por medio de los viajes turísticos asociados a la belleza escénica del lugar, y de los viajes de buceo asociado a la belleza escénica submarina en torno a la Isla. Esto hace de la Zona de Chañaral un lugar con una amplia variedad de actividades que se desarrollan en un espacio amplio, desde la zona costera hasta los 12 kilómetros de la costa aproximadamente.

Figura 7.12: Frecuencia de Actividades Humanas en Chañaral de Aceituno



El mapa de puntaje de valoración económica, Figura 7.13 nos da una impresión bastante diferente del mapa anterior ya que explicita las áreas de mayor o menor aporte económico. Se destacan de sobremanera dos áreas de manejo: a) el AMERB Chañaral de Aceituno (frente a Caleta Chañaral) y b) el AMERB Chañaral de Aceituno Sector C (inmediatamente al sur de Carrizalillo). Ambos lugares presentan los mayores aportes económicos y están asociados al Servicio Ecosistémico de Provisión de Alimentos, mientras que las visitas a la Isla están asociados al Servicio Ecosistémico de Cultural (Recreación/Ecoturismo).

Figura 7.13: Puntaje de Valoración Económica en Chañaral de Aceituno



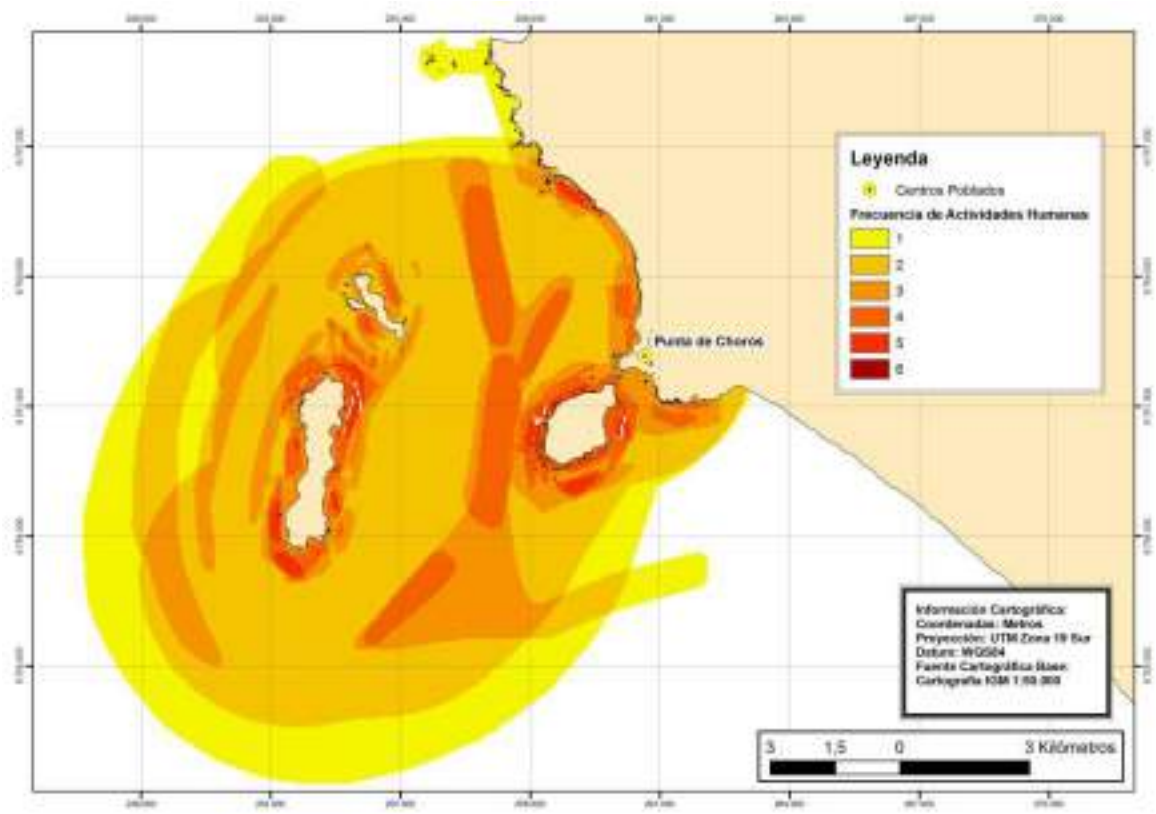
7.2.2. Zona de Punta de Choros

En la zona de Punta de Choros se puede observar claramente una fuerte concentración espacial de actividades humanas en torno a las Islas Chañaral y Gaviota, Figura 7.14 asociada a la extracción de recursos marinos para la alimentación (Servicio Ecosistémico de Provisión de Alimentos). En torno a las Islas Choros y Damas se forma un cinturón de recursos pelágicos que son explotados, tanto al Este como al Oeste de ambas Islas. Hay actividades asociadas al Servicio Ecosistémico Cultural Recreativo/Ecoturístico en torno a las Islas Choros y Damas. Hay una clara concentración

Folio011148

de actividades pesqueras (incluso en la Isla Gaviota) en torno a todos sus bordes costeros. Claramente las Islas presentan un polo de concentración de actividades pesqueras y recreativas.

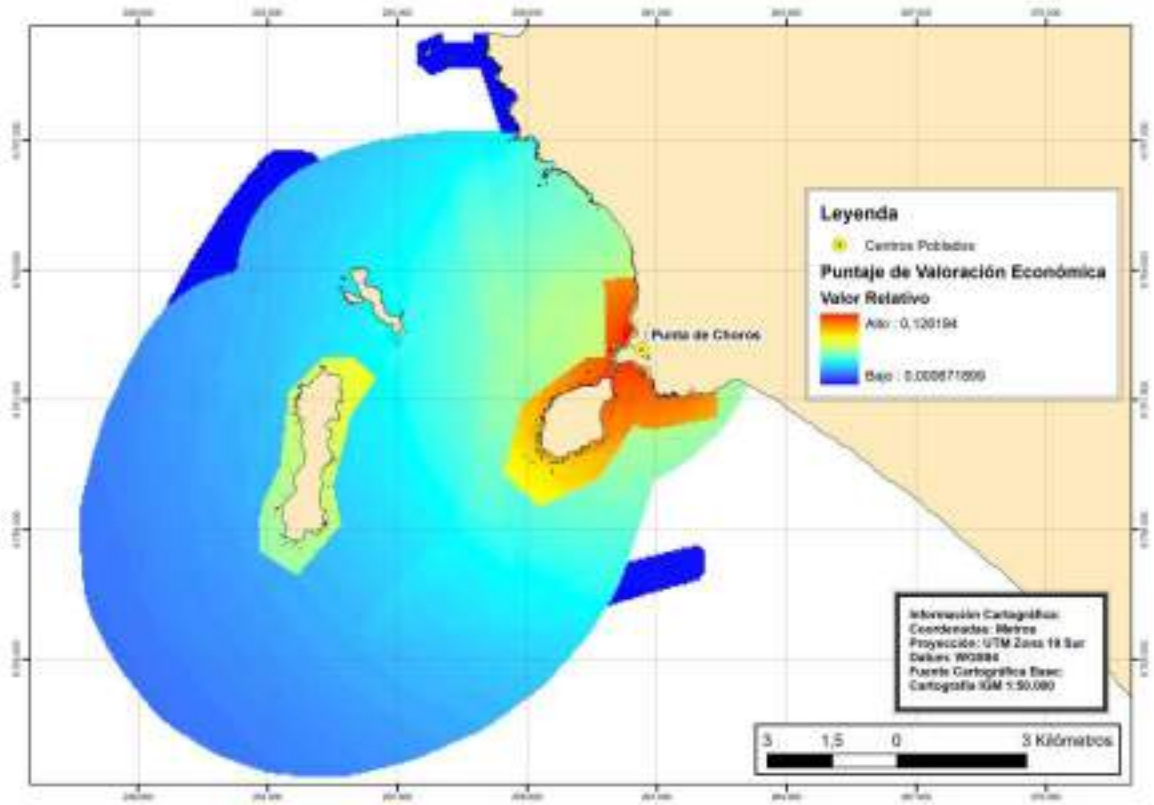
Figura 7.14: Frecuencia de Actividades Humanas en Punta Choros



El mapa de valoración económica, Figura 7.15 nos muestra el gran impacto económico que presentan las áreas de manejo (AMERB Punta de Choros y AMERB Isla Choros), donde la AMERB costera presenta el mayor impacto económico a la Zona de Punta de Choros. A diferencia de la Zona de Chañaral, los viajes turísticos a las Islas son un considerable aporte económico (Servicio Ecosistémico Cultural Recreación/Ecoturismo). Su impacto es de tal envergadura, que los polígonos de actividades pesqueras (que están dentro de las áreas de viajes turísticos) pasan prácticamente desapercibidos.

Folio011149

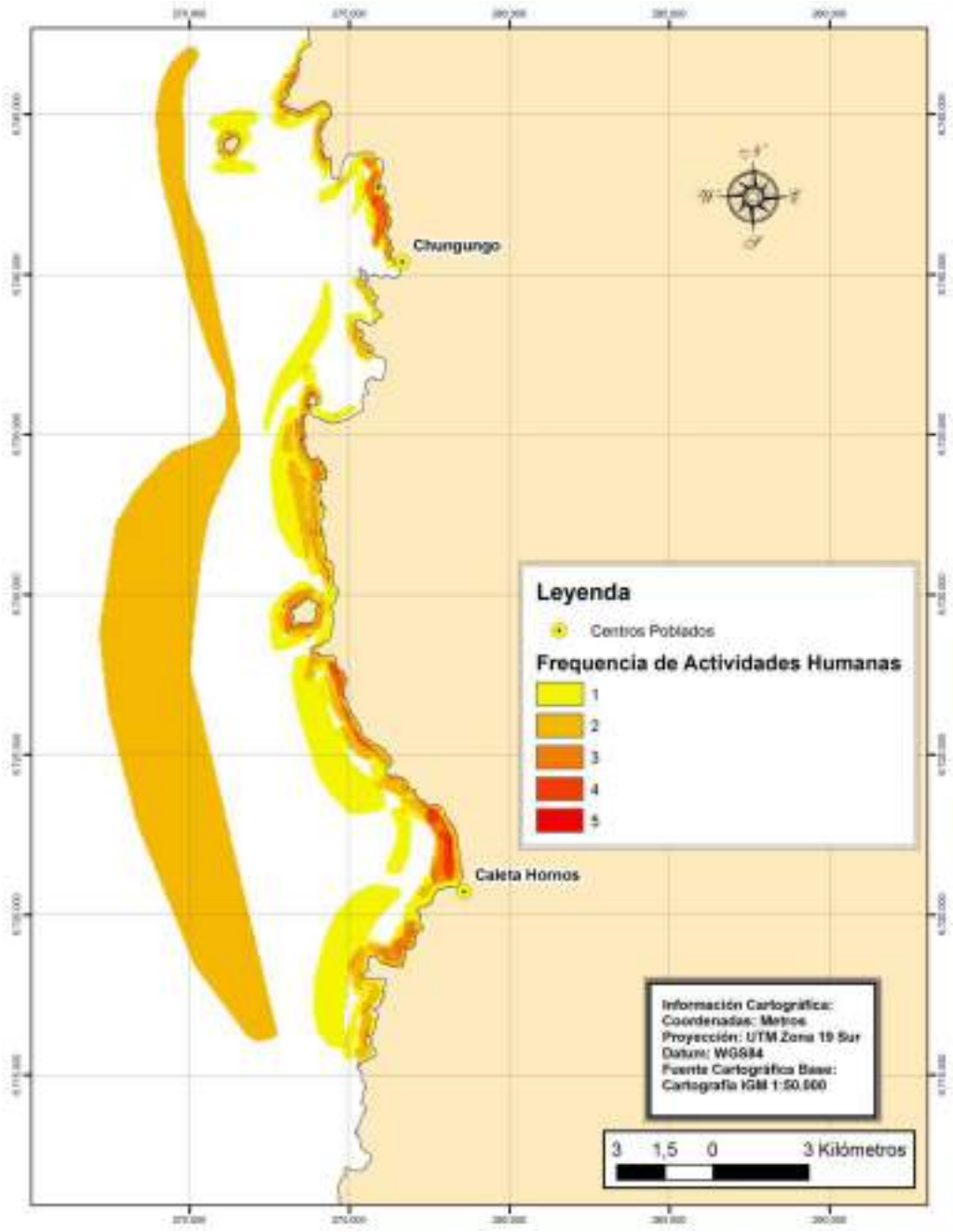
Figura 7.15: Puntaje de Valoración Económica en Punta Choros



7.2.3. Zona de Chungungo y Caleta Hornos

Resulta sorprendente apreciar en el mapa de frecuencia de actividades humanas, Figura 7.16, un verdadero continuo de actividades extractivas a lo largo de la costa (con ciertas máximas en las cercanías de las localidades de Chungungo y Caleta Hornos), así como también a unos 3 kilómetros aproximadamente frente a la costa (asociado a la extracción de recursos pelágicos). La extracción de recursos pesqueros tiende a exponer una mayor concentración de actividades en la medida que se acerca al borde costero.

Figura 7.16: Frecuencia de Actividades Humanas en Hornos y Chungungo

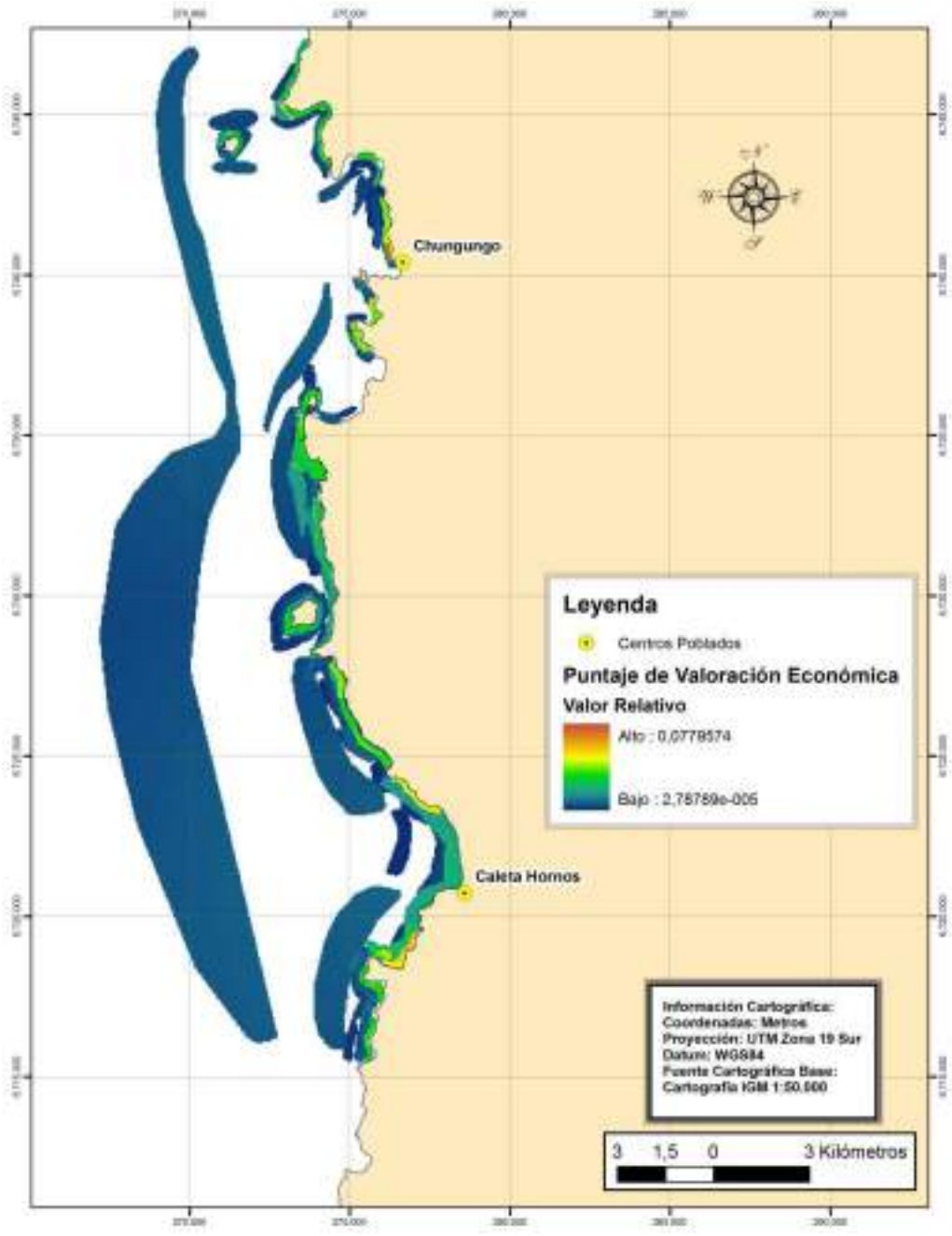


El lo que respecta a la distribución del impacto económico de los Servicios Ecosistémicos de la Zona de Chungungo y Caleta Hornos, Figura 7.17 se puede apreciar que hay un mayor equilibrio de aportes entre las áreas de manejo y el resto de las áreas de extracción de productos marinos. Al igual que en el caso de la distribución de actividades humanas, es notorio la presencia de un eje latitudinal continuo de aporte económico, desde el sector costero hasta el sector de extracción de recursos pelágicos. Esto probablemente se deba la verticalidad del borde costero con pequeñas variaciones, y la ausencia de

grandes islas, como es el caso de las dos zonas analizadas anteriormente. Frente a la localidad de Chungungo se puede apreciar una pequeña área que corresponde a la AMERB Chungungo Sector E, la cual presenta un alto aporte económico. En esta zona de análisis no se registra, por lo menos de manera oficial, la actividad turística asociada a viajes en torno a islas, o hacia sectores de buceo. Por esto, la totalidad del aporte económico está asociado al Servicio Ecosistémico de Provisión de Alimentos. Es importante destacar el nicho económico que existe en ésta zona, por su cercanía a las dos ciudades con mayor población de la IV Región (Coquimbo y La Serena), así como por el buen acceso que hay hacia la localidad de Caleta Hornos. Ambas cualidades estratégicas facilitarían desarrollo de actividades recreativas / ecoturísticas en Caleta Hornos, para desarrollar paseos en bote y zonas de buceo turístico.

Folio011152

Figura 7.17: Puntaje de Valoración Económica en Hornos y Chungungo



Folio011153

Capítulo 8 Conclusiones

La potencial AMCP-MU La Higuera - Isla Chañaral provee un conjunto de servicios ecosistémicos de gran importancia, entre los mas relevantes, de acuerdo a Vásquez el al (2010), se encuentran:

- Servicios culturales, asociado a actividades recreativas y de turismo, tanto por el avistamiento de especies emblemáticas (ballenas, delfín nariz de botella, delfines oscuros, delfines oceánicos, chungungo, lobo marino común, pingüino de Humboldt, etc.) como por su atractivo particular que permite el desarrollo de actividades de eco-turismo, buceo, expediciones, pesca deportiva, etc. También constituye un área de gran interés para el desarrollo de investigaciones por parte de instituciones como el Centro para la Investigación de los Mamíferos Marinos Leviatán, el Museo Nacional de Historia Natural de Chile, la Universidad Católica del Norte y el Centro de Estudios Avanzados de Zonas Aridas (CEAZA)
- Servicios de aprovisionamiento, asociado a alimentos y materias primas, debido a la presencia de especies de interés comercial, como el loco y la lapa.
- Servicios de apoyo, por cuanto constituye hábitats para especies emblemáticas, ya que alberga la colonia más grande de Pingüino de Humboldt, además de el chungungo, lobo marino común, delfín nariz de botella, yunco, cormorán yeco, cormorán lile, albatros de chatman, entre otros. También se constituye en zona de alimentación y crecimiento de larvas de especies hidrobiológicas de interés comercial, zona reproductiva de praderas de algas y especies asociadas, zona de tránsito de ballenas: Balaenoptera physalus (Rorcual común), Balaenoptera acutorostrata (Ballena mincke), Megaptera novaeangliae (Ballena jorobada), Orcinus orca (Orca), Globicephala melas (Ballena piloto) y mantenimiento de la diversidad genética, por cuento existe una zona de surgencia permanente, siendo propicia para la alimentación y crecimiento de larvas

Del conjunto de servicios ecosistémicos descritos previamente, a través de este estudio se valoraron las actividades recreativas y de turismo a través del método del costo de viaje (M\$44.654.915) y alimentos y materias primas a través de precios de mercado (M\$2.622.530). Además, se complementó con la valoración de hábitats para especies, estimado por Vásquez el al (2010) a través del método de valoración contingente (M\$59.497.301). Al considerar estos tres servicios ecosistémicos, el valor anual

de ellos sería de M\$106.774.746, siendo el Valor Económico Total de M\$1.779.579.100, considerando el valor presente de una perpetuidad y utilizando una tasa social de descuento del 6 %.

De los servicios ecosistémicos no valorados, se sugiere en el futuro poder valorar las praderas de algas, pero no desde el puto de vista de su valor comercial (alimentos y materias primas), que aquí si fue considerado, sino desde la perspectiva de la fijación de CO_2.

Folio011155

Capítulo 9 Bibliografía

Labandeira et al (2007), Economía Ambiental, Pearson Educación

Mendieta(2012), Economía Ambiental, Universidad de los Andes (Mimeo)

TEEB (2010), La economía de los ecosistemas y la diversidad: incorporación de los aspectos económicos de la naturaleza. Una síntesis del enfoque, las conclusiones y las recomendaciones del estudio TEEB.

Vásquez et al (2010) Evaluación Económica de los activos ambientales presentes en la red de reservas marinas decretadas en el país bajo la Ley General de Pesca y Acuicultura, Proyecto FIP N° 2008-56.

Importancia ecológica y pesquera del Sector Costero de la comuna de La Higuera: una zona de biodiversidad de importancia mundial

Antecedentes oceanográficos de relevancia

El sector costero entre Caleta Hornos (por el sur) y Caleta Chañaral de Aceituno (por el norte), es de los más productivos de las regiones de Atacama y Coquimbo debido al foco de surgencia en el sector que lleva a la superficie del mar aguas profundas frías y ricas en nutrientes (Figueroa & Moffat 2000, ; Figs. 1 y 2). Los cambios de orientación de la costa, así como su topografía (salientes de costa con varias islas y bahías asociadas) y los vientos predominantes, son determinantes de esta productividad. Estudios directos de transporte y experimentos de simulación numérica, cuando son realizados en todas las estaciones del año, muestran que existe una conectividad desde y hacia Punta Choros con las bahías del sur (Hornos y Chungungo), de la misma manera que observación directa de deriva de boyas muestra un transporte hacia el norte desde el sur de la comuna de La Higuera debido a los vientos predominantes del sur. La circulación de corrientes predominantes tendría como consecuencia la llegada de masas de agua con gran cantidad de larvas del sur, las cuales además son retenidas en estas zonas a través de procesos locales, donde los sistemas de islas son fundamentales (Gaymer et al. 2007)

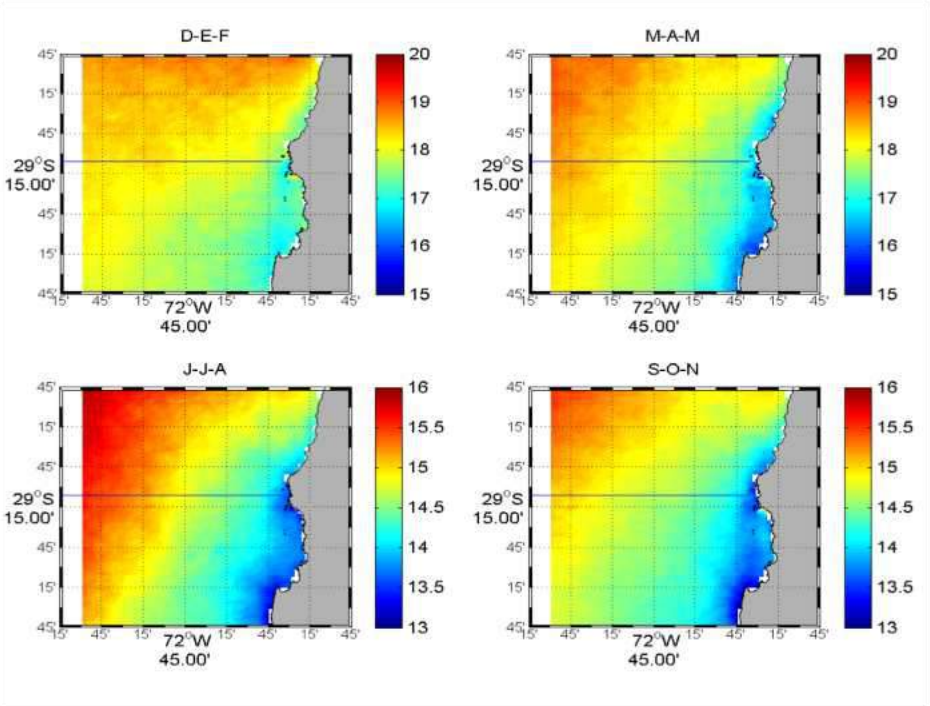


Figura 1. Temperatura superficial del mar extraída de imágenes satelitales. Las bajas temperaturas (azul) indican las principales zonas de surgencia del sistema costero de Coquimbo-Atacama.

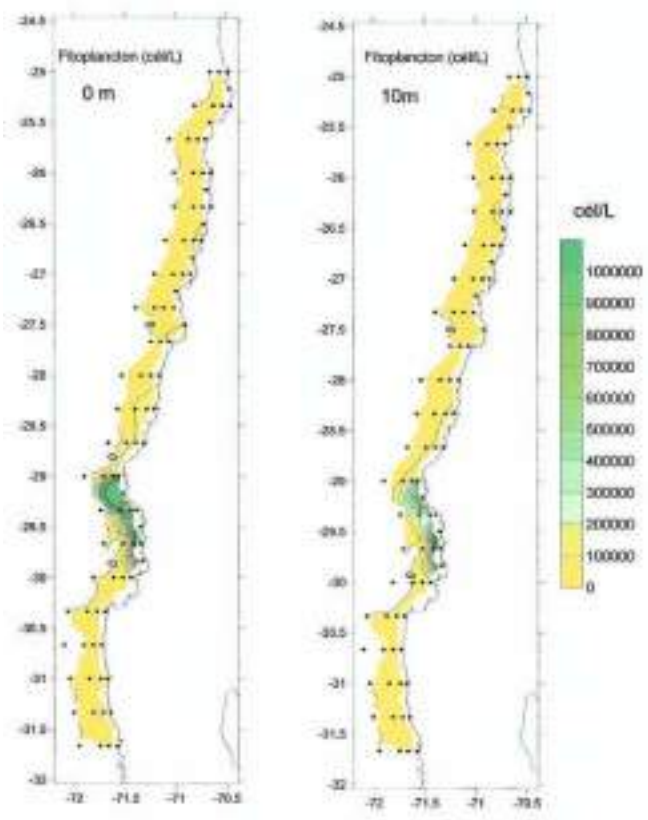


Figura 2. Productividad primaria medida como abundancia de fitoplancton (cel/L) en el centro- norte de Chile. La zona de mayor productividad (verde) corresponde a la comuna de La Higuera.

Antecedentes pesqueros

Las condiciones oceanográficas del área y su alta productividad (Figs. 1 y 2) se traducen en grandes reclutamientos de varios organismos de la trama trófica, incluyendo locos y otros recursos pesqueros como lapas, crustáceos y peces (Fig. 3).

En esta zona se produce el 80% del total de la producción de loco y lapa de la región de Coquimbo, además de numerosas otras especies de mariscos y pescados. Las áreas de manejo de la Higuera son las más productivas (e.g. locos por hectárea) de las regiones de Coquimbo y Atacama, destacando las de Totoralillo y Chungungo (Fig. 4, Thiel et al. 2007).

Alrededor de un 70% de la costa de la comuna de La Higuera está bajo el régimen de área de manejo, siendo esta la principal actividad económica de las comunidades costeras.

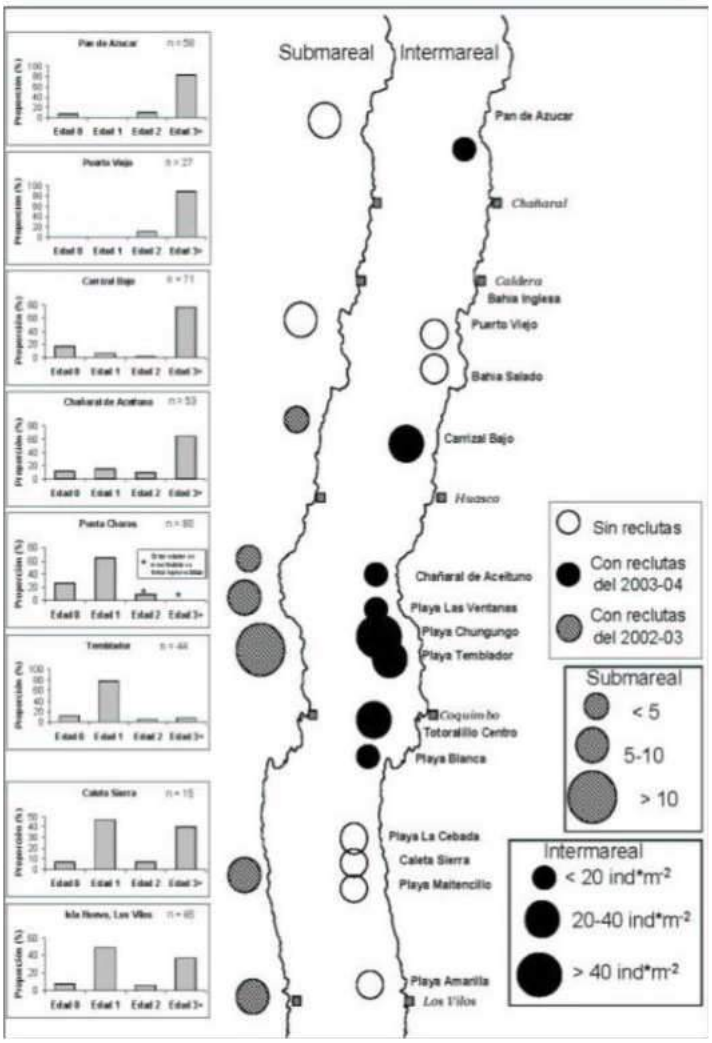


Figura 3. Reclutamiento de locos en el intermareal y submareal de las regiones de Atacama y Coquimbo. Los valores máximos de las dos regiones se observan frente a las playas de Chungungo y Temblador (González et al. 2005).

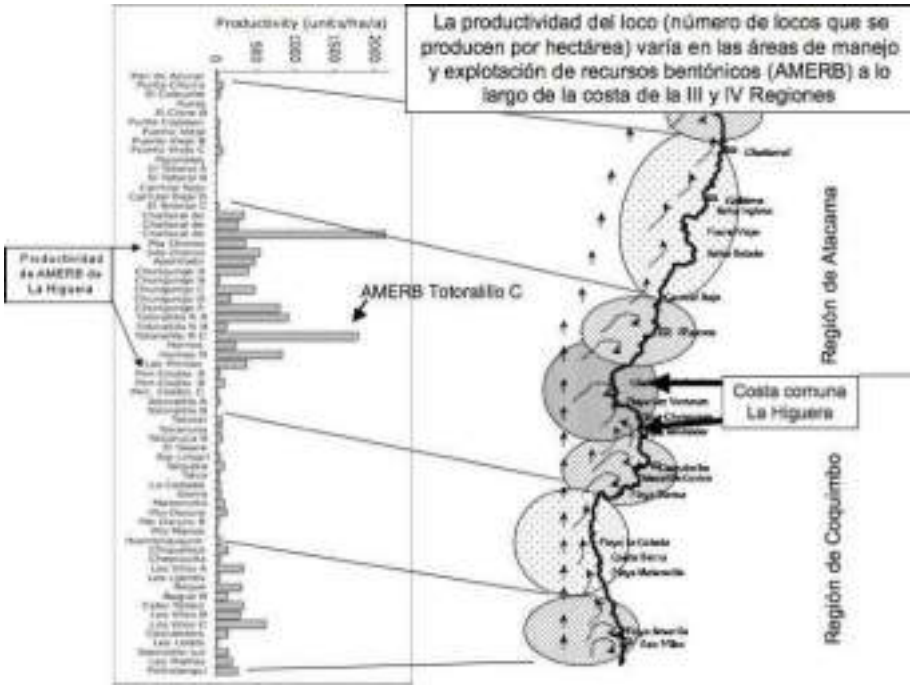


Figura 4. Productividad (locos/ha/a) de las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos (AMERBs) de las regiones de Atacama y Coquimbo.

En esta zona se concentran las larvas de langostino amarillo que sostienen las pesquerías más importantes de esta especie en Chile (Fig. 5).

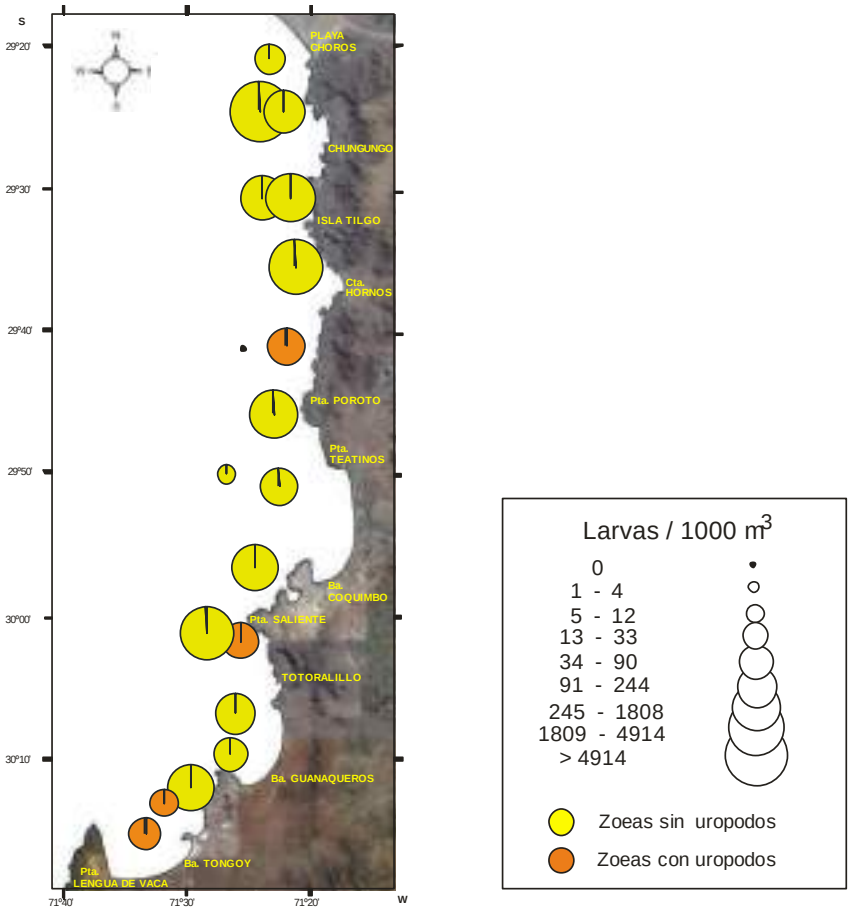


Figura 5. Distribución y abundancia de larvas de langostino amarillo en el sistema costero de Coquimbo (izquierda) (Mujica y Nava 2009, Mujica et al. 2011).

Antecedentes sobre biodiversidad y conservación

En el sector se encuentran las Reservas Marinas Islas Choros-Damas e Isla Chañaral, y la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt (Cárcamo & Gaymer 2013). Las 2 primeras representan un 40% de las áreas marinas protegidas del centro y norte de Chile y por lo tanto, son fundamentales para el objetivo de protección del 10% de los ecosistemas marinos acordado por el gobierno chileno en el marco del convenio de biodiversidad (CBD) (Thiel et al. 2007).

El sector costero de La Higuera alberga el 80% de la población mundial de Pingüino de Humboldt (Luna-Jorquera et al. 2000). Esta especie está en categoría vulnerable en la lista de la UICN y está protegida por la legislación chilena.

Esta zona es el hábitat de numerosas especies emblemáticas y amenazadas como la ballena azul, la ballena fin, la ballena jorobada, el calderón gris o delfín gris, el delfín nariz de botella, el chungungo o nutria de mar (en peligro, IUCN 2016), el yunco o petrel buceador (en peligro, IUCN 2016), el piquero y los cormoranes guanay y lile (Gaymer et al. 2007, 2008, Toro et al. 2010, Galletti-Vernazzani et al. 2017). La razón es que el sector costero de La Higuera es la zona de alimentación de aves y mamíferos marinos. De hecho, la única colonia residente de

delfín nariz de botella de Chile habita este sector costero.

La ballena fin utiliza gran parte del sector costero de La Higuera y de las Reservas Marinas Islas Choros-Damas e Isla Chañaral (Fig. 6, Sepúlveda 2017). Las ballenas azules y fin se alimentan en la zona. Particularmente, la ballena fin se alimenta en el sector costero (Fig. 7, Sepúlveda 2017) sobre krill *Euphausia mucronata*. Esta zona es el sitio de alimentación, residencia y paso de 14 especies de cetáceos, muchas de ellas en peligro (Thiel et al. 2007, IUCN 2016).

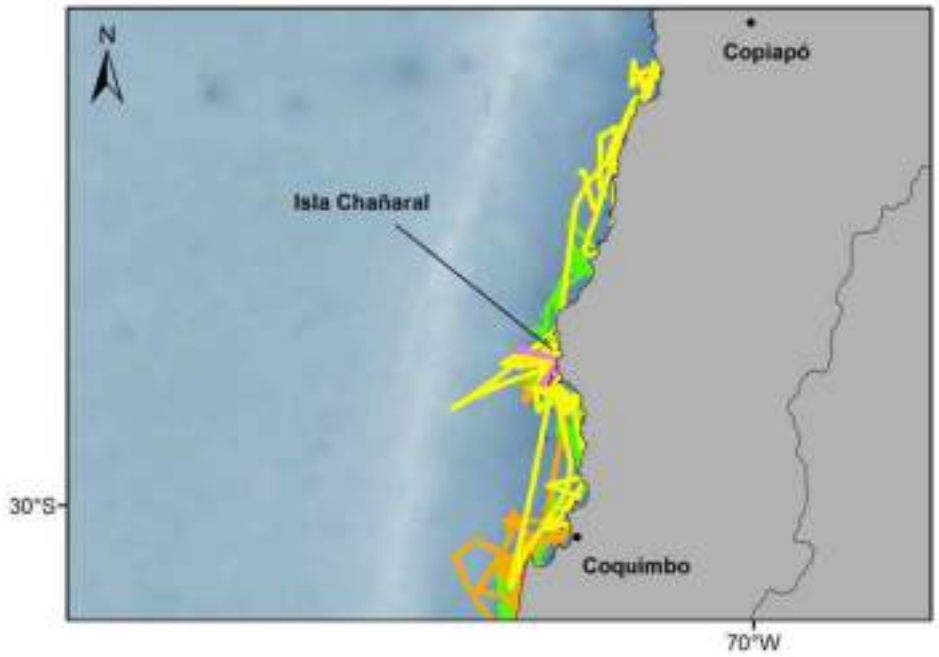


Figura 6. Detalle de los movimientos costeros de algunas de las ballenas fin marcadas satelitalmente en las cercanías de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros-Damas. Cada color indica un animal diferente (Sepúlveda 2017).

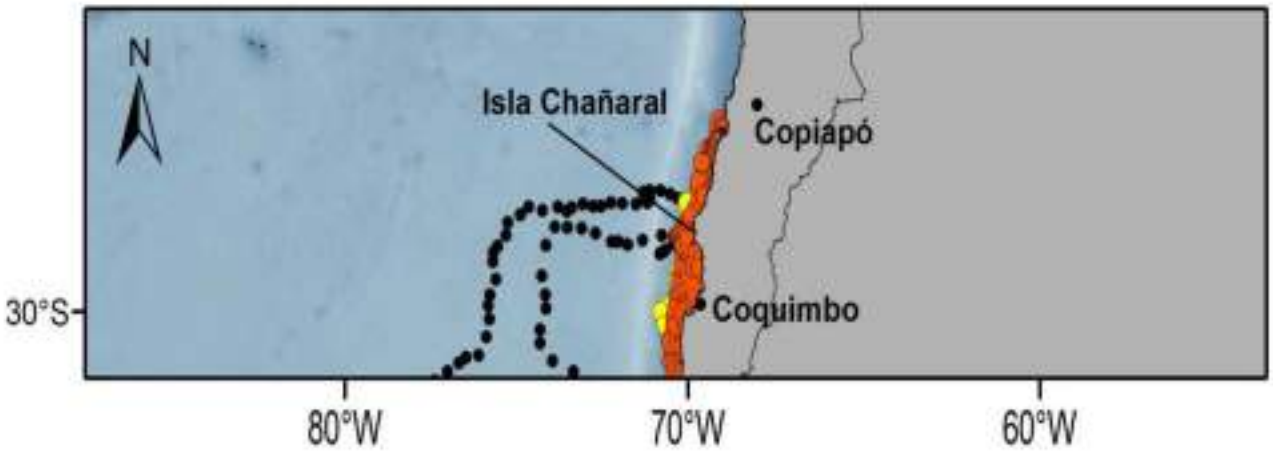


Figura 7. Tipos de conductas realizadas ballenas fin durante seguimiento satelital de sus movimientos. Los puntos rojos corresponden a la conducta de alimentación, mientras que los negros corresponden a desplazamiento y finalmente los amarillos a comportamientos inciertos.

El pingüino de Humboldt, el Yunco y el piquero se alimentan principalmente en el sector

costero de La Higuera, donde se concentran sus alimentos principales, las anchovetas y el krill (Weichler et al. 2004). De hecho, esta zona concentra las más altas abundancias de Krill y Anchovetas de todo el centro-norte de Chile (Fig. 8; Leiva et al. 2014, 2015, Mujica et al. 2016).

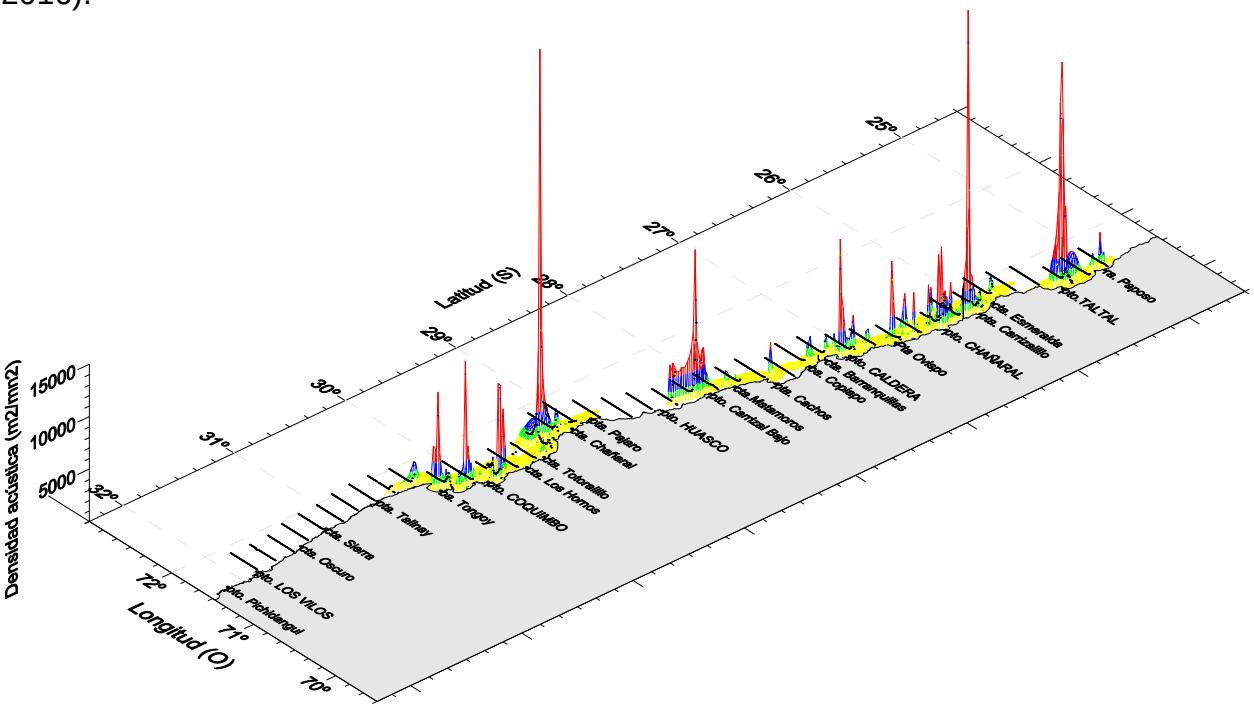


Figura 8. Abundancia de Anchoveta en todo el centro-norte de Chile.

El área terrestre del sector costero de La Higuera es un *hotspot* de biodiversidad de importancia mundial, con un total de 207 especies vegetales, de las cuales 134 (64,73%) son endémicas de Chile (Squeo et al. 2001) e incluso del sector costero de La Higuera. Varias de estas especies presentan una distribución exclusiva del borde costero de Las tacas a Cruz Grande, como es el caso del Lucumillo (En peligro), el Lirio del campo y el Chagual chico crecen en el borde costero desde Punta Teatinos a Cruz Grande (Vulnerables). Según el estado de conservación de las plantas que crecen en el área estudiada, se ha registrado 2 especies en estado de conservación en Peligro (EP), 23 especies en estado de conservación Vulnerables (VU) y 2 especies casi amenazadas (NT). Recientemente en el sector se encontró una nueva planta, Celestina, sobre la que no hay mayores estudios sobre ellas. Además, varias especies vegetales, como el Guayacán (VU), presentan su límite norte de distribución en este sector.

En el Desierto Costero de Los Choros (DCLCH) existe una conjunción de especies de animales de alto valor biológico y para la conservación, que no están convenientemente representadas en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado. El DCLCH es uno de los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad de la Región de Coquimbo (Zuleta et al. 2010). Existen especies emblemáticas como el Guanaco y el Loro Tricahue, así como también un marsupial (*T. elegans*), tres especies de roedores y una nueva especie de micro-mamífero del género *Eligmodontia*. Otros mamíferos emblemáticos son los cururos, los zorros Chilla y Culpeo, el Quique y el Puma. Los reptiles del sector son

los que presentan la mayor cantidad de especies con problemas de conservación, destacando el lagarto de Silva, dos especies de culebras y los gekos (Zuleta et al. 2010). La mayoría de la biota terrestre se encuentra vulnerable o en peligro de extinción, muy vulnerables a diferentes tipos de amenaza antrópica. Numerosos artrópodos caracterizan el DCLCH, como el escarabajo pelotero, 4 especies de arácnidos, incluyendo una nueva especie de escorpión que presenta una restringida distribución asociada a la vegetación del sector. Además existen otras tres especies de escorpiones, solífugos y numerosos coleópteros y avispas (Zuleta et al. 2010).

Las 7 islas del sector costero de La Higuera contienen 68 especies de plantas, 40 especies de aves terrestres, 6 especies de aves marinas nidificantes y 4 especies de mamíferos terrestres nativos de Chile. En ellas se encuentran las colonias de aves más importantes del centro y norte de Chile (Fernández 2010, Luna-Jorquera et al. 2012). El Islote Chungungo es el único sitio del mundo conocido de nidificación del petrel golondrina de mar chica.

En el sector frente a Totoralillo Norte existe fauna marina asociada al fondo del mar poco profundo (bentos somero) única y de gran fragilidad. Entre otros, bosques de gorgónidos y esponjas (Gaymer et al. 2008), corales negros (Gorny 2018) e incluso una pradera de pasto marino (Gaymer et al. 2008).

Esta zona alberga uno de los hitos biogeográficos más importantes de la costa del Pacifico Sur-Este. Estudios recientes demuestran que la zona entre Caleta Los Hornos y Chañaral de Aceituno representa una zona única de contacto de diferentes biotas del norte y del sur, con densidad de especies y diversidad genética que no se encuentra en otras partes de Chile. En esta zona cohabitan especies de las provincias biogeográficas del norte y del sur. Por ejemplo, el huiro negro del sur, *Lessonia spicata*, que ocupa toda la costa del sur de Chile, cohabita en esta misma zona con el huiro negro del norte, *L. berteroana*, que monopoliza las costas de todo el norte de Chile hasta el norte del Perú (Fig. 9). Diversas algas muestran una diversidad genética única en la zona entre Caleta Los Hornos y Chañaral de Aceituno (Montecinos et al. 2012, Lopez et al. 2017).

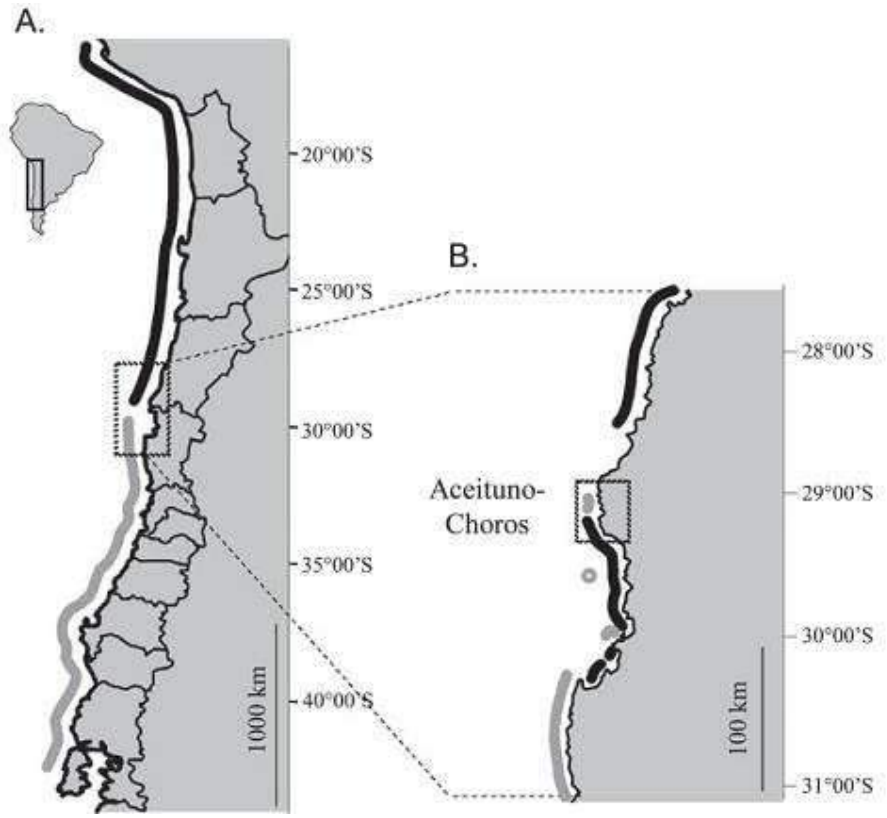


Figura 9: Rango de distribución del huiro negro del sur Lessonia spicata (línea gris) y del huiro negro del norte L. berteroana (línea negra) y zona de contacto entre Coquimbo y Chañaral de Aceituno (tomado de Tellier et al. 2011).

Dada la importancia de la biodiversidad del sector, el año 2004 una Subcomisión de Área Marina Costera Protegida de la región, con participación de todos los servicios públicos competentes y las universidades y centros de investigación regionales, empezó a trabajar para la protección del sector costero de La Higuera. El año 2009 el sector costero de la comuna de La Higuera fue solicitado a la CONAMA como sitio prioritario por SERNAPESCA y CONAF de la Región de Coquimbo, para ser incorporado a la estrategia regional y nacional de biodiversidad. El año 2010 el sector costero de la comuna de La Higuera fue propuesto a la CONAMA como área marina costera protegida por OCEANA (Fig. 10).

Esta zona es la principal área de alto valor para la conservación de toda la Ecorregión marina de Chile Central (desde Antofagasta hasta el sur de la región de Valparaíso) (Squeo et al. 2015) y, por lo tanto, es fundamental para los compromisos de protección marina de Chile en el marco de la Meta Aichi 11 de la CBD. Del 10% comprometido para la Ecorregión, solo un 0.017% del mar está protegido (Squeo et al. 2012).

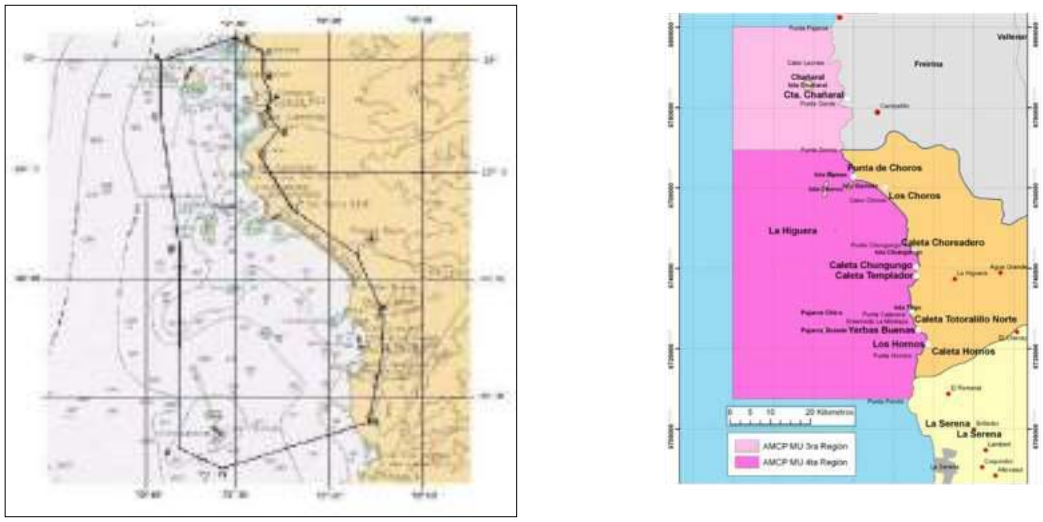


Figura 10. Sitio prioritario "Borde costero y archipiélago de islotes costeros de la zona norte de la Región de Coquimbo" solicitado por SERNAPESCA y CONAF en 2009 (izquierda). Sector costero de la comuna de La Higuera fue propuesto a la CONAMA como área marina costera protegida por OCEANA en 2010 (derecha).

Antecedentes Paleontológicos y arqueológicos

La zona costera de la región de Coquimbo alberga una rica diversidad paleontológica marina. El paisaje costero se caracteriza por la presencia de terrazas marinas que han sido asignadas a diferentes fases interglaciares Cuaternarias, las que descansan sobre estratos del Neógeno correspondientes a la formación Coquimbo. Esta formación se expone en diversas quebradas que atraviesan las terrazas costeras de la región y tendría una edad Mio-Pliocénica de entre 14-2 millones de años.

Los estudios de fauna paleontológica asociada a la formación Coquimbo y terrazas Cuaternarias han estado principalmente orientados a describir la malacofauna (moluscos). Comparativamente, la fauna de vertebrados marinos fósiles ha sido mucho menos estudiada. Recientes análisis dan cuenta de un gran cambio faunístico marino asociado a la transición paleoambiental Neógeno-Pleistoceno en el Pacífico de Sudamérica, marcado por una drástica extinción de invertebrados y vertebrados marinos y la subsecuente aparición de formas modernas (Rivadeneira & Marquet 2007, Villafaña & Rivadeneira 2014). El registro fósil marino de la región de Coquimbo permite acceder a una ventana de tiempo de los últimos 14 millones de años, lo que permite comprender en detalle como las biotas respondieron a las transformaciones paleoclimáticas y paleogeográficas.

Aunque la mayor parte de la investigación paleontológica se ha concentrado en quebradas cercanas a la conurbación La Serena-Coquimbo, prospecciones preliminares en la Quebrada Los Choros indican la presencia de restos paleontológicos de alto interés patrimonial (e.g. vertebrados superiores) en varios sectores, lo que se suma a los estudios realizados en la zona de cercana de Chañaral de Aceituno que revelan la presencia de invertebrados y vertebrados marinos asociados a Formación Coquimbo y terrazas Cuaternarias.

En el sector en cuestión se encuentran áreas de alto valor paleontológico, de acuerdo a mapas generados por el Consejo de Monumentos Nacionales (Figura 11).



Figura 11. Mapa de potencial paleontológico del sector costero de La Higuera. En rojo zonas de potencial alto (fosilífera, i.e. con presencia de fósiles). En amarillo zonas de potencial medio (susceptible, i.e. con posible presencial de fósiles). Zonas de potencial fosilífero generadas por el Consejo de Monumentos Nacionales (http://geoportalcmn.maps.arcgis.com/home/index.html).

Luego de una búsqueda que se extendió por varios años, en acción coordinada entre la productora Silvestre, la UCN y OCEANA, en noviembre de 2017 se logró ubicar los restos náufragos del vapor "Itata". Dicha embarcación, que sucumbió ante un fuerte temporal hace 95 años, llevando más de 400 personas a bordo, es considerada por los historiadores como la mayor tragedia naval de Chile. Los restos del "Itata" están localizados en las costas de la Higuera frente a cruz Grande. Este hallazgo arqueológico suma a la relevancia del patrimonio biológico del área un aspecto cultural e histórico único en Chile. Se prevé que en el sitio de la tragedia se constituirá un monumento histórico en el mar, tal como hoy día en los restos de la Esmeralda frente a Iquique y en tierra se vislumbra la creación de un Museo y memorial de las víctimas de esta catástrofe.

La valoración de los servicios ecosistémicos de la costa de La Higuera.

La importancia de los ecosistemas marinos de la comuna de La Higuera es enorme. Existen numerosos servicios ecosistémicos presentes en el sector costero de La Higuera, que corresponden a: 1) servicios culturales, asociado a actividades recreativas y de turismo, tanto para el avistamiento de aves y mamíferos marinos, como para el desarrollo de actividades de eco-turismo, buceo, expediciones, pesca deportiva, etc. Además es un área de gran interés para investigaciones científicas de instituciones regionales, nacionales e internacionales; 2) Servicios de aprovisionamiento, asociados a alimentos y materias primas, debido a la presencia numerosas especies de interés comercial como el loco, la lapa, erizos, jaibas, langostinos, algas, peces costeros y pequeños pelágicos; 3) servicios de apoyo, por cuanto constituye hábitats (para alimentación y reproducción) de especies emblemáticas, como el Pingüino de Humboldt, el Yunco el Chungungo, el delfín nariz de botella, y 14 especies de cetáceos que incluyen a la ballena azul.

Del conjunto de servicios ecosistémicos mencionados, un estudio reciente (OCEANA 2015) valorizó económicamente algunas actividades recreativas y de turismo, los principales recursos bentónicos explotados por los pescadores artesanales en las áreas de manejo y los hábitats para especies emblemáticas. Al considerar estos tres servicios ecosistémicos, el valor anual de ellos sería de $106.774.746.000, siendo el Valor Económico Total de $1.779.579.100.000, considerando el valor presente de una perpetuidad y utilizando una tasa social de descuento del 6%. A pesar de que solo algunos servicios fueron valorados, esto da una idea del enorme potencial de los ecosistemas de esta zona, para el desarrollo de actividades sustentables de bajo impacto, que aseguren la provisión de estos servicios en el tiempo.

La visión de las comunidades costeras sobre su territorio

En el estudio de Cárcamo et al. (2014), las comunidades costeras priorizan como servicios ecosistémicos los hábitats de las especies carismáticas, los caladeros de pesca, los hábitats de huiros, la observación de la vida silvestre y el hábitat para especies migratorias (Fig. 12).

Los principales usos priorizados por los actores locales son la pesca artesanal, la investigación científica, las reservas marinas, la educación ambiental, el ecoturismo y la observación de vida silvestre, y las áreas de manejo (Fig. 13). En contraste, las principales amenazas percibidas por dichos actores son las plantas termoeléctricas, la pesca industrial, la pesca ilegal, la minería, las especies invasivas y la contaminación marina (Fig. 14).

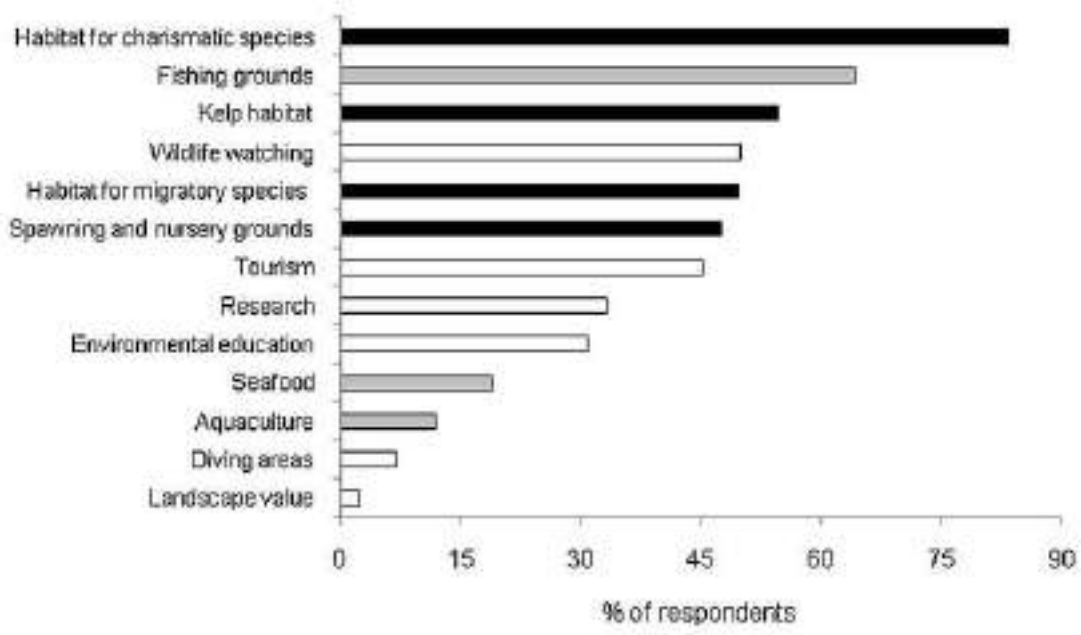


Figura 12. Bienes y servicios ecosistémicos priorizados por los actores claves del territorio costero de La Higuera. Las barras negras indican servicios de soporte, las grises los de aprovisionamiento y las blancas los culturales (Tomado de Cárcamo et al. 2014).

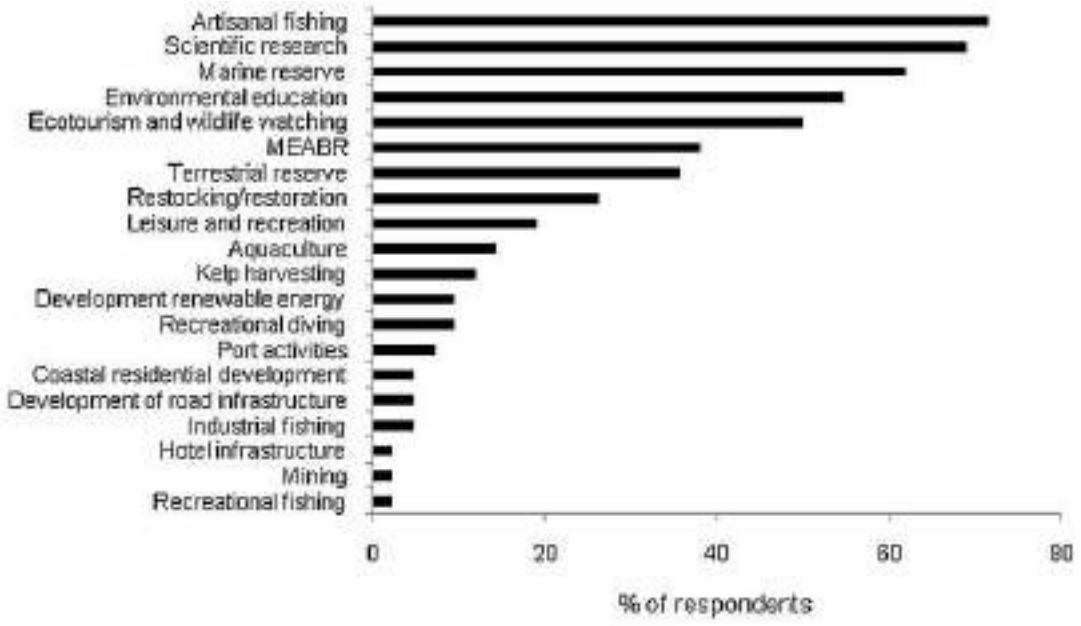


Figura 13. Bienes y actividades priorizadas por los actores clave del territorio (Tomado de Cárcamo et al. 2014).

Threat	Mean ± SE
Power plants	6.1 ± 0.24
Industrial fishing	6.1 ± 0.19
Illegal fishing	6.0 ± 0.16
Mining	6.0 ± 0.22
Invasive species	5.8 ± 0.18
Marine Pollution	5.8 ± 0.19
Dumps	5.5 ± 0.23
Climate change	5.4 ± 0.20
Kelp harvesting	5.3 ± 0.21
Coastal residential development	5.2 ± 0.20
Ports	5.0 ± 0.24
ENSO events	4.6 ± 0.23
Maritime traffic	4.3 ± 0.22
Coastal erosion	4.1 ± 0.20
Development tourism facilities	4.1 ± 0.20
Ecotourism	3.7 ± 0.23
Artisanal fishing	3.6 ± 0.25
Agriculture	3.4 ± 0.27
Aquaculture	3.3 ± 0.24
Recreational fishing	2.8 ± 0.18
Scientific research	1.5 ± 0.12
Protected areas	1.4 ± 0.12

Figura 14. Percepciones sobre los niveles de amenazas generados por diferentes actividades o eventos (Tomado de Cárcamo et al. 2014).

Referencias bibliográficas

Cárcamo PF, Gaymer CF. 2013. Interactions between spatially explicit conservation and management measures: implications for the governance of Marine Protected Areas. Environ. Manage. 52: 1355-1368.

Cárcamo PF, Garay-Flühmann R, Squeo FA, Gaymer CF. 2014. Using stakeholders' perspective of ecosystem services and biodiversity features to plan a marine protected area. Environmental Science & Policy 100: 116-131.

Fernández C. 2010. Conservación y Biodiversidad de las islas de Chile: El caso de las islas del Sistema Costero de Coquimbo. Tesis para optar el Grado de Magíster en Ciencias del Mar. Facultad Ciencias el Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo.

Figueroa D, Moffat C. 2000. On the influence of topography in the induction of coastal upwelling along the Chilean coast. Geophysical Research Letters 27: 3905-3908.

Galletti Vernazzani B, Jackson JA, Cabrera E, Carlson CA, Brownell RL Jr. 2017. Estimates of abundance and trend of Chilean blue whales off Isla de C.hiloé, Chile. PLoS ONE 12(1): e0168646.

Gaymer C, Dumont C, Garay-Flühmann R, Sfeir R, Pérez E, Luna G, Stotz W, Vásquez J, Moraga J, Berríos M, Rojas U, Aburto J, Peñalver E, Robert P. 2007. Diagnóstico Implementación Reserva Marina I. Choros la Higuera. Informe de Avance–Etapa I: Diagnósitco situación sector de Punta Choros. Proyecto FNDR Código BIP 30006824-0.

Gaymer CF, Stotz W, Garay-Flühmann R, Luna-Jorquera G, Ramos M, et al. 2008. Evaluación de Línea Base de Las Reservas Marinas “Isla Chañaral” e “Isla Choros-Damas”. Informe Final Proyecto FIP 2006-56, 532 p. (disponible en www.fip.cl).

González J, Tapia C, Wilson A, Stotz W, Orensanz JM, Parma AM, Valero J, Catrilao M, Garrido J. 2005. Bases biológicas para la evaluación y manejo de metapoblaciones de loco en las III y IV Regiones. IFOP (Chile). IFOP, Valparaíso. Informe Final Proyecto FIP 2002-16. (disponible en www.fip.cl)

Gorny M. 2018 First record of black corals (Antipatharia) in shallow coastal waters of northern Chile by means of underwater video. (en prensa)

Leiva F, J Legua, Ú Cifuentes, S Giglio, H Reyes, M Pizarro, R Vargas, F Cerna, ALópez, V Catasti, C Lang, A Mujica, ML Nava, M Saavedra, L Herrera. 2014. Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta en la III y IV Regiones, año 2014. Informe final FIP 2013-04. 495 pp.

Leiva F, J Legua, Ú Cifuentes, S Giglio, H Reyes, M Pizarro, R Vargas, F Cerna, A López, V Catasti, C Lang, A Mujica, ML Nava, L Herrera. 2015. Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta en la III y IV Regiones, año 2015. Informe final FIP 2014-15.

López BA, Tellier F, Retamal-Alarcón JC, Pérez-Araneda K, Fierro AO, Macaya EC, Tala F., Thiel M. 2017. Phylogeography of two intertidal seaweeds, *Gelidium lingulatum* and *G. rex* (Rhodophyta: Gelidiales), along the South East Pacific: patterns explained by rafting dispersal?. Marine Biology 164: 188.

Luna-Jorquera G, CE Fernández, MM Rivadeneira. 2012. Determinants of the diversity of plants, birds and mammals of coastal islands of the Humboldt current systems: implications for conservation. Biodiversity and Conservation 21:13–32.

Luna-Jorquera G, Garthe S, Sepulveda FG, Weichler T, Vásquez JA. 2000. Population size of Humboldt penguins assessed by combined terrestrial and at-sea counts waterbirds. The International Journal of Waterbird Biology 23: 506-510

Montecinos A, Broitman BR, Faugeron S, Haye PA, Tellier F, Guillemin ML. 2012. Species replacement along a linear coastal habitat: phylogeography and speciation in the red alga *Mazzaella laminarioides* along the south east Pacific. BMC evolutionary biology, 12(1), 97.

Mujica A, Nava ML. 2009. Pélagos del sistema de Bahías de Coquimbo. Informe Técnico, Universidad Católica del Norte, Sede Coquimbo, 23 p.

Mujica A, E Acuña, M Nava. 2011. Distribución y abundancia de larvas de Heterocarpus reedi Bahamonde, 1955, Cervimunida johni Porter, 1903 y Pleuroncodes monodon (H. Milne Edwards, 1837), frente a Coquimbo y Caldera, Chile. Lat. Am. J. Aquat. Res. 39: 138-150.

Mujica A, ML Nava, K Matsuda, A Vargas. 2016. Distribution and abundance of Engraulis ringens eggs along the north-central Chilean coastline (25.0-31.5ºS) during February 2008 to 2014. Lat. Am. J. Aquat. Res. 44: 65-75.

Oceana. 2015. Valoración económica de servicios ecosistémicos en la potencial AMCP-MU La Higuera - Isla Chañaral. Informe final. 42 pp.

Rivadeneira MM, Marquet PA. 2007. Selective extinction of late Neogene bivalves on the temperate Pacific coast of South America. Paleobiology 33: 455-468.

Sepúlveda M. 2017. Movimientos y desplazamientos de la ballena fin (*Balaenoptera physalus*) en la costa centro-norte de Chile. Informe preparado para Intendencia de Región de Coquimbo. 3pp.

Squeo FA, G Arancio, JR Gutiérrez. 2001. Libro Rojo de la Flora de la Región de Coquimbo, y de los Sitios Prioritarios para su Conservación. Ediciones Universidad de La Serena. ISBN: 956-7393-12-2, 386 pp.

Squeo FA, Estevez RA, Stoll A, Gaymer CF, Letelier L, Sierralta L. 2012. Towards the creation of an integrated system of protected areas in Chile: achievements and challenges. Plant Ecol. Div. 5: 233-243.

Squeo FA, Martínez-Tilleria K, Garay-Flühmann R, Gaymer CF. 2015. Identificación de la Áreas de Alto Valor para la Conservación (AAVC) en la eco-región Chile Central y la provincia biogeográfica de Juan Fernández. Informe final proyecto Ref. 4.1.6.A – 2015 HCLME. 76 pp.

Tellier F, Tapia J, Faugeron S, Destombe C, Valero M. 2011. The *Lessonia nigrescens* species complex (Laminariales, Phaeophyceae) shows strict parapatry and complete reproductive isolation in a secondary contact zone. Journal of Phycology 47: 894-903.

Thiel M, Macaya E, Acuña E, Arntz E, Bastías H, Brokordt K, Camus P, Castilla JC, Castro LR, Cortéz M, Dumont CP, Escribano R, Fernández M, Lancellotti DA, Gajardo JA, Gaymer CF, Gómez I, González AE, González HE, Haye PA, Illanes JE, Iriarte JL, Luna-Jorquera G, Luxoro C, Manríquez PH, Marín V, Muñoz P, Navarrete SA, Pérez E, Poulin E, Sellanes J, Sepúlveda A, Stotz W, Tala F, Thomas A, Vargas CA, Vásquez JA, Vega A. 2007. The Humboldt current system of northern-central Chile: Oceanographic processes, ecological interactions and socio-economic feedback. Ocean. Mar. Biol. Ann. Rev. 45: 195-344.

Toro F, Vilina YA, Capella JJ, Gibbons J. 2016. Novel coastal feeding area for Eastern South Pacific fin whales (*Balaenoptera physalus*) in mid-latitude Humboldt current waters off Chile. Aquatic Mammals 42 (1): 47-55.

Villafaña JA, Rivadeneira MM. 2014. The rise and fall of the diversity of marine vertebrates during the Neogene on the temperate Pacific coast of South America. Paleobiology 40: 659-674.

Weichler T, Garthe S, Luna-Jorquera G, Moraga J. 2004. Seabird distribution on the Humboldt Current in northern Chile in relation to hydrography, productivity, and fisheries. ICES Journal of Marine Science 61: 148-

154.
Zuleta C, Cea A, Pizarro J, Hiriart D. Ficha sitio de importancia para biodiversidad: Desierto costero de Los Choros (DCLCH). Departamento de Biología, Universidad de La Serena.

Autores

Beatriz Yannicelli. Doctor en Oceanografía, especialista en oceanografía biológica, ESMOI-Universidad Católica del Norte
Guillermo Luna, Doctor en Ciencias Naturales, especialista en aves marinas, Universidad Católica del Norte.
Armando Mujica, M.Sc. en Acuicultura, Dr. en Biología Animal, especialista en plancton, Universidad Católica del Norte.
Marcelo Rivadeneira, Dr. en Ecología, especialista en paleoecología, CEAZA.
Práxedes Muñoz, Dr. en Oceanografía, especialista en oceanografía química, Universidad Católica del Norte
Marcel Ramos, Doctor en Oceanografía, especialista en oceanografía física, Universidad Católica del Norte
Katherina B. Brokordt, Doctor en Biología, especialista en ecofisiología marina, CEAZA.
Wolfgang Stotz, Doctor en Ciencias Naturales, especialista en ecología y pesquerías artesanales, Universidad Católica del Norte
Gina Arancio, Bióloga, especialista en botánica, Universidad de La Serena.
Carlos Olavarría, Doctor en Ciencias, especialista en manejo y conservación de cetáceos, CEAZA.
Javier Sellanes, Doctor en Oceanografía, especialista en fauna bentónica, Universidad Católica del Norte
Maritza Sepúlveda, Doctor en Ecología y Biología Evolutiva, especialista en mamíferos marinos, Centro de Investigación y Gestión de Recursos Raturales (CIGREN), Universidad de Valparaíso.
Martin Thiel, Doctor en Oceanografía, especialista en biología, ecología y diversidad de invertebrados marinos, Universidad Católica del Norte.
Carlos Zuleta, MSc. en Zoología, especialista en vertebrados terrestres, Universidad de La Serena.
Carlos F. Gaymer, Doctor en Biología, especialista en ecología y conservación marina, Universidad Católica del Norte.

INFORME FINAL

Licitación N° 612228-4-LE16 de la Subsecretaría del Medio Ambiente:

"Levantar iniciativas de conservación marina en la región de Coquimbo y Organizar el 4° Congreso Internacional de Areas Marinas Protegidas "

Consultora : KATERINA VARAS BELEMMI
Fecha : 31 de Enero de 2017

Contenido

1. Antecedentes 3
1.1.Objetivos 3
1.2. Informes 3
2. Contenidos por objetivo 5
2.1. Objetivo n°1: 5
2.1.1. Propuesta de Conservación Marina para la zona de estudio. 5
2.1.2. Acciones para abordar posibles dificultades para la creación e implementación de medidas de conservación. 66
2.2. Objetivo n°2. 67
3. Trabajos citados 84
4. Anexos 87
4.1. Glosario 87
4.2. Talleres con Actores 89
4.3. Minutas reuniones (septiembre a diciembre) 111
Videoconferencia por IMPAC 4 con Nivel Central 111
Reunión con SEREMI entrante 111
Reunión OPA con Servicios Públicos 112
II Mesa Técnica 112
4.4. Cotizaciones 114

1. Antecedentes

El Ministerio de Medio Ambiente - Subsecretaría del Medio Ambiente, a través de la Secretaría Regional Ministerial de Medio Ambiente de la Región de Coquimbo, contrata los servicios de la consultora como persona natural para desarrollar el trabajo "Levantar iniciativas de conservación marina en la región de Coquimbo y Organizar el 4° Congreso Internacional de Áreas Marinas Protegidas" a través de la Licitación N° 612228-4-LE16 de la Subsecretaría del Medio Ambiente.

1.1.Objetivos

OBJETIVO GENERAL

Levantar una iniciativa de conservación marina para la zona Norte de la Región y coordinar el 4° Congreso Internacional de Áreas Marinas Protegidas (IMPAC4 por sus siglas en ingles) que se realizara en la Región de Coquimbo el año 2017.

OBJETIVO ESPECIFICO 1

Definir y validar en conjunto con los actores relevantes, una propuesta de conservación marina que considere como alternativas, todos los instrumentos de conservación y manejo disponibles en el ordenamiento jurídico nacional.

OBJETIVO ESPECIFICO 2

Realizar las coordinaciones necesarias para la realización del IMPAC 4 que se llevara a cabo el año 2017 en la Región de Coquimbo.

1.2. Informes

Los informes solicitados y sus contenidos se listan a continuación:

Informe o producto	Plazo de entrega	Contenidos
I INFORME DE AVANCE	60 días de emitida la resolución que aprueba contrato (o día hábil siguiente)	1)Propuesta de metodología para actualización general del área y fuentes alternativas de información a consultar 2)Propuesta de metodología para actualización de actores claves, las fuentes de información a consultar y establecer los criterios de selección y categorización de actores 3)La agenda de trabajo para la implementación de acciones de difusión, producción y financiamiento contenidas en la Hoja de Ruta y Plan de Trabajo 2016-207 del IMPAC 4 4) Minutas ejecutivas de las reuniones realizadas y acuerdos alcanzados junto con medios de verificación.
II INFORME DE AVANCE	120 días de emitida la resolución que	1) Diagnostico general del área considerando aspectos economicos, sociales, ambientales, culturales, de

Informe o producto	Plazo de entrega	Contenidos
	aprueba contrato (o día hábil siguiente)	planificacion territorial y areas relevantes para la conservacion 2) Mapa parlante de usos actuales y proyectados en el área de estudio 3) Mapa de actores claves considerando aspectos de influencia/dependencia, percepción/conocimiento, preferencia/aversion respecto a las alternativas y formas de conservación 4) Mapa parlante con las zonas de conflicto de uso e intereses y de predisposición/aversion a medidas de conservación/protección 5) Mapa de actores públicos y privados a contactar y los avances en los compromisos de apoyo obtenidos para la difusión, producción y financiamiento del 4° IMPAC, acompañado de los medios de verificación 6) Minutas ejecutivas de las reuniones realizadas y acuerdos alcanzados junto con medios de verificación 7) Propuesta preliminar de estrategia participativa para la conservación marina en la zona de estudio.
INFORME FINAL	180 días de emitida la resolución que aprueba contrato (o día hábil siguiente)	1) Propuesta de conservación marina para la zona de estudio, validada con los actores relevantes, la que debe contener. Diagnóstico del área, mapa parlante de usos, mapa de actores claves, mapa parlante de zonas de conflicto y estrategia participativa para la conservación marina. 2) Acciones para abordar posibles dificultades para la creación e implementación de medidas de conservación 3) Informe de gestión con los resultados de la implementación de la agenda de trabajo validada junto con recomendaciones de gestión para la continuidad en el año 2017. 4) Minutas ejecutivas de las reuniones realizadas y acuerdos alcanzados junto con medios de verificación

Se presenta a continuación el Informe Final con los contenidos y productos elaborados.

2. Contenidos por objetivo

2.1. Objetivo n°1:

2.1.1. Propuesta de Conservación Marina para la zona de estudio.

2.1.1.1. Contexto:

La propuesta que se desarrolla a continuación ha sido elaborada en función de tres insumos:

- Las reuniones y talleres realizados con las organizaciones de pescadores artesanales de la comuna de La Higuera, región de Coquimbo.

- Las mesas técnicas convocadas por la SEREMI de Medio Ambiente de la región de Coquimbo, donde asisten los servicios públicos competentes al tema en la región.

- Información secundaria recopilada de diversas fuentes.

2.1.1.2. Metodología:

Para la elaboración de la Propuesta de Conservación Marina para la zona de estudio que se presenta, se revisaron: fuentes públicas, trabajos científicos y se capturó información más precisa de los usos actuales en los talleres con las organizaciones de pesca artesanal de la comuna.

Por lo anterior, el enfoque y alcance de los productos solicitados: diagnóstico general, mapa parlante de usos, mapa de actores clave, mapa parlante de zonas de conflicto y estrategia participativa; están contextualizados en las posibilidades de ampliar y/o mejorar las condiciones para la conservación marina en la zona.

Como se menciona en el Informe de Avance n°2 de esta consultoría, fue necesario aplicar el enfoque deductivo para ajustar el área de estudio en el caso del maritorio, debido a la extensión de los usos actuales que realiza la pesca artesanal, la zona de influencia costera (mar-tierra) y a la consideración de factores ecosistémicos que trascienden a la comuna de La Higuera como unidad territorial administrativa.

2.1.1.3. Productos

i) Diagnostico general del área:
a-. Área de estudio:

La extensión del área de estudio se muestra en la siguiente figura:



Fig. 1. Área de estudio.

En términos administrativos, el área de estudio en territorio corresponde a la comuna de La Higuera y a la parte norte de la comuna de La Serena, en específico al borde costero del sector El Arrayán hasta Punta Poroto.

En cuanto al maritorio, corresponde a un polígono en la costa frente a los sectores terrestres mencionados de un ancho aproximado de 15 millas náuticas proyectadas hacia el oeste, y 37 millas náuticas de largo en el eje norte-sur.

La extensión hacia el sur de la comuna de La Higuera, se explica principalmente por lo usos actuales y futuros en el sector de las organizaciones de la pesca artesanal (OPA) de la Higuera (ver fig. 8 e ítems de este capítulo).

Para fines de la consultoría, solo se cita información secundaria general del área de estudio, ya que se han realizado diversos informes e investigaciones exhaustivas de la zona; además, de la información que se registra en las planificaciones comunales (ver Bibliografía). Respecto a la información primaria obtenida del trabajo con las organizaciones de la pesca artesanal, se va cruzando con información secundaria para dar una precisión actualizada desde los sectores que serían parte de la propuesta de conservación marina. En todo caso, en el Informe de Avance n°2 y en los Anexos de este Informe Final se entregan de manera detallada la información primaria de cada taller realizado (Anexo 4.2.).

b-. Aspectos generales:

Comuna de La Higuera:

La comuna de la Higuera fue fundada el 22 de diciembre de 1842; se ubica en el extremo norte de la Región de Coquimbo, provincia de Elqui, y se caracteriza por ir de cordillera a mar siendo la única con esa característica en la región y la segunda con mayor superficie luego de Vicuña, con 4.158 km^2. Su borde costero comprende una extensión de 70 kilómetros ((DTS), 2008).

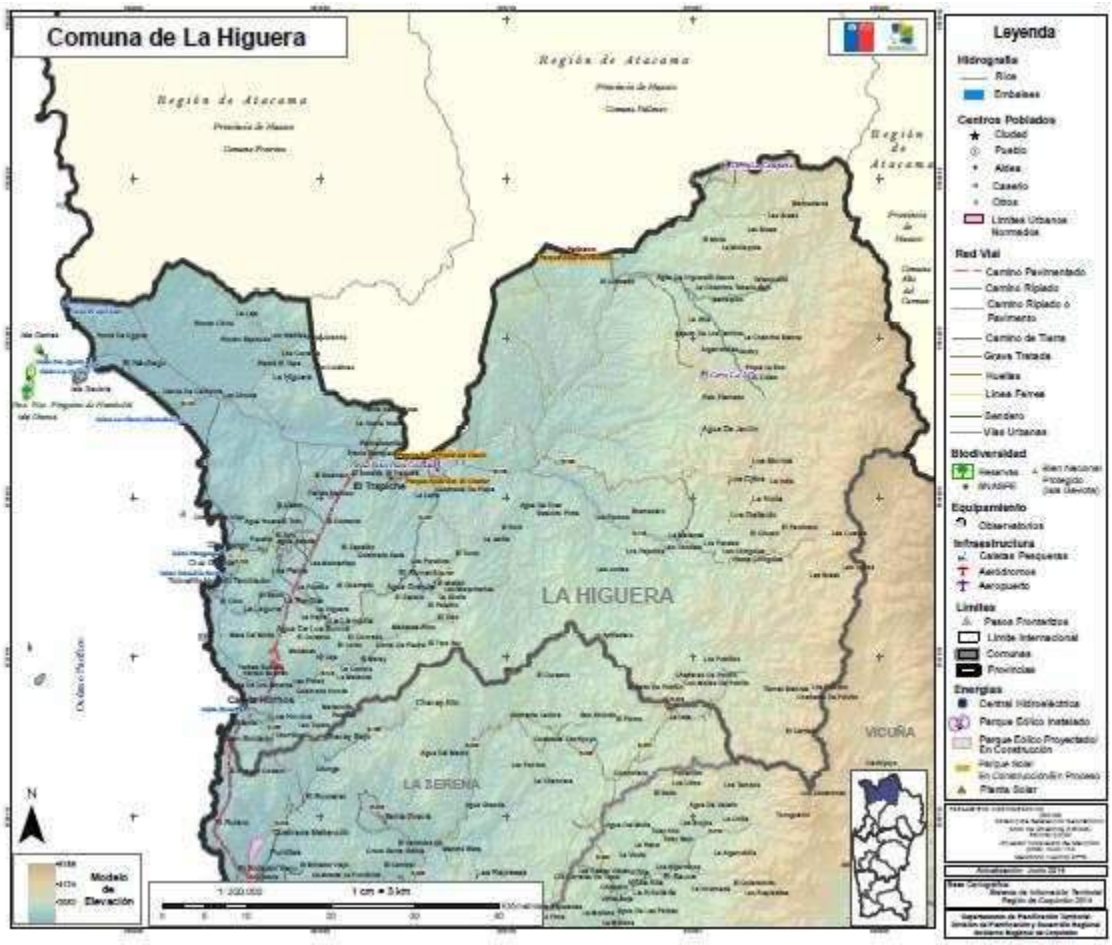


Fig. 2. Mapa General de la comuna de La Higuera (Gobierno Regional).

Tabla 1: Datos generales de la comuna de La Higuera

Datos Generales de comuna de La Higuera				
Territorio	**Superficie total:**	4.158 km^2	**Extensión costera:**	
Localidades	**Mediterráneas:**	Punta Colorada, El Trapiche, Los Choros, La Higuera (capital comunal), Quebrada	**Costeras:**	Punta de Choros, , Chungungo, Totoralillo Norte, Caleta Hornos

		Honda, Llanos Los Hornos, Los Morros						
Población	**Población total:**	3.721 **4.622**		**Distribución por sexo**	Hombres: 2.084 / **2.766** Mujeres: 1.637/ **1.856**			
	Distribución por localidad (2002):	La Higuera	1.080	Los Choros	224	El Trapiche	327	
		Caleta Hornos	585	Punta Choros	325	Resto de la comuna	666	
		Chungungo	265	Punta Colorada	249			
	Población rural (casen 2011):	53%		**Distribución etárea**	Tramo	2002	2015	
					0-14	1.000	**954**	
					15-29	839	**1.051**	
	Tasa natalidad (2013):	15,7 %			30-44	895	**928**	
					45-64	680	**1.214**	
					65 y +	307	**475**	
Indicadores sociales	**Distribución por educación formal recibida (2011):**	Analfabetismo: 11% Básica completa: 19,25 % Media completa: 17,92% Superior completa: 2,23%		**Pobreza CASEN[1]:**	2011: 37,07 %		2013: 23,25 %	
				Índice Desarrollo Humano	2003:193		2012:264	
Indicadores económicos	**N° de empresas según tipo:**	Micro	177	**Población ec. Activa. (2011)**				43,5%
		Pequeña	27	**Ocupados (2006)**				93%
		Sin ventas	26	**Ingreso Prom. Autónomo (2006)**				$633.061

En negrita: proyección INE 2015. Fuentes: http://reportescomunales.bcn.cl/2015/index.php/La_Higuera, ((INE), Instituto Nacional de Estadísticas, 2005), ((BCN), 2008), (Zuñiga, 2014),

Para la caracterización comunal se revisaron diversas fuentes oficiales de información; si bien el Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO) es reciente (periodo 2014-2017), se cuenta sólo con información estadística correspondiente al Censo de población del año 2002, debido a la invalidez del Censo 2012 y algunas proyecciones que ha hecho el Instituto Nacional de Estadísticas (INE). El PreCenso 2016, sólo consigna el dato de 2.672 viviendas en la comuna.

Esto no es menor, porque en términos objetivos, no existe información veraz de la comuna actualizada.

Respecto a los indicadores más de corte social, existe una aproximación desde la Encuesta de Caracterización Socioeconómica (CASEN) 2013, considerando el cambio metodológico que ajustó los parámetros respecto a la medición de la pobreza. Se incluye además la mirada holística que entrega la metodología de Índice de Desarrollo Humano (IDH) del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y Ministerio de Desarrollo y Planificación del Gobierno de Chile, 2004).

En cuanto a planificación, la comuna cuenta con su PLADECO vigente (Zuñiga, 2014), donde se definen algunas proyecciones respecto al desarrollo de La Higuera, además se analiza el Plan de

[1] Casen 2011-2013, metodología SAE (ver archivos electrónicos).

Desarrollo Turístico (PLADETUR) que se establece el año 2008, no existiendo hasta la fecha una actualización del mismo ((DTS), 2008).

Sector El Arrayán, Comuna de La Serena:

Este sector, que hasta hace 5 años estaba despoblado, se ubica al norte de la comuna de la Serena entre el kilómetro 490 y el límite con la comuna de La Higuera en la Quebrada Juan Soldado. Su extensión en territorio se traslapa con una zona de interés para la conservación por la biodiversidad de flora y fauna existente, siendo consignado como Sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad "Punta Teatinos-Caleta de Hornos/Sector costero al norte de La Serena" [2] .

Actualmente esta zona ha sido parcelada y vendida a particulares, hoy cuenta con alrededor de 1000 parcelaciones y se estima que habitan alrededor de 180 familias permanentemente que se ubican mayoritariamente al oeste de la carretera 5 norte. Al menos cuatro inmobiliarias siguen loteando y vendiendo parcelas en la zona, especialmente hacia el sector que colinda con el mar.

c-. Aspectos sociales:

La población de la comuna de La Higuera se distribuye en varias localidades dispersas, con una mayor distribución en la capital comunal "La Higuera" y en "Caleta Los Hornos", el 53% de la población se clasifica como rural.

Su población presenta un alto analfabetismo (alrededor del 11 %), con una oferta educacional municipal baja, sin existencia de educación media en la comuna, provocando un desplazamiento de estudiantes a La Serena y Coquimbo.

Existen problemas de conectividad y mantención de caminos en una comuna muy extensa, una sensación de aumento de la drogadicción y alcoholismo, el 23,3% de sus habitantes se encuentra en situación de pobreza (Encuesta CASEN 2013). Por otra parte el Índice de Desarrollo Humano (IDH) elaborado por el programa de Naciones Unidas (PNUD) el 2003 ubica a la comuna de la Higuera en el lugar 193 en el ranking nacional de 341 comunas en total; y el año 2012 en el lugar 264 y en donde las dimensiones de educación e ingresos se sitúan en un índice muy bajo, 329 y 203 respectivamente (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y Ministerio de Desarrollo y Planificación del Gobierno de Chile, 2004)

Dentro de la realidad de los hogares en la comuna y los índices relacionados a caracterizar la situación de pobreza, el número de hogares con mujeres jefas de hogar fue disminuyendo en el tramo 2003-2011:

[2] En Listado de sitios prioritarios afectos a Ley 19.300 art. 11 literal d (Ord n° 100143/2010/SEA, ver archivos electrónicos).

Pobreza en las Personas	2003	2006	2009	2011	% según Territorio (2011)		
					Comuna	Región	País
Hogares con mujeres jefas de hogar	210	321	441	182	14,80	43,00	38,80

Fig. 3: Evolución hogares con mujeres jefas de hogar (Fuente CASEN 2011).

Ingresos Promedios	2003	2006	2009	Territorio (2011)		
				Comuna	Región	País
Ingreso Autonomo en $	271.070	358.840	435.301	633.061	594.041	782.953
Subsidio Monetario en $	11.579	12.053	32.159	20.366	19.597	17.321
Ingreso Monetario en $	282.650	370.893	467.459	653.428	613.638	800.274

Fig. 4: Evolución ingresos promedio en comuna por tipo.

El ingreso promedio autónomo al año 2011, se encontraba en $633.061.

Respecto a los servicios básicos, las localidades se abastecen a través de Comités de Agua Potable Rural (APR), con sistemas de desalinización en las localidades de Chungungo y Caleta Los Hornos, el resto con pozos. La mayoría de las localidades poseen abastecimiento de luz eléctrica, excepto Totoralillo norte.

En el caso del Sector del Arrayán, comuna de La Serena, es un sector 100% rural con parcelaciones de 5.000 m^2 cuadrados, que no posee agua potable ni alcantarillado, tampoco servicio de luz eléctrica. La mayoría de las familias se abastece de agua con camiones aljibe de la Municipalidad, se proporciona luz eléctrica con generadores a combustible (bencina o petróleo); sólo algunas familias se abastecen de luz con energías renovables como solar o eólica. Sus soluciones sanitarias son a través de fosas o pozos negros (com. pers., 2016)[3].

d) Localidades costeras:

Los Hornos: Localidad junto a la ruta 5 norte, en donde se encuentra la caleta Los Hornos que alberga a una población aproximada de 585 personas (Censo 2002), que se caracteriza por su vocación pesquera artesanal con 5 organizaciones que reúnen a 140 socios. Posteriormente su desarrollo depende de la cercanía a la carretera. En cuanto a servicios básicos tiene red eléctrica, alcantarillado, agua potable a través de desalación, una escuela y una posta médica, además de una delegación municipal. Se ubican varios locales que ofrecen alimentación y hospedaje a viajeros; también restaurantes.

En sus cercanías se encuentran Playa La Despensa con su sistema dunario, y Playa Caleta Hornos. Frente a su costa se ubican las islas Pájaros 1 y Pájaros 2.

[3] Comunicación personal de vecinos del Sector Arrayán Costero.

Totoralillo Norte: Localidad al norte de Los Hornos, donde se ubica el Sindicato de Totoralillo Norte con 34 socios, existe un asentamiento irregular en terrenos fiscales, que se mantiene constantemente con problemas con bienes nacionales por la ocupación. No posee servicios de ningún tipo y la mayoría no habita en el sector. Entre Caleta Hornos y Totoralillo Norte se encuentra isla Tilgo y en la misma localidad los islotes de Totoralillo. Posee una playa local y su accesibilidad es bastante compleja.

Caleta Chungungo: Localidad que se origina por el Mineral el Tofo, se encuentran junto a ella los restos de la población de Cruz Grande y también la antigua Dársena del Puerto Cruz Grande donde se embarcaba el mineral. Actualmente, existen 4 organizaciones de la pesca artesanal que reúnen a 80 socios aproximadamente, muchos pertenecen a dos organizaciones a la vez. No poseen caleta y se ubica la playa Cruz Grande. Al sur de Chungungo se ubica la Playa Temblador de acceso privado; al norte el islote Chungungo, que se caracteriza por la presencia de este mamífero marino.

El acceso a Totoralillo Norte y al poblado de Chungungo, es de bischofita y bastante sinuoso.

Los Choros: Localidad que se ubica a unos 10 km de la costa, su origen es preincaico de los indios Changos, luego vino la ocupación hispana en 1726, donde se le bautizó como San José de Los Choros. Es un caserío con alrededor de 250 habitantes, dedicado a la explotación de olivos y es el centro de la actividad de los comuneros de la Comunidad Agrícola Los Choros. Sin embargo, también algunos comuneros son recolectores de orilla y pertenecen a la Asociación Gremial de Pescadores y Mariscadores de Los Choros y a la Cooperativa Pesquera de Los Choros (aproximadamente 50 socios).

El pueblo tiene atractivos históricos como su arquitectura colonial, restos de una planta de minerales y los huertos de olivos centenarios. Recientemente, se ha convertido en un lugar interesante del punto de vista turístico, en donde se realiza la "Fiesta de la Aceituna" como actividad turística en vacaciones de invierno.

Posee una escuela básica, jardín infantil y posta; están conectados a la red eléctrica y poseen agua potable rural, pero no poseen alcantarillado. El acceso desde la ruta 5 norte está comenzando a pavimentarse, y hacia Punta de Choros es de bischofita, actualmente de estado regular.

La Quebrada de Los Choros pasa junto al pueblo y da origen al Humedal de La Boca, las napas abastecen la agricultura, olivicultura y el agua potable rural.

Punta de Choros: Esta localidad que alberga dos caletas y una organización de Pescadores artesanales con alrededor de 150 socios, se origina como resultados de sucesivos asentamientos de pescadores que se ubican dentro de los terrenos de la Comunidad Agrícola Los Choros, con la cual mantienen una tensa convivencia.

Habitan en ella alrededor de 300 personas, aunque la mayor parte del año sólo unas pocas familias se quedan, en su mayoría son los hombres que se dedican a las labores extractivas de recursos del mar los que permanecen.

Durante la época estival y los fines de semana largo se reactiva el poblado, con sus innumerables hospedajes (cabañas, camping, casas en arriendo) y sitios de alimentación para turistas, debido a que frente a sus costas se ubican la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt y la Reserva Marina Choros-Damas. También se ubica frente a sus costas la Isla Gaviota y los Islotes Apolillado, que junto a su extensión de más de 10 kilómetros de playas en su mayoría de arena, sistemas dunarios y humedal lo transforma en un destino turístico muy visitado. En términos estadísticos esto se puede visualizar a través de las cifras oficiales de CONAF para el año 2016, que registran 54.636 turistas (extranjeros y chilenos) que visitaron la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt (Corporacion Nacional Forestal (CONAF), 2017).

Existe una posta y una escuela básica, poseen red eléctrica y agua potable rural, actualmente ya cuenta con alcantarillado. Se ubica en el sector costero una oficina de CONAF que administra la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt en su porción correspondiente a la región de Coquimbo (Isla Choros y Damas); también existe un retén de carabineros.

No existe mayor información de caracterización social hasta la fecha, excepto las fuentes citadas[4] .

e-. Aspectos económicos:

La Higuera, es una comuna reconocida como eminentemente minera, debido a su pasado con el desarrollo del Mineral El Tofo. Sin embargo, actualmente su población obtiene ingresos económicos desde diversos sectores.

De la población económicamente activa (43,5% de la pob. total) el año 2011 había 1374 ocupados. Según censo 2002, los ocupados se distribuían en los siguientes tipos de empleo:

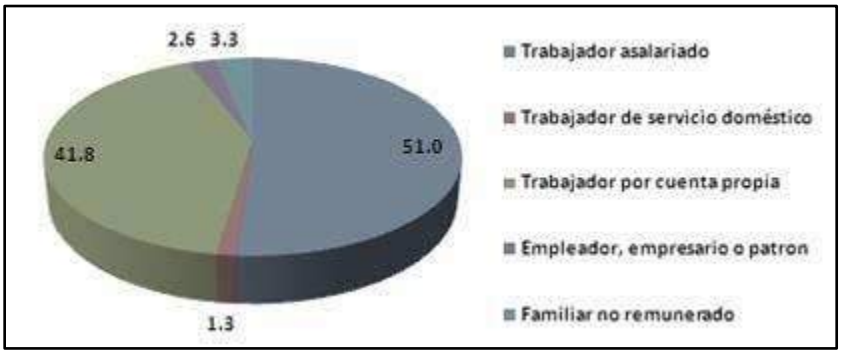


Fig. 5: Distribución de ocupados en tipos de empleo.

[4] (Zuñiga, 2014), ((DTS), 2008), ((BCN), 2008), ((INE), Instituto Nacional de Estadísticas, 2005), (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y Ministerio de Desarrollo y Planificación del Gobierno de Chile, 2004), (OCEANA, 2011).

Y los empleos se distribuyen según sector como sigue:

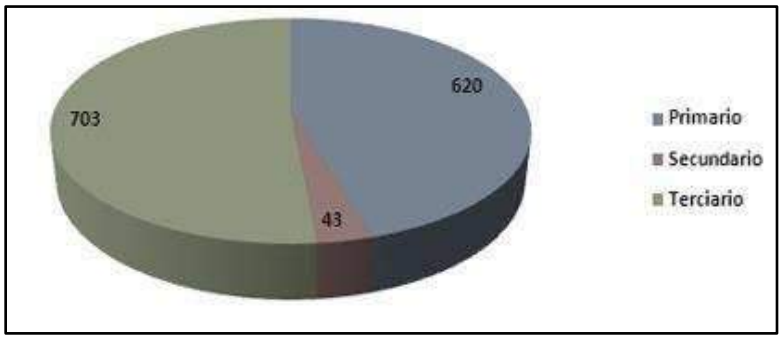


Fig. 6: Distribución de empleo según sector productivo.

Los trabajadores cuenta propia se dedican principalmente actividades del sector primario: pesca, criancería, olivicultura, cultivo de flores y pequeña minería. Y respecto a los trabajadores asalariados, principalmente al sector de servicios: comercio, turismo, construcción y transporte principalmente.

Respecto al desarrollo de empresas, alrededor de 230 existirían en la comuna según INE 2015, de las cuales 177 serían microempresas y 27 pequeñas empresas. Y se distribuirían según rama entre el sector de servicios y el sector primario ((BCN), 2008).

Turismo:

Su entorno natural, ha permitido el desarrollo de una actividad turística creciente pero desordenada. Esta actividad se avisora fundamental para la comuna inclusive dentro de la planificación comunal si es que se desarrollara con mayor participación del territorio y sus habitantes ((DTS), 2008).

Este documento de planificación aún vigente, ya que no se ha actualizado, entrega información de calidad de la comuna en general y del desarrollo del turismo. A modo de síntesis y para la finalidad de este trabajo, se presentan a continuación las tablas que incluyen los principales atractivos, los tipos de turismo y actividades relacionadas, y los servicios asociados; ordenado por área según su desarrollo actual o potencial.

Tabla 2: Áreas de explotación actual o de desarrollo a corto plazo ((DTS), 2008)**:**

Área	Tipo de atractivo	Atractivo	Tipo de atractivo	Atractivo	Tipo de atractivo	Atractivo
Los Choros-Punta de Choros	Naturales	Playa Los Choros	Culturales	Pueblo Los Choros	Actividades	Fiesta de San José
		Playa Las Conchas		Pueblo Punta de Choros		Fiesta de la Aceituna
		Playa Las Barrancas		Prod. Olivícola		Rodeo de Burros
		Playa La Ventana		Artesanía		Observación de flora

Folio011184

		Playa Las Tacas		Área de Conchales		Observación de fauna
		Humedal		Cementerio Indígena		Pesca recreativa
		R.N. Pingüino de Humboldt		Colección lítica		Buceo asistido
		Colonia de Delfines		Monolito del Itata		
		Guanacos		Producción caprina		
		Dunas		Gastronomía		
		Isla Gaviota				

Tipos de Turismo		Actividades	Servicios requeridos	
Predominante	Turismo ecológico	Observación fauna (delfines, ballenas, aves, guanacos)	Turísticos	Alojamiento
		Observación geológica (formación de dunas)		Alimentación
		Visita R.N. Pingüino de Humboldt		Transporte terrestre
Complementario	De Sol y playa	Asoleamiento		Transporte náutico
		Actividades de playa		Guía local
		Pesca Recreativa		Guía temático
	Deportivo	Buceo		Gestión del destino
	Agroturismo	Obs. Producción olivilícola		Escuela de actividades subacuáticas
		Obs. Actividad caprina		Información e Interpretación turística
	Cultural	Visita poblado típico	Complementarios	Comunicaciones e Internet
		Obs. arqueológica		Comercio
		Obs. Hechos históricos		Seguridad
	De tradiciones	Fiesta de la Aceituna		Autoridad Marítima
		Obs. Rodeo de burros		
		Gastronomía		
		Fiesta religiosa		
		Artesanía		

Área	Tipo de atractivo	Atractivo	Tipo de atractivo	Atractivo	Tipo de atractivo	Atractivo
Caleta Los Hornos- El Maray	Naturales	Playa Caleta Los Hornos	Culturales	Iglesia de El Maray	Actividades	Fiesta de San Pedro
		Playa La Despensa		Poblado Quebrada Honda		
		Quebrada Honda		Artesanía en conchas		Encuentro gastronómico
		El Maray		Producción caprina		
		Bosque El Maray		Gastronomía		Fiesta el Maray
		Desierto Florido				

Tipos de Turismo		Actividades	Servicios requeridos	
Predominant	Agroturismo	Obs. Actividad caprina	Turísticos	Alojamiento
	De	Gastronomía		Alimentación

	tradiciones			Transporte terrestre
Complementario	De Sol y playa	Asoleamiento		Transporte náutico
	Deportivo	Pesca recreativa		Guía local
	Ecoturismo	Obs. De paisaje		Gestión del destino
		Observación flora y fauna		Información e Interpretación turística
	Cultural	Visita poblado típico	Complementarios	Comunicaciones e Internet
	De tradiciones	Fiesta religiosa		
		Artesanía		Seguridad
	Aventura	Cabalgatas		Comercio

Tabla 3: Áreas de explotación potencial o desarrollo mediano plazo

Área	Tipo de atractivo	Atractivo	Tipo de atractivo	Atractivo	Tipo de atractivo	Atractivo
Totoralillo Norte-Chungungo	Naturales	Playa El Temblador	Culturales	Poblado Chungungo	Actividades	Fiesta religiosa
		Playa Cruz Grande		Pueblo Cruz Grande		

Tipos de Turismo		Actividades	Servicios requeridos	
Predominante	Cultural	Obs. De Hitos de la Minería Comunal	Turísticos	Alojamiento
		Obs. De Fiestas y Actividades Típicas		Alimentación
				Transporte terrestre
Complementario	De Sol y playa	Asoleamiento		Transporte náutico
		Pesca recreativa		Guía local
		Actividades de playa		Información e Interpretación turística
	Ecoturismo	Obs. De Chungungo	Complementario	Comunicaciones e Internet
		Observación flora y desierto florido		Comercio
				Seguridad

Área	Tipo de atractivo	Atractivo	Tipo de atractivo	Atractivo	Tipo de atractivo	Atractivo
La Higuera	Naturales	Desierto Florido	Culturales	Planta Los Molles	Actividades	Fiesta religiosa
				Antiguo Túnel		
				Actividad Minera		
				Camino El Sarco		

Tipos de Turismo		Actividades	Servicios requeridos	
Predominante	Cultural	Obs. De Hitos de la Minería Comunal	Turísticos	Alojamiento
		Obs. De Fiestas y Actividades Típicas		Alimentación
				Transporte terrestre

Folio011186

				Guía Local
Complementario				Información e Interpretación turística
	Ecoturismo	Observación flora y desierto florido	Complementarios	Comercio
				Seguridad
				Comunicaciones-Internet

Área	Tipo de atractivo	Atractivo	Tipo de atractivo	Atractivo	Tipo de atractivo	Atractivo
El Tofo	Naturales	Condensación por neblina	Culturales	Restos campamento El Tofo	Actividades	Fiesta ex tofinos
				Restos de atrapaniebla		

Tipos de Turismo		Actividades	Servicios requeridos	
Predominante	Cultural	Obs. De Hitos de la Minería Comunal	Turísticos	Guía Local
		Obs. De captadores de niebla		Información e Interpretación turística

Tabla 4: Áreas de explotación de eventual o de desarrollo a largo plazo

Área	Tipo de atractivo	Atractivo	Tipo de atractivo	Atractivo	Tipo de atractivo	Atractivo
El Trapiche-Punta Colorada	Naturales	----------	Culturales	Iglesia de Sta. Rita	Actividades	Fiesta Sta. Rita
				Iglesia de Padre Hurtado		
				Producción típica		Fiesta Padre Hurtado
				Ex Estación FFCC		

Tipos de Turismo		Actividades	Servicios requeridos	
Predominante	Cultural	Obs. De Hitos de la Minería Comunal	Turísticos	Guía Local
		Obs. De captadores de niebla		Información e Interpretación turística

Complementario	Ecoturismo	Sendero de Chile (Circuito turístico descrito en Pladetur que consta de dos microtramos y que recoge un proyecto de Sendero de Chile y CONAMA en la comuna, que conecta atributos naturales entre las localidades de Pta de Choros, Los Choros, Punta Colorada, Tres Cruces, Los Pajaritos y Condoriaco)		Alimentación		

Área	**Tipo de atractivo**	**Atractivo**	**Tipo de atractivo**	**Atractivo**	**Tipo de atractivo**	**Atractivo**
Los Morros	**Naturales**	Loro-Tricahue	**Culturales**	Iglesia de Los Morros Petroglifo	**Actividades**	_____

Tipos de Turismo		**Actividades**		**Servicios requeridos**
Predominante	Cultural	Obs. Arqueológica	**Turísticos**	Guía Local
Complementario	Ecoturismo	Obs. De Loros Tricahue		Alimentación Alojamiento Información e Interpretación turística

Área	**Tipo de atractivo**	**Atractivo**	**Tipo de atractivo**	**Atractivo**	**Tipo de atractivo**	**Atractivo**
Los Pajaritos	**Naturales**	Loro-Tricahue	**Culturales**	Petroglifo	**Actividades**	_____

Tipos de Turismo		**Actividades**		**Servicios requeridos**
Predominante	Cultural	Obs. Arqueológica	**Turísticos**	Guía Local
Complement	Ecoturismo	Obs. De Loros Tricahue Sendero de Chile (Circuito		Alimentación Alojamiento

		turístico descrito en Pladetur que consta de dos microtramos y que recoge un proyecto de Sendero de Chile y CONAMA en la comuna, que conecta atributos naturales entre las localidades de Pta de Choros, Los Choros, Punta Colorada, Tres Cruces, Los Pajaritos y Condoriaco)		Información e Interpretación turística		
Área	**Tipo de atractivo**	**Atractivo**	**Tipo de atractivo**	**Atractivo**	**Tipo de atractivo**	**Atractivo**
Observatorio Cerro La Silla	**Naturales**	_____	**Culturales**	Obs. Astronómico	**Actividades**	_____
Tipos de Turismo		**Actividades**		**Servicios requeridos**		
Predominante	Cultural	Obs. e Instalaciones Astronómicas Observación nocturna del cielo	**Turísticos**	Guía Local		

Fuente: ((DTS), 2008).

Para las comunidades costeras con las que se trabajó, y para el Municipio; los atractivos turísticos están siendo aprovechados por operadores y agencias de turismo externos a la comuna. Existe una sensación de que no hay inversión pública ni capacitación para que los atractivos sean aprovechados por los habitantes de la comuna, más allá de quienes ofrecen servicios turísticos en Punta de Choros.

En los talleres que se realizaron se nombran varios de estos atractivos y actividades (Anexo 4.2.).

Pesca Artesanal:

Respecto al rubro pesca artesanal, una de las actividades económicas más importantes de la comuna en su sector costero, ha generado el desarrollo desigual de 7 caletas pesqueras, con 14 organizaciones sindicales, asociaciones gremiales y organizaciones comunitarias, de las cuales 6 se agrupan además en una Federación Comunal. Aproximadamente el 15% de los pescadores artesanales de la región operan en la comuna de La Higuera. Entre sus principales recursos pesqueros se destacan: loco, lapa, macha, algas y almeja; asimismo, es la primera en cosecha de locos a nivel regional y la segunda a nivel nacional (Zuñiga, 2014). La comuna tiene una cultura pesquera dada la importancia de la actividad en la economía hasta el día de hoy, ocupando alrededor de 600 personas.

Tabla 5: Listado de organizaciones por caleta en la comuna de La Higuera

N°	Nombre Organización (abreviado)	Caleta desde donde opera	N° de socios
1	A.G. Punta de Choros	Los Corrales/San Agustín	150
2	A.G. Los Choros	Los Corrales	54
3	A.G Chungungo	Chungungo	50
4	STIPA La Cruz de Chungungo		
5	Organización de Buzos Mariscadores Los Castillo de Chungungo		
6	STIPA Caleta Chungungo		15
7	STIPA Totoralillo Norte	Totoralillo Norte	34
8	A.G. Caleta Hornos	Caleta Hornos	50
9	STIPA N° 1 Caleta Hornos		32
10	Agrupación Funcional de Caleta Hornos		22
11	Agrupación de Trabajadores Independientes del Mar de Caleta Hornos (ATICH)		15
12	Agrupación de Mujeres Independientes de Caleta Hornos		20
13	Cooperativa Pesquera Los Choros	Los Choros	15
14	Federación de Pescadores de La Higuera	Todas (6 organizaciones)	
15	Organización Funcional de Pescadores Unidos de La Higuera	Choreadero (AMERB machas, 5 organizaciones)	

Fuente: (Sernapesca com. pers. 2016)[5], (Oceana, 2013) y elaboración propia en base a visitas a terreno.



CALETAS
1.- Punta de Choros A (San Agustín)
2.- Punta Choros B (Los Corrales)
3.- Los Choros (Choreadero)
4.- Chungungo
5.- Totoralillo Norte
6.- Los Hornos
7.- El Apolillado*

Fuente: D.S. N° 240 DEL 03 DE AGOSTO DE 1998, MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL, SUBSECRETARIA DE PESCA. * D.S. N° 237 del 14 de agosto de 2009

Fig. 7: Caletas pesqueras de la comuna , Fuente: (Zuñiga, 2014)**.**

Las caletas han observado un desarrollo muy inequitativo, por ejemplo hoy Caleta Los Hornos cuenta con una infraestructura portuaria nueva y que brinda espacios para el desarrollo de la pesca artesanal de sus 5 organizaciones, aunque aún se encuentra sin administración, existe un acuerdo entre las organizaciones para compartir el espacio. También se perfila el desarrollo del incipiente turismo de naturaleza.

[5] Comunicación Personal de Gerardo Cerda, profesional SERNAPESCA, Región de Coquimbo.

Caleta Los Corrales y San Agustín, albergan hace unos años una infraestructura también desarrollada para fines pesqueros y un turismo que se va consolidando pero con aumento descontrolado asociado a las reservas marinas y terrestres. En Caleta Corrales existe además una Planta de Procesamiento de Recursos Hidrobiológicos, y actualmente, alberga no sólo las embarcaciones pertenecientes a la AG Punta de Choros, sino también a las 12 embarcaciones de AG. Los Choros, con los consecuentes conflictos diarios.

Totoralillo Norte posee un varadero de embarcaciones, pero que aún no cumple con todas las expectativas de los usuarios del sector, además hay problemas de ocupación ilegal de terrenos fiscales con tomas y construcción de viviendas asociadas a las actividades productivas.

Caleta Chungungo no cuenta con infraestructura portuaria, queja constante de las 4 organizaciones que operan desde ese sector.

Choreadero no posee infraestructura y tampoco existen las condiciones para ese desarrollo.

Caleta Apolillado tiene una Planta de Procesos en vías de implementación y un proyecto ya aprobado en su prefactibilidad para desarrollo de infraestructura portuaria para AG Los Choros ((OCEANA, 2011) y com. pers, 2016[6]).

Existen actualmente 17 Áreas de Manejo y Extracción de Recursos Bentónicos (AMERBs) vigentes administradas en convenio de uso por las organizaciones de pescadores de la comuna. Una de ellas se administra a través de una figura que reúne a 5 organizaciones (Funcional La Higuera). Hay dos solicitudes pendientes (Hornos C y Ensenada Arrayan) y dos organizaciones que no tienen solicitudes ingresadas ni AMERB en convenio (Funcional Caleta Hornos y STIPA Los Castillo). ATICH participa de la AMERB de la Funcional de La Higuera.

Tabla 6: Situación AMERB comuna de la Higuera:

OPA	Nombre AMERB	Fecha decreto	Situación
A.G. Los Choros	Apolillado	2002	Vigente Pendiente ampliación
	Choreadero (machas)	1996	Vigente
A.G. Punta de Choros	Isla Choros	2004	Vigente
	Punta de Choros	1998	Vigente
Funcional La Higuera	Los Choros (machas)	1998	Vigente y 5 organizaciones
STIPA La Cruz	La Peña	2012	Vigente
STIPA Caleta Chungungo	Chungungo Sector D	2002	Vigente
	Chungungo Sector E	2006	Vigente
	Temblador	2012	
A.G. Chungungo	Chungungo Sector C	2006	

[6] Información de caletas fue complementada con las conversaciones con dirigentes en las visitas a terreno.

	Chungungo Sector A	2000	Vigente
STIPA Totoralillo Norte	Totoralillo Norte Sector B	1999	
	Totoralillo Norte Sector A	1999	Vigente
	Totoralillo Norte Sector C	2002	
A.G. Caleta Hornos	Hornos Sector B	2001	
	Hornos	1997	Vigente
	Hornos Sector C (Isla Tilgo)	2007 solicita	pendiente
STIPA N°1 Caleta Hornos	Las Minitas	2001	Vigente
	Ensenada Arrayan	2004	pendiente
ATICH	Morro Grueso	2009	pendiente

Fuente: www.subpesca.cl/

Ante este panorama de ocupación del territorio, las áreas históricas o Áreas Libres (ALAS) disponibles son escasas para la actividad pesquera artesanal. Los socios de las organizaciones en los talleres realizados, mencionan que las AMERBs, si bien son importantes, sólo les permiten extraer una vez al año en el caso de los recursos loco y lapa; por lo que existan espacios libres para poder "cachurear" como mencionan ellos, les permite "darse vuelta" especialmente en época invernal y más aún en el caso de las organizaciones que no poseen convenio de uso de AMERB.

En el caso de las AMERB del recurso Macha, que son dos en Bahía Choros, una exclusiva de AG Los Choros y la otra bajo la figura de una asociación de organizaciones; la temporada de extracción es de varios meses al año. De hecho actualmente, estas organizaciones que tienen además sus propias AMERB en sus sectores, son las que mejor se encuentran en términos económicos.

Mención aparte es la realidad que tiene la organización A.G. Punta de Choros, ya que además de mantener con convenio de uso dos AMERB, una de las cuales se sitúa alrededor de la Isla Choros; ejercen casi en exclusividad el paseo en bote a los turistas que visitan la RNPH y la RM Choros-Damas, obteniendo altas ganancias en época estival y fines de semana largo.



Fig. 8: AMERB y ALAS en zona de estudio. En verde las AMERB vigentes y en amarillo las pendientes, en rojo las ALAS.

Para las organizaciones que no tienen convenio de uso de AMERB, hay una condición de más desprotección en su actividad, porque a lo que más pueden aspirar es a trabajar prestando servicios como buzos al 25 o 30% como mucho de la cuota que se extrae en las AMERB. Lo anterior, en el caso de los buzos con Registro pesquero artesanal (RPA), recurso inscrito y con posibilidades físicas de ejercer; para los mayores y los sin papeles, el panorama es mucho más complejo.

Otra realidad es la que viven los socios de las organizaciones que se dedican a la pesca como tal, ya sea como una actividad exclusiva o complementaria a sus otros recursos inscritos o habilidades (buzo, recolector). Los lugares de pesca, llamados por ellos "caladeros" se encuentran en diversos puntos del maritorio del área de estudio. Y al no ser asignados con exclusividad enfrentan conflictos con pescadores de otros lugares de la región o con las lanchas industriales que realizan actividades de pesca de arrastre del recurso camarón nylon y langostino; además de las de pesca con cerco. Los caladeros se encuentran en diversas zonas frente a las costas de la zona de estudio, donde extraen: cojinoba, robalo, palometa, congrio,

lenguado, corvina, jibia, merluza, jurel, blanquillo, cascajo, cabaña, sierra, jerguilla (Talleres con Organizaciones de Pesca Artesanal de comuna de La Higuera, Anexo 4.2)

Tabla 7: Caladeros de pesca y áreas libres (ALAs)

Uso	Lugar
Caladeros de pesca	Desde sur de Isla Choros a Punta de Teatinos, 5 millas náuticas asignadas a pesca artesanal.
ALAs	Islas Pájaros 1 y 2/ Isla Chungungo/Bajo El Toro/ Isla Tilgo o "Trigo"/Islotes Poroto Sector costa continental: Ramadilla, El Perro, frente a sector El Arrayán, El León

Fuente: Talleres con OPA (anexo 4.2.)

Algunas de las organizaciones están probando con iniciativas de acuicultura a pequeña escala dentro de sus AMERB, de recursos como piure, alga parda huiro flotador o canutillo, ostión del norte. La Universidad Católica del Norte apoya a las organizaciones y se está trabajando con Subsecretaría de Pesca para regularizar las concesiones de acuicultura. Esto supone un gran desafío para diversificar la actividad, ya que la cultura tradicional del pescador/buzo/recolector, es de extracción, por lo que lo más probable es que sólo algunos avancen en este sentido.

La ATICH (agrupación de trabajadores independientes de Caleta Hornos), tiene un emprendimiento de rutas de turismo de intereses especiales, que comprende viajes en bote y caminatas a atractivos naturales y culturales de la zona. Y casi todas las organizaciones tienen la intención de explorar el turismo pero se quejan de que no hay inversión y capacitación al respecto que pueda orientar a los socios que desean diversificar su actividad pesquera extractiva.

Por otra parte, existe una cantidad indeterminada de pescadores que están en condiciones de ilegalidad y que operan en la comuna, ya sea contratados por los gremios en época de cosecha de AMERB, haciendo robos furtivos en las mismas áreas y operando también en áreas libres. Pueden ser de la comuna o fuera de ella (Fuente: Talleres con OPA, anexo 4.2).

Finalmente, existe la perforación de la pesca de arrastre industrial dentro de la zona de 5 millas asignadas para operación de la pesca artesanal, que es permitida por 5 años según resolución[7] y se decide en el Consejo Zonal de Pesca que corresponde a las regiones de Atacama y Coquimbo.

Acuicultura:

A su vez, según información del sitio www.subpesca.cl y comunicaciones con funcionarios de SERNAPESCA, la situación de la ocupación del maritorio respecto a las concesiones de Acuicultura es la siguiente:

[7] Resolución Exenta n° 2420 (12-09-12014) "Autoriza transitoriamente actividad pesquera de naves de titulares de licencias transables de pesca y autorizaciones de pesca en área de reserva artesanal que indica de la IV región de Coquimbo". Subsecretaria de Pesca y Acuicultura. MINECOM (anexo electrónico).

Hay proyectos de acuicultura de pequeña escala en AMERB de Punta de Choros, Los Choros, Chungungo y Caleta Hornos que están en trámite (Piure, ostión, alga parda).

Frente a Totoralillo Norte existen 6 Concesiones de Acuicultura otorgadas y 1 con Proyecto Técnico Aprobado, para recurso Ostión del Norte y Ostra del Pacífico; la mayoría de privados y 1 del STIPA Totoralillo Norte. Al norte y sur de Isla Tilgo existen dos solicitudes en trámite para salmonicultura. Y finalmente al sur de Caleta Hornos dos solicitudes en trámite para cultivo de dorado (***Seriola lalandi***).

Actividades portuarias:

Además de las caletas de Los Hornos, Totoralillo Norte, Corrales y San Agustín, se encuentran los restos de la Dársena de Cruz Grande dentro del área de estudio. Las embarcaciones de la pesca artesanal operan esta infraestructura y las que utilizan los servicios públicos como CONAF, Sernapesca y la Autoridad Marítima.

Actualmente se encuentra aprobado el proyecto Puerto Cruz Grande, que se construiría en Cruz Grande, localidad de Chungungo para transporte de minerales (Ver Tabla 8).

Proyectos de Inversión:

En la siguiente tabla se mencionan los proyectos de inversión que se someten al Sistema de Evaluación Ambiental y que se ubican el área de estudio:

Tabla 8: Proyectos de Inversión que se someten al SEA según estado, rubro y monto de inversión.

Nombre del proyecto /Titular	Rubro/ n°RCA/Fecha	Monto de Inversión (MMU$)	Estado
Puerto Cruz Grande/ Compañía Minera del Pacífico	Portuario-Minero /RCA n°10/ 30-01-2015	250 MMU$	EIA Aprobado
Centro de Cultivo de Abalones/ Ocean Matters S.A:	Acuicultura/RCA n°69/18-03-2009	6 MMU$	EIA Aprobado
Dominga/Andes Iron	Portuario-Minero	2.500 MMU$	EIA En Calificación
Parque Solar Pirita	Energía Renovable	161 MMU$	EIA En Calificación
Centro de Cultivo de Abalón Japonés Cruz Grande/ Comercial Panamericana S.A.	Acuicultura/RCa n°13/ 21-01-2003	3 MMU$	DIA Aprobado
Cultivo Intensivo Estanques de Abalón Japonés/ Acuícola Chungungo	Acuicultura/RCA n°27/ 04-02-2003	2,82 MMU$	DIA Aprobado
Cultivo Ostión del Norte Totoralillo Norte/ Carlos Brieba	Acuicultura/ RCA n° 50/ 11-02-2008	0,084 MMU$	DIA Aprobado
Cultivo Ostión del Norte/Juan Allendes	Acuicultura/RCA n° 35/ 30-01-2008	0,15 MMU$	DIA Aprobado
Centro Cultivo Salmones/ Trusal S.A.	Acuicultura/RCA n° 139/19-11-2003	0,35 MMU$	DIA Aprobado
Cultivo Ostión del Norte y Ostra del Pacífico/ Luis Pangue	Acuicultura/RCA n° 17/ 01-02-2005	0,08 MMU$	DIA Aprobado

Ostión del Norte, Mitílidos y Macrocystis sp/ Sindicato de trabajadores Independientes, Pescadores Artesanales Totoralillo Norte	Acuicultura/N°63/12-06-2013	0,25 MMU$	DIA Aprobado
Parque Eólico Punta Colorada/ Laura Emery	Energía Renovable/ RCAn° 186/ 30-10-2007	19,5 MMU$	DIA Aprobado
Ampliación Eólico Punta Colorada/ Barrick Chile Generación S.A.	Energía Renovable/RCA n° 303/ 17-09-2008	70 MMU$	DIA Aprobado
Central Termoeléctrica Punta Colorada/ Barrick Chile Generación Ltda.	Energía/RCA n° 111/ 26-06-2007	50 MMU$	DIA Aprobado
Prospección Dominga/Andes IRON	Minero/RCA n° 90/14-07-2011	30 MMU$	DIA Aprobado
Proyecto Minero Resguardo/ Geomilenium SpA	Minero/RCAn°55/ 25-05-2013	7,5 MMU$	DIA Aprobado
Prospección Minera Mescalero/ Soc. Contractual Minera Rock Exploration	Minero/RCA n° 58/04-06-2012	0,37 MMU$	DIA Aprobado
Prospección Minera Las Posadas /Global Hunter Chile Ltda.	Minero/ RCA n° 4/04-01-2008	0,65 MMU$	DIA Aprobado
Proyecto Minero Manto de Agua Grande/ EXPLODESA	Minero/RCAn° 126/ 22-11-2004		DIA Aprobado
Proyecto Mol/ Jorge Cárdenas E.I.R.L.	Minero/RCA n°54/23-05-2012	8 MMU$	DIA Aprobado
Prospección Minera La Higuera/Minera Peregrine	Minero/ RCA n° 78/29-07-2005	0,45 MMU$	DIA Aprobado
Recuperación Industrial de Minerales de Hierro desde Acopios Y Rodados El Tofo/	Minero/RCA n° 44/ 28-04-2004	1,62 MMU$	DIA Aprobado
Relleno Sanitario La Higuera-Punta Colorada/ Municipalidad de La Higuera	Sanitario/RCA n° 60/ 11-03-2009	0 MMU$	DIA Aprobado
Plan General de Administración de Reserva Marina Choros-Damas	Ambiental/RCA n°5/07-10-2010	0 MMU$	DIA Aprobado
Proyecto Loteo Villa Canadá-Chungungo-la Higuera/ Comité de Adelanto Villa Canadá	Vivienda/ RCA n°89/ 25-04-2002	0 MMU$	DIA Aprobado

A continuación, para efectos del estudio, se muestran la ubicación de proyectos de inversión que han sometido sus Estudios de Evaluación Ambiental al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental en la zona de estudio (SEIA).



Fig.9: Ubicación Proyectos EIA en la zona de estudio. En amarillo los EIA en calificación y en verde claro los aprobados.

f-. Aspectos culturales:

Existe presencia de vestigios de ocupaciones prehispánicas de las culturas camanchaca o changa en todo el territorio (conchales, cementerios, entierros, industrias líticas) la cual es reconocida por los pescadores como su origen y que existe aún conexión con su actual forma de vida; también se han encontrado vestigios de la cultura Animas (alfarería). Posteriormente, de la ocupación colonial española aún se conservan edificaciones, de hecho sectores como El Maray y el pueblo de Los Choros, fundado como San José, con olivares centenarios, casonas e iglesias son testimonio de aquella historia.

Otro hito histórico se situó frente a sus costas, el Naufragio del Vapor Itata a principios del siglo XX, barco que se relacionaba con el transporte de personal al Mineral del Tofo en Chungungo y que zozobró frente al poblado de Los Choros, donde existe un recordatorio y que es conmemorado todos los años en Semana Santa.

A propósito del Mineral de El Tofo, la comuna de La Higuera es reconocida históricamente como minera, su auge se desarrolló entre los años 1855 y 1880. La actividad minera fue predominante en su economía, con el primer ferrocarril eléctrico, registrando un pasado que genera nostalgia en algunos de sus habitantes, como el bienestar social que existió en el pasado y que mantuvo a más de 10.000 habitantes en ella. Hoy en día, los mudos testimonios de esta esplendorosa época son la Dársena y muelle en Chungungo; y los escoriales que se visualizan en el acceso norte al pueblo de La Higuera, además de innumerables túneles subterráneos que cruzan el poblado.

En los años 70 además se perdió parte del territorio al norte de la comuna siendo anexado a la región de Atacama ((DTS), 2008).

En la costa la cultura asociada a la extracción de recursos del mar, y las actividades turísticas de sol y playa, marcan la temporalidad de la producción y el turismo. Eso sí, localidades como Caleta Hornos mencionan que algunas Fiestas que se realizaban se han ido perdiendo como la "Fiesta Caletina" y la "Fiesta del loco".

Por otra parte, la cultura asociada al criancero se manifiesta a través de las familias que se dedican a esta actividad de crianza de cabras y de burros. Como subproductos en el caso del ganado caprino venden: leche, queso y quesillo de cabra, además de la carne fresca de los animales. Si bien la mayoría de los crianceros mantiene rutas y corrales para la alimentación a campo abierto, tienen su hogar estable en los poblados. Respecto a los burros, es una tradición que se comparte con las localidades cercanas tanto dentro como fuera de la comuna; en el pueblo de Los Choros han sido declarados como patrimonio, siendo fácil verlos desplazarse libremente en busca de agua y comida por el territorio y los poblados. En primavera, entre los meses de octubre y noviembre se realiza el "Rodeo de Burros", que se ha ido transformando en una fiesta conocida más allá de las fronteras de Los Choros y de Carrizalillo en el caso de la región de Atacama. Es la ocasión en Los Choros, la actividad la organiza el Club de Huasos, donde se reúnen los ganaderos con sus manadas, que recorren kilómetros reuniendo a sus animales y los encierran en espacios comunes, donde son contados, marcados y también se sacrifican algunos para fabricar subproductos como el salchichón de burro, y otros ((DTS), 2008) y com. pers. 2016[8])

El naufragio del "Lynch", buque de transporte hundido en la primera mitad del siglo XX, que se encuentra entre Punta Zorro y los islotes Apolillado, se ha convertido también en un atractivo destino para el buceo deportivo o turístico.

Además, el eje Los Choros-Punta de Choros por la presencia de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt y la Reserva Marina Choros-Damas se ha convertido en un destino de turismo no solo nacional sino también internacional, que es una oportunidad para la cultura "changa" como ellos la llaman, de mostrarse y transformar en recursos económicos adicionales.

g-. Aspectos de planificación territorial:

El Plan Regulador Comunal, que es el documento normativo que rige la urbanización, actualmente se encuentra para firma de resolución por Intendente[9]. Por lo que actualmente, el único instrumento normativo de la comuna es el Dcto. N° 17/1978 del MINVU[10], que establece los límites urbanos de Caleta Los Hornos, claramente sobrepasado e insuficiente.

Además, la comuna es parte del Plan Regulador Intercomunal de la provincia de Elqui, instrumento que después de varios años está a punto de ser ratificado por la Contraloría

[8] Comunicaciones personales con habitantes del poblado de Los Choros durante las visitas a terreno.
[9] Fuente: Seguimiento Instrumentos Planificación Territorial MINVU.
[10] Ver anexos electrónicos

General de la República, luego ya de ser aprobado en segunda instancia por el Consejo Regional. Este instrumento y el Plan Regulador Comunal deben dialogar en sus zonificaciones.

Sin embargo, en la actualidad la situación de la comuna es que no cuenta con un instrumento de planificación de carácter normativo actualizado.

Finalmente, respecto de los instrumentos estratégicos, se revisó la Zonificación de Usos del Borde Costero de la región de Coquimbo, en su escala regional, comunal y de microzonificación; que va complejizando la ocupación proyectada del territorio del borde costero.

Por lo anterior, en los mapas parlante de usos y zonas de conflicto, desde la información secundaria, solo se indicará cuáles son los usos actuales reconocidos, las áreas proyectadas y el análisis de usos futuros con los posibles conflictos.

Por otra parte, los asentamientos humanos de las localidades de Punta de Choros, Los Choros, Chungungo, Totoralillo Norte y Caleta Hornos, con sus respectivas expansiones residenciales y de parcelaciones que actualmente son de segunda vivienda para el esparcimiento, se están desarrollando sin planificación estratégica. Lo anterior, implicará una presión a los ecosistemas circundantes y a la Municipalidad por la disposición de servicios básicos (recolección de basura y disposición de basura, agua, luz, alcantarillado).

Vale la pena mencionar además, que al sur de la comuna de La Higuera por la costa, en la comuna de La Serena; se ubican las parcelaciones del sector El Arrayan que se han ido expandiendo con la consecuente construcción de viviendas sin servicios básicos, con la práctica recurrente de arrasar con la vegetación y fauna existente para construir, salvo contadas excepciones, sin respeto a la biodiversidad y vestigios culturales. Dicha ocupación, que se sitúa en el sector costero colindante a las actividades de la pesca artesanal, puede generar conflictos en el futuro.

h-. Aspectos ambientales y Áreas relevantes para la conservación:

Es una zona de la región que destaca por los servicios ecosistémicos que brinda, dada la confluencia de características geográficas, oceanográficas y climáticas únicas.

Para fines de este informe, se destacan las características ambientales de la zona costera.

Como menciona Oceana (2011), el área de estudio se sitúa en una zona semiárida, con escasas e irregulares precipitaciones. El clima se define como estepario cálido y nuboso en el litoral, sometido al Anticiclón del Pacífico que es interrumpido ocasionalmente por el patrón climático de El Niño-Oscilación Sur (ENOS). La zona costera terrestre, geomorfológicamente se caracteriza por la presencia de la cordillera de la costa que en la zona entre el Arrayan Costero en la comuna de la Serena por el sur hasta la localidad de Chungungo aproximadamente por el norte, se acerca al borde costero y la presencia de la vaguada costera (niebla o camanchaca) aporta humedad generando un microclima que permite la existencia de vegetación nativa y

endémica adaptada a dicha condición, que a su vez, alberga fauna característica que depende de este tipo de ecosistemas.

Por lo anterior, es posible en años con lluvias e irradiación solar suficientes, apreciar el fenómeno del desierto florido con presencia de especies vegetales efímeras.

Squeo et. al (2001), indica la presencia de 324 plantas vasculares nativas, y sólo entre Puente Juan Soldado y Punta de Choros está el 73% de la flora endémica de Chile (Cavieres LA, 2001); existen descritos 8 especies de reptiles todas en estado vulnerable.

Las islas también albergan especies terrestres de importancia ecológica, sólo en la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt (Islas Chañaral, Choros y Damas), el 28% de las especies de flora presentan problemas de conservación.

El ecosistema dunario es un hábitat de importancia, y tan sólo en las dunas de Los Choros donde también se ubica el humedal de La Boca hay al menos 17 especies de mamíferos, de las cuales 6 son micromamíferos (zorro culpeo, chilla, guanaco, cururo), más de 100 especies de aves y 8 de reptiles. Los hábitats de importancia ecológica serían: el complejo de dunas de Playa Los Choros y el Humedal de Los Choros; y el sitio prioritario Punta Teatinos-Caleta Hornos. Este último se extiende hacia la comuna de La Serena en el sector de El Arrayán, esta zona alberga flora nativa y en especial el lucumillo (***Myrcianthes coquimbensis***), arbusto endémico de la región de Coquimbo y que se encuentra en peligro de extinción.

En el maritorio, la predominancia de los vientos en la costa es Sur-Suroeste (S-Sw) con máximos en primavera, los que a su vez favorecen los fenómenos de surgencia costera, que se intensifica en la zona de estudio que presenta un archipiélago compuesto por las islas: Choros, Damas, Gaviota, Tilgo, Pájaros 1 y Pájaros 2; y los islotes: Apolillado, Bajo El Toro, Chungungo, Totoralillo y Poroto.

El área de estudio se sitúa dentro del sistema de la Bahía Grande de Coquimbo, con bahías pequeñas (Punta de Choros, Chungungo, Caleta Hornos) y una franja litoral que varía de metros a kilómetros por la presencia de la cordillera de la costa. A continuación, la plataforma continental también varía en su pendiente y extensión, pudiendo encontrar profundidades de 30 metros varios kilómetros hacia el oeste al sur, como abruptos cortes con profundidades de 80 metros a escasos metros de las islas más grandes al norte.

Este sector de la costa de la IV Región es parte de la región de transición templada del Sistema de la Corriente de Humboldt, y una de las tres áreas más importantes de surgencia costera (afloramiento) del centro-norte de Chile. Los afloramientos se caracterizan por aguas frías altamente productivas de fito y zooplancton, lo que permite el desarrollo de tramas tróficas complejas con grupos de invertebrados y macroalgas bentónicas, peces de forrajeo, tiburones y mamíferos marinos de envergadura como ballenas jorobadas, de aleta y azul; además de aves que nidifican en las islas alejadas del disturbio humano. Varias de estas especies son

importantes en términos económicos y otras tantas se encuentran amenazadas en términos de su conservación y están protegidas.

Asimismo, la conformación de la zona alberga una diversidad de hábitats de importancia ecológica. Se han registrado entre 352 a 560 especies marinas en el área de estudio, y se definen 112 especies y 12 hábitats de importancia ecológica como objetos de conservación marino-costero (OCEANA, 2011).

Tabla 9: Especies de importancia ecológica en maritorio.

Grupo	N°
Fitoplancton	6
Zooplancton	15
Bentos (Invertebrados-Macroalgas)	19
Peces	24
Aves Marinas	40
Mamíferos Marinos	8
Total	112

Tabla 10: Hábitats de importancia ecológica en maritorio.

Tipo de hábitat	Sectorización
Zonas de alta producción planctónica (HPP) Hábitat esencial para el funcionamiento de la cadena trófica y con especies endémicas para la zona centro-norte (Zooplancton) y especies amenazadas (Krill).	Zona eufótica de toda el área, con focos de abundancia al sur de islas Choros-Damas hasta Coquimbo y aumento de la biomasa desde el sur dentro de esa área.
Hábitats de macroalgas (HMA) Algas pardas: zonas de alta diversidad, protección y crianza para invertebrados y con regulación de explotación por Subpesca.	Intermareal: Playas de sustratos duros de todas las islas e islotes, y entre Pta. Choros y Los Choros, al norte y sur de Chungungo, y entre Las minitas e Isla Tilgo. Submareal: Principalmente entre el noroeste y sureste de las islas Chañaral y Damas-Choros y isla Pájaros grande en profundidades hasta 30 m
Hábitats de especies de forraje (HEF) Pelagos: La anchoveta es un elemento fundamental de la cadena trófica como presa para aves, mamíferos y peces (incluyendo los tiburones) y por otro lado es un recurso pesquero importante. El área alberga tanto adultos y un stock desovante como zonas de reclutamiento. Intermareal: Garantizan la fuente alimenticia de una gran diversidad de invertebrados, entre ellos especies de	2 zonas: a)Franja costera hasta los 10 m de todo el área, especialmente el sector entre isla Chañaral e islas Choros-Damas y entre Barrancones y Caleta Hornos; b) los alrededores de islas Pájaros. Intermareal: Playa "La Damita" en el sector N-W de la isla Damas, playas de arena de islas Damas

importancia pesquera como decápodos anomuros (jaibas).	
Hábitats de bio-ingenieros (HBI) Los bio-ingenieros aumentan la biodiversidad y en el área se caracterizan por la presencia de Gorgónidos, corales considerados como vulnerables a nivel mundial.	Principalmente entre el noroeste y sureste de las islas Chañaral y Damas-Choros y isla Pájaros grande en profundidades entre 30 hasta 80m.
Hábitats de recursos bentónicos (HBR) Los gasterópodos como la lapa negra (*Fissurella latimarginata*), lapa rosada (*Fissurella cumingi*) y Lapa reina (*Fissurella maxima*) poseen un alto valor económico para la pesca artesanal del área El langostino amarillo (*Cervimunida johni*) y el camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) representan una fuente alimenticia importante para aves y mamíferos marinos, además son recursos pesqueros importantes de la zona.	Intermareal: Hábitat de gasterópodos y crustáceos; en gran parte sobrepuesto o mixto con los hábitats de macroalgas. Submareal: Fondos arenosos de la bahía Grande de Coquimbo con focos de abundancia entre islas Chañaral y Pájaros.
Hábitats críticos de peces (HCP) Anchoveta y tiburones. Los tiburones cumplan un papel importante dentro de las cadenas tróficas, son considerados de alta importancia ecológica y son especies amenazadas a nivel mundial.	2 zonas: a) Franja costera hasta los 10 m equivalente a la extensión del hábitat de la anchoveta; b) el sector hacia el océano entre el noreste de isla Chañaral hacia el noreste de islas Pájaros.
Hábitats críticos de Aves Marinas (HAM) Pingüino de Humboldt, Yunco y Piquero Zonas de reproducción más grandes en la zona centronorte. Especies endémicas del SCH y en estado vulnerable.	Toda el área como zona de alimentación con mayor abundancia de nidos del pingüino del Humboldt en isla Chañaral, del piquero y del Yunco en isla Choros e islas Pájaros.
Hábitats críticos de mamíferos marinos (HMM) Especies vulnerables, amenazadas o en peligro de extinción. Hábitat de alimentación y de reposo de ballenas (4 especies), cachalotes (3 especies), delfines (9 especies), lobos marinos (2 especies), elefante marino y chungungo.	Delfín nariz de botella: Isla Chañaral hasta isla Choros y zona de alimentación y reposo de ballenas: Todo el área con mayor frecuencia de avistamientos alrededor de isla Chañaral (ballenas), islas Choros-Damas (delfines), lobos marinos (islas Pájaros).

Fuente: (OCEANA, 2011).

Por su biodiversidad marina y terrestre, el área de estudio se ha destacado como un sector de importancia para la conservación a nivel nacional e internacional. Al norte de la comuna se encuentra declarada la Reserva Marina Islas Choros-Damas desde el año 2005 que protege 3778 hectáreas y a una milla alrededor de las islas del mismo nombre[11]; y parte de la Reserva Nacional

[11] Decreto n° 151/2005 del MINECOM (ver anexos electrónicos).

Pingüino de Humboldt[12], declarada en 1990 en la porción terrestre de las mismas islas más Isla Chañaral en la región de Atacama, que en 859,3 hectáreas, albergan diversas especies de mamíferos marinos y terrestres, aves, moluscos, equinodermos y peces, flora y reptiles, muchos de ellos con problemas de conservación.

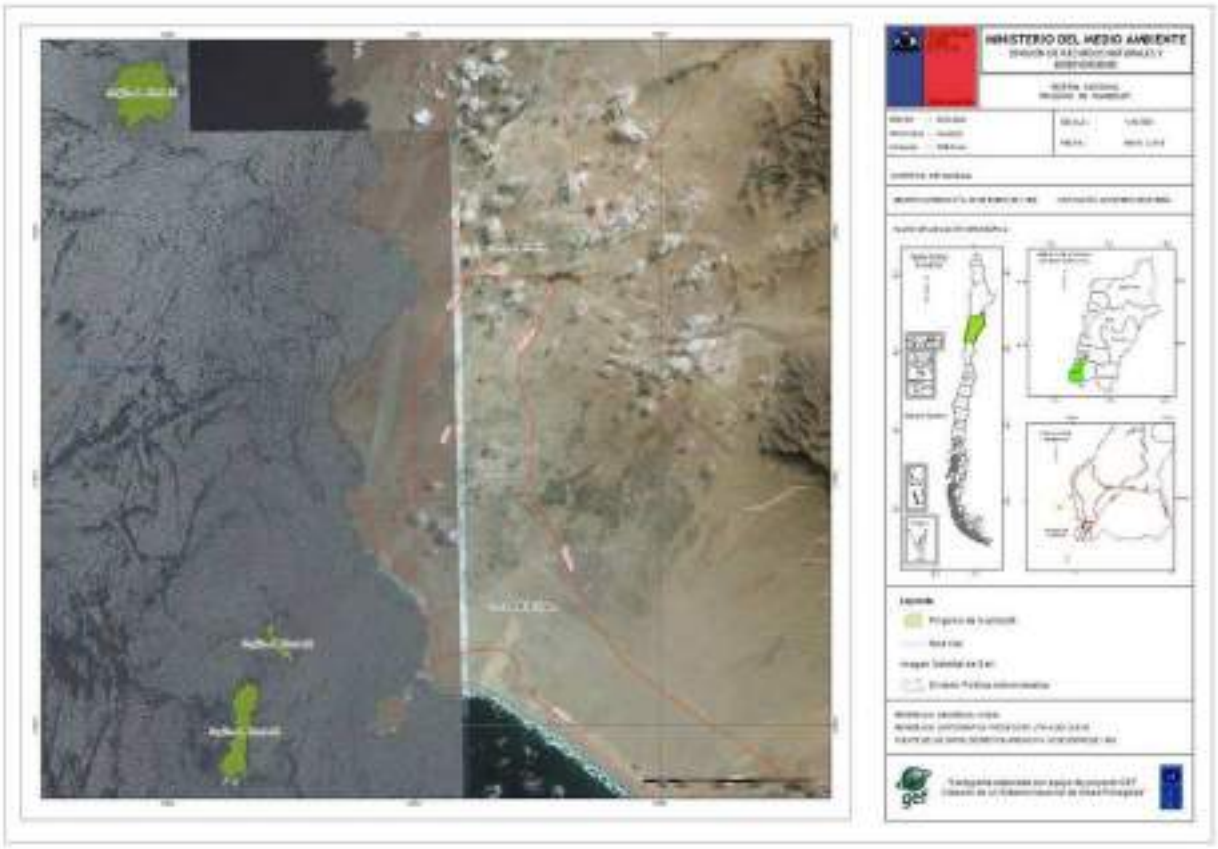


Fig.10: Mapa de ubicación de Reserva Nacional Pingüino de Humboldt (Fuente: http://www.bndrnap.mma.gob.cl)

[12] Decreto n° 4/1990 del Ministerio de Minería (ver anexos electrónicos).

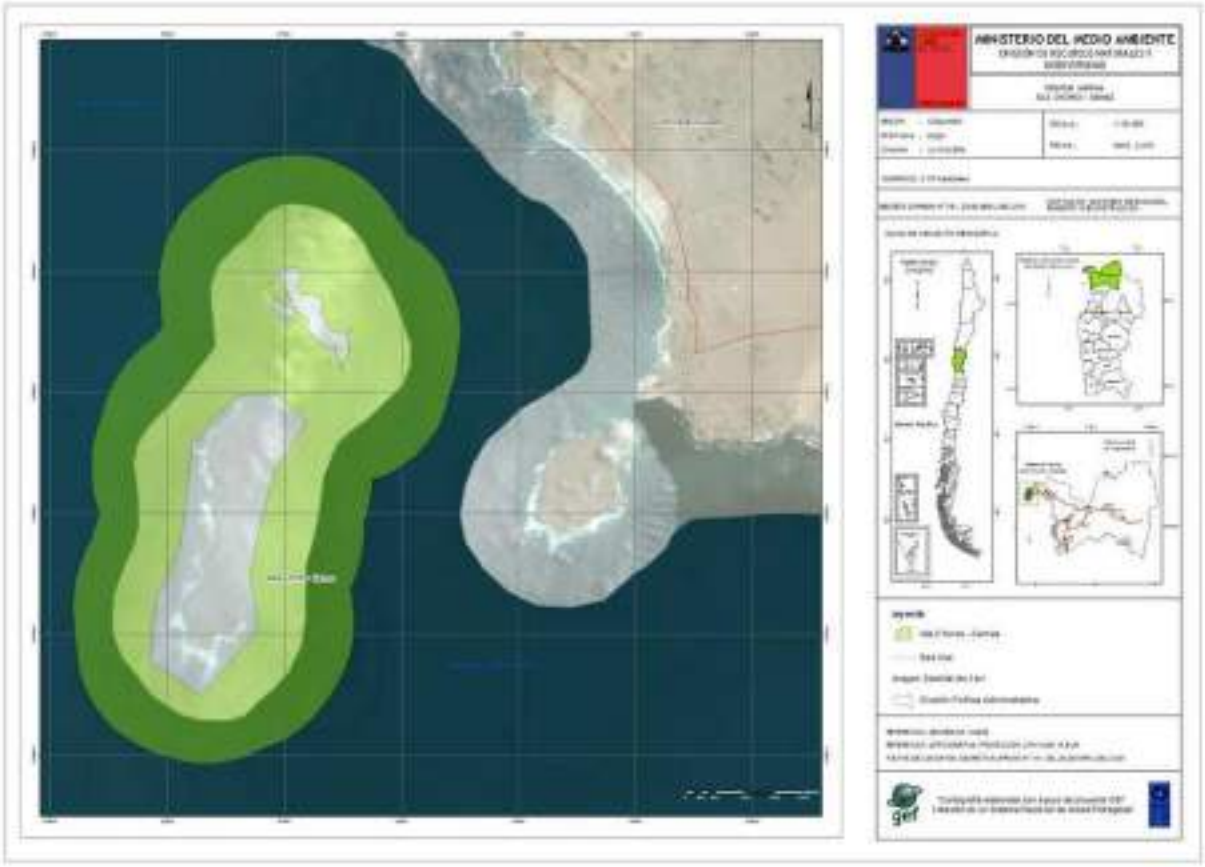


Fig.11: Mapa de ubicación de Reserva Marina Choros-Damas (Fuente: http://www.bndrnap.mma.gob.cl)

Asimismo, se han definido al alero de la Estrategia de Biodiversidad de la Región de Coquimbo, como se menciona anteriormente, dos sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad en el área de estudio: en el sur de la comuna de La Higuera y norte de la comuna de La Serena se ha definido el Sitio Prioritario "Punta Teatinos-Caleta Hornos/ sector costero al Norte de La Serena", que abarca alrededor de 12.000 hectáreas terrestres; y el Sitio Prioritario Reserva Marina Punta Choros con 2.000 hectáreas terrestres en las islas (Choros, Damas y Gaviota) y en el borde costero entre Punta Zorro y Bahía Choros (Fuente: http://bdrnap.mma.gob.cl), (Squeo & G Arancio & Lohengrin, 2001).



Fig.12: Mapa de ubicación de Sitio Prioritario Punta Teatinos-Caleta Hornos/Sector costero al norte de La Serena (Fuente: http://www.bndrnap.mma.gob.cl)

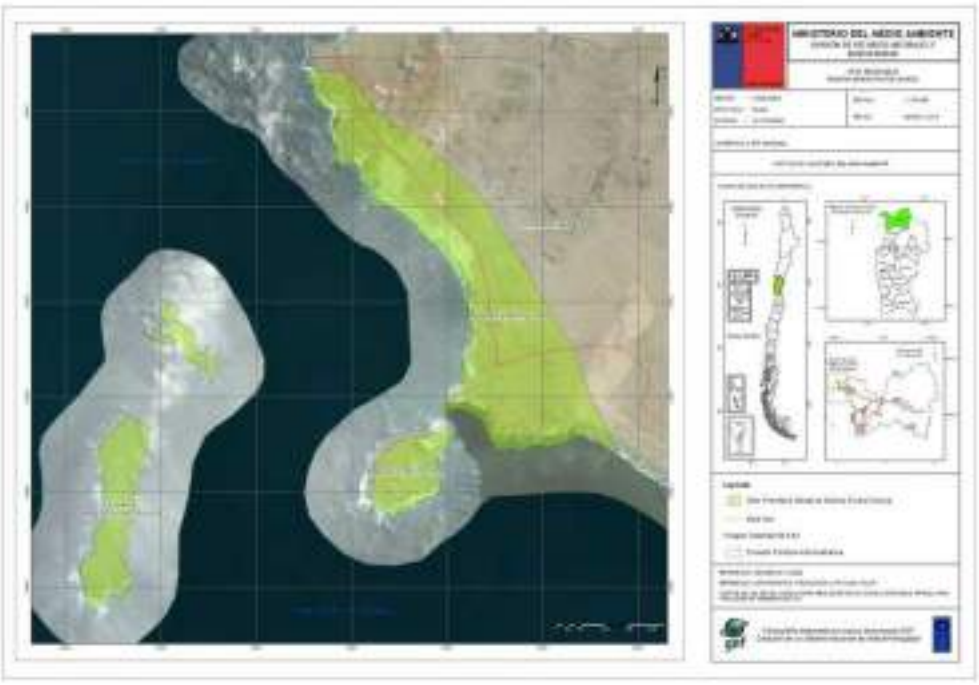


Fig. 13: Mapa de ubicación de Sitio Prioritario Reserva Marina Punta Choros (Fuente: http://www.bndrnap.mma.gob.cl)

Cabe destacar, que en el año 2009 el Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA) y la Corporación Nacional Forestal (CONAF), denominaron como Sitio Prioritario para declaración de AMCP-MU gran parte del maritorio y borde costero de la comuna.



Fig.14: Mapa propuesta de conservación SERNAPESCA-CONAF (Fuente: Oceana, 2011)

Luego, en el año 2011, la ONG OCEANA presentó a la institucionalidad ambiental, una propuesta para la declaración de un Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos que abarca toda la zona de estudio, que plantea como objetos de conservación los siguientes:

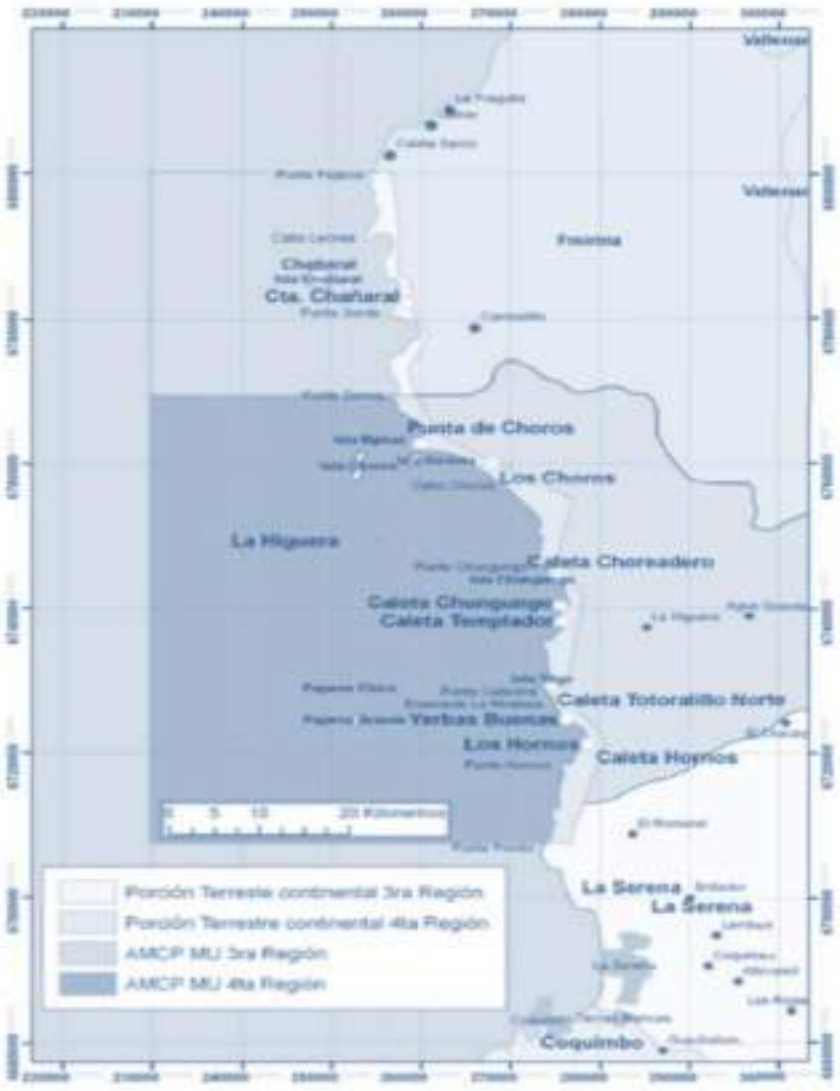


Fig. 15: Mapa Propuesta AMCP-MU OCEANA 2011 (Fuente: OCEANA, 2011)

Finalmente, diversas instituciones de investigación, tanto regionales como nacionales, han relevado la zona como de alto valor para conservación; por ejemplo, el Instituto de Ecología y Biodiversidad concluye en un reciente estudio, que la zona es una de las 4 Áreas de Alto Valor para la Conservación en la ecorregión de Chile-Central (Instituto de Ecología y Biodiversidad Chile (IEB), 2015).

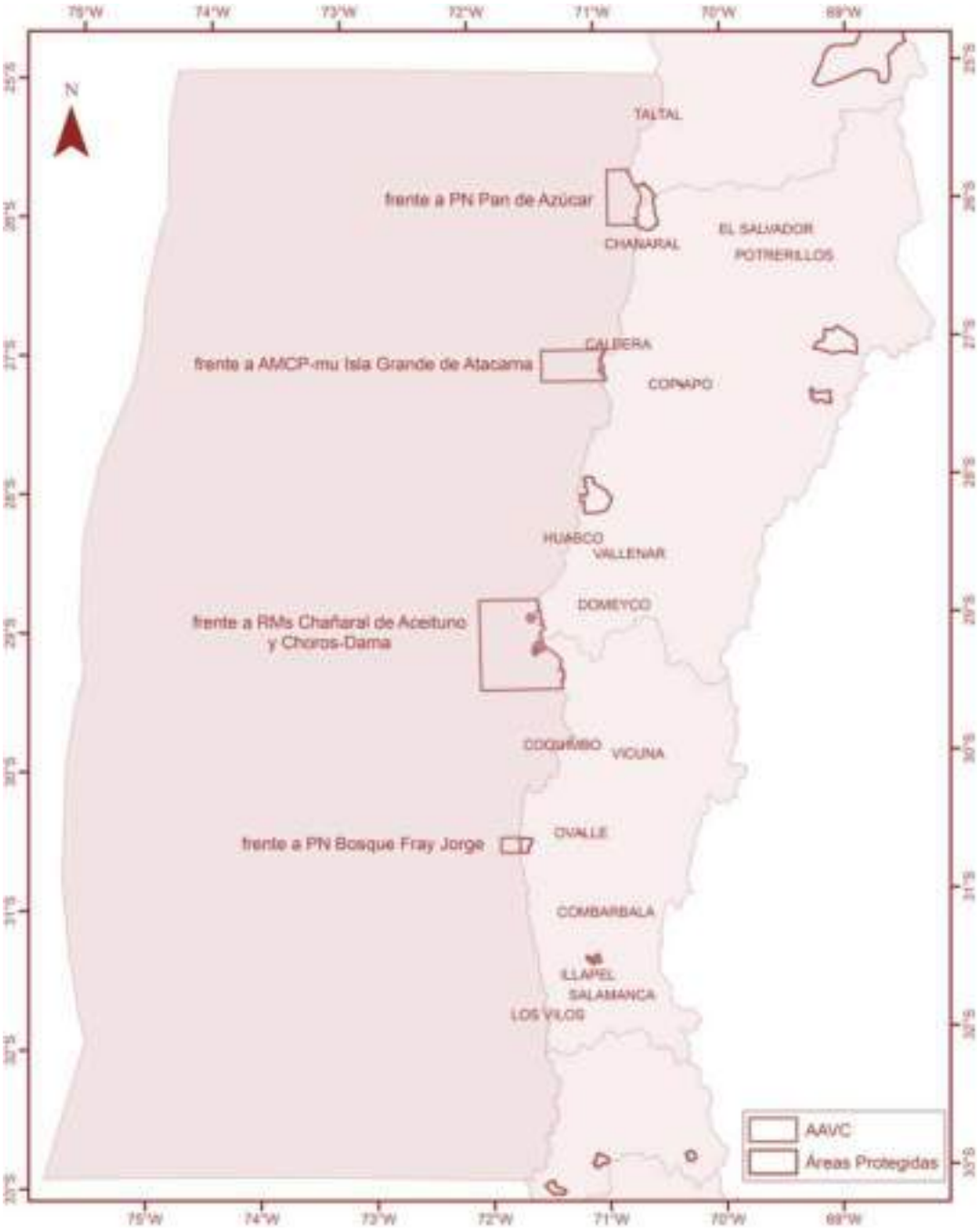


Fig.16 : Localización de propuestas de AAVC en la ecorregión Chile Central (Fuente: IEB, 2015)

Los objetos de conservación que surgen con el cruce de información secundaria como primaria, más allá de las zonas ya protegidas oficialmente, son las siguientes:

Tabla 11. Objetos relevados para la conservación en el área de estudio (Fuente: Resumen Revisión información secundaria y captura de información primaria)

Objeto o área	Justificación
Toda la zona costera y maritorio de la comuna de La Higuera y el Sector El Arrayán de la comuna de La Serena, incluidas las islas e islotes.	Contiene los hábitats y especies de importancia ecológica tanto en tierra como en mar. Además, de funciones y servicios ecosistémicos (soporte, culturales, abastecimiento y regulación)
Áreas legalmente declaradas como zonas de conservación (RN Pingüino de Humboldt, Reserva Marina Choros-Damas, Sitio Prioritario Juan Soldado).	Han sido declaradas por la concentración de biodiversidad de importancia en estos espacios y por la presencia de especies amenazadas
Isla Gaviota	Bien Nacional Protegido del Ministerio de Bienes Nacionales, flora y fauna endémica.
Islas e Islotes no protegidos	En tierra: presencia de nidificación de aves marinas con problemas de conservación (Pingüino de Humboldt, Yunco, Piquero); presencia de especies de plantas endémicas y nativas, reptiles con problemas de conservación. En roqueríos: presencia de madrigueras de chungungo y loberas reproductivas. En intermareal y submareal presencia de especies y hábitats marinos de importancia ecológica y económica. Alrededor de islas: Tránsito de mamíferos marinos de envergadura.
Humedal de La Boca frente a Los Choros	Presencia de aves migratorias y de sectores de nidificación, aporte de agua dulce a Bahía Choros que permite existencia de bivalvos de importancia, agua dulce para animales de crianza.
Playas de arena y Sistema dunario La Ventana, Bahía Choros, La Despensa	Ecosistema de importancia, servicios ecosistémicos de protección y culturales.
Especies emblemáticas: Mamíferos Marinos, Pingüino de Humboldt, Pato Lile, Pato Yunco, Reptiles. Flora y Fauna nativa y endémica. Lucumillo.	Funciones y Servicios Ecosistémicos que brindan, Pérdida de Biodiversidad.
Especies de importancia económica con problemas de conservación: Algas pardas, pejesapo, lenguado, almejas, choro zapato, peces de peña.	Especies sobreexplotadas que sustentan parte del ecosistema y que han desaparecido en ciertas zonas.
Quebrada y Llano de Los Choros	Alberga ecosistemas terrestres de importancia para flora y fauna endémica. Presencia de desierto florido
Paisaje	Calidad de vida y tranquilidad espiritual
Pesca Artesanal (Buzos, recolectores y pescadores)	Forma de subsistencia que conlleva una cultura más allá de una actividad económica proveniente de los changos
Zonas de AMERB, Áreas Libres (ALAS) y Caladeros de Pesca	Permiten el ejercicio de los oficios de la pesca artesanal
La Dársena y restos de Poblado de Cruz Grande, El Pueblo de Los Choros	Vestigios históricos de importancia que conforman el patrimonio nacional
Vestigios de cultura camancha y Las Ánimas en el borde costero (conchales, entierros, utensilios,	Vestigios arqueológicos de importancia que conforman el patrimonio nacional

pinturas en piedra tres reyes, etc.)	

Como se puede observar, no sólo son reconocidos como objetos de conservación los componentes de la biodiversidad, sino también, servicios ecosistémicos, vestigios patrimoniales y la cultura de la pesca artesanal.

Finalmente, en la siguiente tabla se resumen las intenciones de conservación que las organizaciones de pescadores artesanales (OPA) manifestaron en los talleres, en dónde mencionaban los objetos a conservar, en qué lugar y señalando quienes serían los responsables de las iniciativas de conservación.

Tabla 12: Intenciones de conservación de OPA en talleres realizados

Qué conservar	Dónde conservar	Quienes serían los responsables
Aves y sitios de nidificación, reptiles	Islas Pájaros (tierra)	Gobierno-Pescadores
Ecosistema Estuarino, aves y sitios de nidificación, flora nativa, recurso agua	Humedal Los Choros	Gobierno-Comunidad
Patrimonio cultural arqueológico e histórico	Chungungo/ Los Choros	Gobierno-Comunidad
Recursos Hidrobiológicos (piure, choro zapato, peces de peña, algas)	AMERB	Pescadores- Gobierno
Caladeros de pesca	Toda la comuna	Gobierno-Pescadores
Ecosistema dunario	Bahia Los Choros/ Playa La Despensa	Gobierno-Comunidad
Ecosistema playas de arena	Playas de la comuna	Gobierno-Comunidad
Flora y Fauna Nativa	Quebrada Juan Soldado Llano Los Choros	Gobierno-comunidad
Lontra felina (chungungo)	Islas	Pescadores- Gobierno
Cultura pesca artesanal	Comuna	Gobierno-Pescadores

iii) Mapa Parlante de Usos:

A partir del análisis de la información recolectada y de los talleres se puede definir que los usos actuales y futuros del área de estudio son:

Tabla 13: Usos Actuales en Área de Estudio

Usos Actuales	
Tipo	**Ubicación**
Asentamientos Humanos	Localidades de Punta de Choros, Los Choros, Chungungo, Totoralillo Norte, Caleta Hornos
Residencial Inmobiliario	Costa de Punta de Choros, Llanos de Los Choros/Parcelación El Arrayán
Conservación	Reserva Nacional Pingüino de Humboldt Reserva Marina Choros-Damas Sitio prioritario Punta Teatinos-Caleta

	Horno/sector costero al norte de La Serena Sitio Prioritario Reserva Marina Punta Choros
Productivo Pesquero Artesanal de la comuna (Buceo y Pesca Artesanal, Recolección de Orilla)	AMERB en toda la costa ALAs en Islas (Chungungo, Tilgo, Islas Pajaros 1 y 2, Islotes Poroto, Bajo El Toro) ALAs en borde costero donde no hay AMERB vigente Zonas de pesca peces de peña Zonas de pesca pelágica (caladeros) Extracción de crustáceos en Isla Damas
Productivo Pesca Artesanal de fuera de la comuna (Buceo y Pesca Artesanal, Recolección de Orilla)	Zonas de Pesca Pelágica AMERB Machas (contratados para extracciones) ALAs Recolección de algas y mariscos
Productivo Pesca Industrial de Arrastre y Cerco	Toda la costa de la comuna autorizada dentro de las 5 millas asignadas a la Pesca Artesanal
Productivo Turismo de Intereses Especiales	Reserva Nacional Pingüino de Humboldt Reserva Marina Choros-Damas Borde costero frente a Punta de Choros y Los Choros Caleta Hornos, El Maray, Quebrada Honda Observatorios Astronómicos Historia y Cultura (Los Choros, Chungungo, Caleta Hornos)
Productivo Turismo Gastronómico	Punta de Choros, Los Choros, Caleta Hornos
Productivo Turismo Sol y Playa	Playas de toda la comuna
Productivo Inmobiliario	Costa al norte y sur de Punta de Choros, Llano Los Choros, Sector Arrayán Costero
Histórico Cultural	El Tofo, la Dársena, Chungungo, Los Choros, El Maray
Productivo Industrial pesquero	Punta de Choros
Caletas Pesqueras (Decreto n°240/1998/MINDEFENSA)	Punta de Choros (Los Corrales y San Agustín) Apolillado Chungungo Totoralillo Norte Caleta Hornos
Infraestructura Portuaria	Caleta Corrales Caleta San Agustín Dársena Chungungo Varadero Totoralillo Norte Caleta Los Hornos
Productivo Acuicultura	Costa Totoralillo Norte, Caleta Hornos, Arrayán Costero (Privados) En AMERB (Acuicultura a pequeña escala)
Productivo Agropecuario (incluye crianceros)	Todas las localidades (especialmente majadas de crianceros)
Productivo Minería Pequeña y Mediana	Dunas Caleta Hornos, Quebrada y Llano Los Choros, el Tofo
Arqueología	Borde costero, Vestigios de culturas Camanchaca y Ánimas
Paleontología	Chungungo
Deportes Náuticos	Chungungo

Navegación	Toda la costa
Pesca Recreativa	Playas de la comuna, Muelles de Caletas
Buceo Deportivo	Islas y naufragios
Sanitario	Todas las localidades habitadas
Desalinización	Caleta Hornos/ Chungungo/ Isla Damas
Agua Potable Rural	Todas las localidades que tienen extracción de agua desde pozos

Tabla 14: Usos Futuros en área de estudio.

Usos Futuros	Ubicación
Portuario Industrial	Puerto Cruz Grande en Chungungo y Puerto Dominga en Totoralillo Norte (Ver figura 9)
Minero Industrial	Quebrada Los Choros/ Costa al sur de Bahía Choros/ Chungungo/ Totoralillo Norte
Infraestructura portuaria para la pesca artesanal	Caleta Apolillado, Caleta Chungungo, Mejoramiento en Totoralillo Norte
Pesca Artesanal	Borde Costero y maritorio de la comuna, AMERB y ALAs, otorgamiento de AMERB pendientes
Turismo Comunitario de Patrimonio Natural y Cultural (Intereses Especiales)	Todas las localidades
Conservación	Humedal de Los Choros/ Islas Pájaros, Tilgo, Chungungo/ Llano Los Choros, Quebrada Los Choros/ Borde Costero del litoral de comuna La Higuera/ Dunas y Playas/ Fauna y Flora Nativa y Endémica/ Paisaje/ Histórico-Cultural-Arqueológico
Acuicultura	AMERB (piure, algas y ostiones)/ Privados (ostión del norte, ostra del pacífico, salmones)
Desalinizadora	Pueden ser instaladas en cualquier parte de la costa, previo sometimiento a SEIA (industrial y consumo humano)
Desarrollo Inmobiliario	Toda la costa potencialmente (parcelaciones particulares y proyectos inmobiliarios residenciales y de veraneo). Actualmente no existen planes reguladores aprobados para la zona, excepto Decreto 17/ 1978[13], que solo regulan sectores urbanos.
Conectividad	Ruta Costera
Turismo de Intereses especiales	Áreas protegida, patrimonio ambiental y cultural de la comuna
Vertedero Municipal	Caleta Hornos/ Chungungo / Los Choros/La Higuera/El Trapiche[14] , Punta de Choros[15], Punta Colorada[16]
Proyectos energéticos (fotovoltaica)	Al interior de comuna, al oriente de Ruta 5 norte por condiciones climáticas
Turismo Náutico	Costa de la comuna (Molos de Abrigo en Caleta Hornos)

[13] Decreto n°17 del 05-1-1978 del MINVU que establece el límite urbano para el poblado de Caleta Hornos (adjunto electrónico).
[14] Catastro de vertederos, ((DTS), 2008) tendencia actual si no se aprueba e implementa la propuesta de plan regulador que propone cerrar estos vertederos como Zona de Áreas Verdes (ZAV1).
[15] Punta de Choros no se menciona en los estudios pero se verifica en terreno un basural al costado norte de la entrada al poblado
[16] Se menciona en PLADETUR la propuesta del municipio de ubicar vertedero al costado de ruta 5 norte en Punta Colorada.

Deportes Náuticos	Toda la costa
Buceo Deportivo y Educativo	AMERB [17]
Sanitario	Todas las localidades
Industrial Pesquero	Apolillado[18]/ Caleta Hornos

iv) Mapa de actores claves:

Respecto al trabajo directo con los actores, se ha trabajado en espacios con los servicios públicos regionales y con las organizaciones de pesca artesanal (OPA) de la comuna de La Higuera.

En los siguientes ítems se presenta trabajo y los listados de actores.

Servicios Públicos:

El único Taller con los servicios públicos, se realizó al amparo de la Mesa técnica (18/10) que es convocada por la SEREMI de Medio Ambiente, en la Tabla n° 15 se lista a los participantes. El segundo Taller se realizaría en la Mesa Técnica de diciembre pero no hubo tiempo suficiente para ello, ya que se presentaron los avances de la consultoría que derivó en una conversación extensa.

Tabla 15: Actores de los servicios públicos con los que se realizó Taller.

Nombre	Cargo	Institución pública
Javier Chávez	Director Zonal de Pesca	Dirección Zonal de Pesca III y IV regiones
Pablo Figueroa	Profesional	Dirección Zonal de Pesca III y IV regiones
Jaime Molina	Director Regional	SERNAPESCA
Gerardo Cerda	Encargado Administración Pesquera	SERNAPESCA
Waldo Canto	Jefe Provincia Elqui	CONAF
Denise Boré	Jefe de Base Coquimbo	Instituto de Fomento Pesquero
Alicia Díaz	Profesional	SERNATUR
Eduardo Morales	Profesional municipal y mandatado para mesa técnica	Municipalidad de La Higuera
Claudia Accini	Encargada Recursos Naturales y Biodiversidad	SEREMI Medio Ambiente

Organizaciones de la Pesca Artesanal (OPA):

Los talleres con los gremios, se lograron realizar luego de una cadena de acciones para conseguir la venia de los dirigentes: se realizaron llamadas telefónicas y se asistió a reuniones con los dirigentes; y en algunos casos, si era requerido, se asistió a las asambleas ordinarias de las organizaciones que se realizan una vez al mes donde se refrendaba acuerdo de realización de taller. En la tabla n° 16 se listan las organizaciones con las cuales se logró realizar talleres, lugar de realización y fecha.

[17] Opinión extraída de los talleres con organizaciones de pesca artesanal (OPA)
[18] Proyecto DOP y FOSIS en Caleta Apolillado, comunicación personal dirigentes OPA AG Los Choros.

Tabla 16: Organizaciones con las cuales se ha realizado taller.

Organización	Lugar de realización	Fecha
A.G. Los Choros	Sede Club Deportivo Localidad de Los Choros	08/11
A.G. Chungungo (socios de STIPA[19] La Cruz y OPA Los Castillo más los de A.G.)	Sede Chungungo	16/11
STIPA Totoralillo Norte	Sede Totoralillo Norte	28/11
A.G. Caleta Hornos	Sede Caleta Hornos	28/11
Agrupación de Trabajadores Independientes del Mar de Caleta Hornos		25/11
Funcional Caleta Hornos		10/12
Agrupación de Mujeres Independientes de Caleta Hornos	Casa Presidenta	06/01

En cuanto al resto de las organizaciones, con las que no se realizó taller las gestiones y sus resultados se muestran en la tabla n° 17.

Tabla 17: Gestiones con organizaciones con las que no se realizó Taller.

OPA	Gestión/fecha	Resultados
A.G. Punta de Choros	Reunión con dirigente:13/09	Presentación consultoría y se acuerda invitar a consultora a asamblea
	Asistencia a asamblea: 09/11	Presentación consultoría a socios, solo asisten 15 socios de 150, quedan de avisar cuando podría realizarse el Taller.
	Correos y llamadas para acordar fecha Taller	No hay respuesta.
STIPA Caleta Chungungo	Asistencia a asamblea: 28/10	Presentación consultoría a socios, pero no queda acuerdo de realizar taller. Dirigente no vuelve a contactarse.
STIPA N° 1 Caleta Hornos	Reunión dirigencia: 10/01	Presentación consultoría y se acuerda invitar a consultora a asamblea
	Asistencia a asamblea: 27/01	Presentación consultoría a socios, asiste la mayoría, se acuerda dar fecha a consultora en febrero para realizar Taller. Desde ya la asamblea y dirigencia presentan disposición a apoyar propuesta de conservación marina. Queda pendiente Taller.
Federación La Higuera (Funcional Bahía Choros)	Correos para reunión con dirigentes y analizar resultados de talleres de sus asociados	No hay respuesta positiva

[19] Sindicato de Trabajadores Independientes y Pescadores Artesanales.

Es necesario mencionar, que en la época en que la consultoría se desarrolló, existieron conflictos entre los gremios por dos razones:

-Solicitud de área de manejo por parte de AG Punta Choros en Bahía Choros, donde operan actualmente AG Los Choros en AMERB Choreadero; y las organizaciones pertenecientes a la Funcional Bahía Choros (AG Los Choros, ATICH, AG Caleta Hornos, AG Chungungo, STIPA Totoralillo Norte) en AMERB Bahía Choros. Ha existido una pugna histórica de los gremios de La Higuera en su mayoría con AG Punta de Choros, ya que acusan a este gremio y a sus dirigentes de haber negociado la AMERB Isla Choros, que se encuentra colindante a la RM Choros-Damas, dejando fuera de los beneficios pesqueros y turísticos al resto de las organizaciones de la comuna. Por su parte, los socios de AG Punta Choros replican que la Funcional los marginó de la extracción de machas y de que los servicios públicos actuaron equivocadamente al otorgarles la AMERB Bahía Choros.

Esta situación mantuvo a los dirigentes ocupados en reuniones y gestiones para resolver a su favor la situación, dilatando el inicio de trabajo con la consultora.

Finalmente, el Consejo Zonal de Pesca decide rechazar la solicitud de AMERB de AG Punta de Choros (Acta Consejo Zonal de Pesca III y IV regiones del 14-09-2016).

-Reactivación de Proyecto Dominga en territorio (EIA en calificación): El proyecto Minero-Portuario Dominga que está en proceso de evaluación en el Servicio de Evaluación Ambiental, ha dividido a la población de la Higuera y se ha convertido en tema recurrente en las conversaciones con la comunidad. De hecho cada vez que se habla del territorio y temas de conservación marina en los talleres y reuniones, los socios de las organizaciones lo mencionan, en el registro de los talleres se pueden observar algunas opiniones (Anexo 4.2.).

En todos los talleres la consultoría fue cuestionada y también el rol de los servicios públicos en el proceso de evaluación del Proyecto Dominga, señalando como contradictorio retomar el proceso de ampliar la conservación en la zona y por otra parte "permitir" la instalación de un proyecto que consideran perjudicial para el patrimonio natural y cultural de la comuna.

Sin embargo, en la reunión que se había comprometido la SEREMI de Medio Ambiente con los servicios públicos para conversar sobre los conflictos que enfrenta la pesca artesanal en el territorio, realizada en la Municipalidad de La Higuera el 10 de noviembre de 2016, vuelve a tomarse la conversación el tema. Los gremios que asistieron ese día (AG Los Choros, STIPA Totoralillo Norte, AG Chungungo, STIPA La Cruz, ATICH, Funcional Caleta Hornos) deciden acordar los pasos a seguir respecto al proyecto en cuestión, lo que marca un hito ya que acuerdan movilizarse en contra del proyecto.

Paralelamente en la zona costera se intensifica la presencia de las ONG en contra del proyecto (Chao Pescao, OCEANA), entregando información a la comunidad; a su vez, comienza un proceso de participación ciudadana liderado por el Servicio de Evaluación Ambiental; por su parte la empresa despliega su gestión con las comunidades.

Las organizaciones en su mayoría, plantean que están en desacuerdo con el Proyecto Dominga, así comienzan a efectuarse movilizaciones en la comuna que no han parado hasta la fecha de entrega de este informe.

Este contexto ha complejizado el dialogo que la consultora mantenía con las dirigencias.

Posicionamiento de actores

En Anexo 4.2 se presentan talleres realizados y metodologías de posicionamiento.

Se presentan a continuación los posicionamientos según información de los talleres e información secundaria:

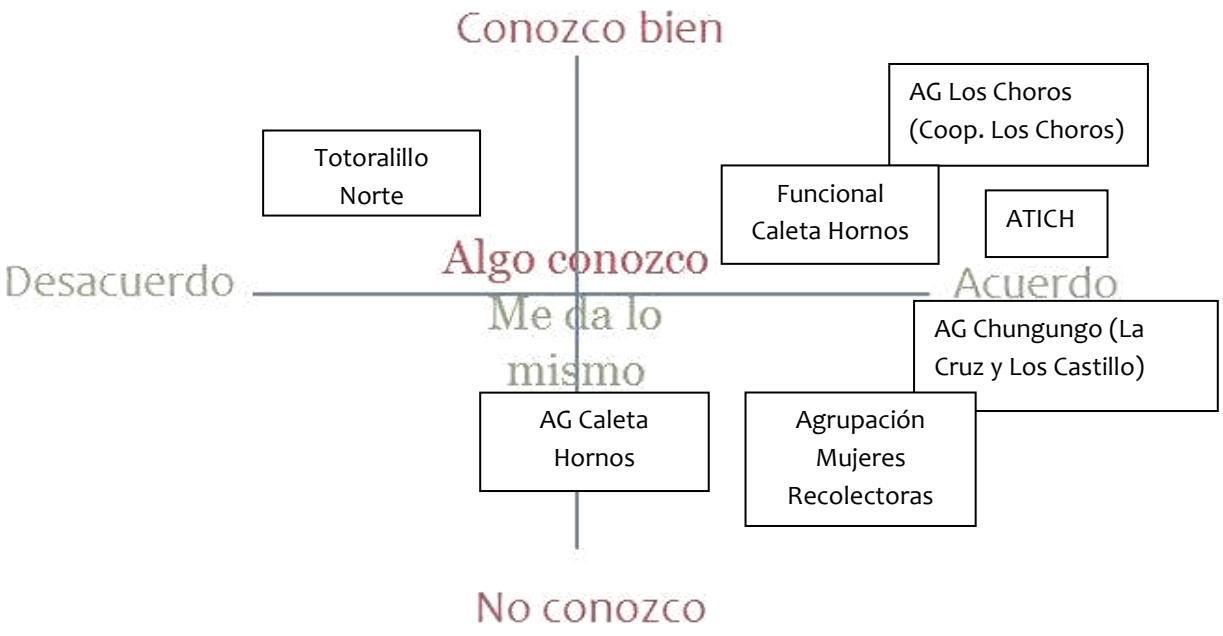


Fig. 17: Posicionamiento de OPA sobre disposición a conservar y conocimiento de conservación.

No se incluye a STIPA Caleta Hornos porque a pesar de manifestarse su asamblea de acuerdo con acciones de conservación en la zona, el Taller no ha sido realizado.

En el caso de AG Punta Choros y STIPA Caleta Chungungo, no se incluyen por no haber realizado los talleres y no tener claridad de su posición.

Respecto al ejercicio de posicionamiento de actores con los servicios públicos, se utilizó una metodología distinta de análisis más estratégico (Técnica del Arcoiris[20]).

[20] En Anexo 4.2 e Informe de Avance I se describe la metodología.

Una parte del ejercicio es posicionar a actores estratégicos distintos a ellos mismos, según su percepción respecto de la influencia y si creen que se sienten afectados y en qué forma, por la posibilidad de ampliar zonas de conservación en el área de estudio.

Tabla 18: Posicionamiento de "otros" actores según influencia y afectación[21]

Afectación (+ o -)	Influencia Baja (I)	Influencia Moderada (II)	Influencia Alta (III)
Muy afectado		(+) Alcalde/Operadores turísticos/ Rubro gastronómicos (Caleta Hornos)/Olivicultores (Los Choros)/Agrupación servicios turísticos/ Federación y Gremios de pescadores La Higuera (-) Proyectos de inversión de alto impacto/Andes Iron/ Comunidad excluida del análisis	(+)Federación de Pescadores de la Higuera/Pescadores/Turismo (ASETUR)/
Medianamente afectado	(-) Municipalidad de La Higuera (costos)/ Organizaciones de pescadores fuera de la Higuera que operan en el sector	(+) Operadores turísticos/Federación y gremios de pescadores de la Higuera/ (-)SERNAPESCA	(+) Federación de pescadores de la Higuera
Poco afectado			

En el análisis que se realizó en el mismo taller, se destaca:

i) la identificación de otros actores como la "comunidad excluida" y los pescadores que no son de la comuna y operan en ella. Se conversa entonces, respecto al desafío de como incluirlos en un proceso de ampliación de áreas de conservación en la zona de estudio, no queda claro pero si se plantea la inquietud.

ii) Otro aspecto importante, es que los servicios públicos que realizaron el ejercicio, perciben que la idea de una propuesta de conservación marina más amplia afecta negativamente a los proyectos de inversión más emblemáticos como "Puerto Cruz Grande" ya aprobado y "Dominga" en evaluación, sin mencionar claramente la razón de ello; también a SERNAPESCA, este último por que aumentaría la cantidad e intensidad del trabajo de fiscalización y vigilancia. En el caso de la Municipalidad de La Higuera, se percibe que se vería afectado negativa y positivamente, sin justificar las razones.

[21] Influencia: se refiere al poder que tienen respecto a la toma de decisiones respecto a ampliar zonas de conservación en La Higuera, y se categoriza según su grado de influencia de menor a mayor (I, II, III). Afectación: se refiere a si el sujeto consultado se siente afectado por la posibilidad de ampliar las zonas de conservación en La Higuera y si es así de qué forma (negativa (-) o positiva (+)) y en qué grado.

Posteriormente, al mismo grupo de servicios públicos en el mismo taller, se les invita a realizar nuevamente el ejercicio pero desde el autoposicionamiento:

Tabla 19: Resultados de Auto Posicionamiento de Servicios Públicos en Taller.

Afectación (+ o -)	Influencia Baja (I)	Influencia Moderada (II)	Influencia Alta (III)
Muy afectado		(+)CONAF	(+)MMA
Medianamente afectado		(+) IFOP/Municipalidad/SERNATUR	(+) SERNAPESCA/ Subpesca
Poco afectado			

En este caso, se destaca que todos se sienten beneficiados con la posibilidad de ampliar las zonas de conservación en el área de estudio, solo difieren en la influencia que tienen en la tomad de decisiones al respecto.

A continuación, en base a la información secundaria por una parte y; de las mesas técnicas, reuniones y talleres realizados con los actores estratégicos, se presenta una tabla resumen de su posicionamiento, según las categorías propuestas en Bases Técnicas y descritas en el Informe n°1 de Avance.

Tabla 20: Actores clave categorizados.

Categorías Actor	Directo/Indirecto	Influencia	Dependencia	Percepción	Conocimiento	Preferencia	Aversión
AG Punta de Choros	5	Moderada	Alta	Favorable en discurso	Medio (3)	X en discurso	-
AG Los Choros	5	Alta	Alta	Favorable	Medio (3)	X	-
AG Chungungo	5	Alta	Alta	Favorable	Bajo (2)	X	
STIPA Caleta Chungungo	5	Moderada	Alta	No tiene	Bajo (2)	-	-
STIPA Totoralillo Norte	3	Moderada	Alta	No favorable	Medio (3)	-	X
AG Caleta Hornos	5	Alta	Media	Indefinida	Bajo (2)	-	-
ATICH	5	Alta	Alta	Favorable	Medio (3)	X	-
Funcional Caleta Hornos	5	Alta	Media	Favorable	Bajo (2)	X	-
Agrupación Mujeres Recolectoras	5	Moderada	Alta	Favorable	Bajo (2)	X	-
Sindicato n°1 Caleta Hornos	5	Moderada	Alta	Favorable	Bajo (2)	X	-
SERNAPESCA	3	Alta	Alta	Favorable	Alto (5)	X	-
MMA	2	Alta	Alta	Favorable	Alto (4)	X	-

CONAF	3	Moderada	Alta	Favorable	Alto (4)	X	-
Subpesca (Dirección Zonal)	3	Alta	Media	-	Alto (5)	-	-
SERNATUR	2	Baja	Alta	-	Bajo (1)	-	-
Municipalidad de La Higuera	3	Moderada	Baja	-	Bajo (1)	-	-
IFOP (Coquimbo)	2	Moderada	Alta	-	Bajo (3)	-	-
Universidad Católica del Norte	2	Moderada	Alta	Favorable	Alto (5)	X	-
OCEANA	2	Baja	Baja	Favorable	Medio (3)	X	-
ONG Chao Pescao	2	Baja	Baja	Favorable	Medio (3)	X	-

v) Mapa parlante de zonas de conflicto:

En base a la información secundaria ya citada, a las reuniones y talleres con los actores (Anexo 4.2), se presentan las siguientes tablas resumen de los conflictos de usos actuales y proyectados en la zona de estudio.

Tabla 21: Conflictos de Uso Actuales

Entre quienes	Conflicto de Uso Actual	Ubicación
Pesca Artesanal de La Higuera /Pesca de Arrastre y Pesca de Cerco	En la zona opera la pesca de arrastre industrial de crustáceos, y por resolución de la SUBPESCA se autoriza la perforación de las 5 millas asignadas a la pesca artesanal. Las OPA manifestaron su oposición a esta situación por el daño que supone a los ecosistemas por destrucción de hábitat y porque las artes de pesca no son selectivas; pudiendo tener consecuencias directas en los bancos naturales y caladeros en que ellos operan.	5 millas asignadas a pesca artesanal
Administración de Reserva Marina y RNPH/ Pesca Artesanal de la comuna	Las OPA manifiestan que antes de que la RNPH y RM Choros-Damas se declararan, ellos tenían libertad de movimiento y acampaban con sus familias o solos en las islas que hoy están protegidas, desconociendo un uso histórico.	Zona terrestre de Islas y RM
AG Punta de Choros/ Resto de OPA de la comuna	La AG Punta de Choros tiene bajo convenio de uso una AMERB alrededor de Isla Choros, que fue declarada al mismo tiempo que la RM Choros-Dama; situación que el resto de las OPA de la comuna ven como una injusticia, ya que solo se ha favorecido a una OPA por sobre las demás respecto a la extracción de beneficios de las RM.	Reserva Marina Choros-Damas
Entre OPA	En los talleres se describieron diversos conflictos entre OPA por:	AMERB

	-OPA que no tienen en convenio AMERB v/s las que si les han sido otorgadas, acusan lentitud de sus solicitudes las que las tienen y las que no, dicen que debe haber un equilibrio. -OPA con AMERB acusan robos desde otros pescadores, y a su vez, las sin OPA mencionan que no hay claridad de los límites de las AMERB y que eso es aprovechado para marginarlos de sectores de la costa que están libres.	
Comunidad Agrícola Los Choros/AG Los Choros	Las OPA mencionan que la comunidad agrícola que posee bajo su administración miles de hectáreas alrededor de Punta de Choros y Los Choros, reiteradamente les dificulta las iniciativas de desarrollo (vivienda, portuario, negocios)	Borde Costero por ocupación del territorio
Comunidad Caleta Hornos/Privados que operan en dunas La Despensa	La comunidad de Caleta Hornos menciona que se está dañando el patrimonio natural de ese sector a través de las operaciones de privados sobre las dunas del sector La Despensa.	Dunas en Playa La Despensa
Comunidad Caleta Hornos/Turistas	La comunidad de Caleta Hornos se siente molesta y preocupada por la basura que dejan los turistas año a año en el muelle de la caleta y en Playa la Despensa.	Playa La Despensa y Muelle Caleta Hornos
OPA/ Proyectos CMP y Dominga	Las OPA en su mayoría perciben como una amenaza a su futuro productivo y bienestar social, que se esté aprobando y evaluando la instalación de megapuertos en la costa de la comuna, por posible contaminación y daño a los ecosistemas por operaciones de puerto y embarcaciones.	Los Choros, Chungungo, Caleta Hornos
Conservación de la biodiversidad y patrimonio/ Turismo no regulado	Se percibe como una amenaza el turismo no regulado con sus consecuencias (basura, vehículos sin control, masividad en la visitación a ecosistemas frágiles) a el patrimonio cultural y natural de la comuna	Costa de la comuna de La Higuera Sistemas dunarios
Conservación de la biodiversidad y patrimonio/ actividades mineras (relaves) y actividades agropecuarias (erosión del suelo principalmente por talaje de ganado menor)	Tanto documentos secundarios revisados como la percepción de los asistentes a los talleres, mencionan la incompatibilidad entre la conservación de la biodiversidad y patrimonio (áreas protegidas oficiales, especies, hábitats y ecosistemas con problemas de conservación): - las actividades mineras por: erosión, contaminación por material particulado, relaves mal administrados, fragmentación de hábitats, etc. -Las actividades agropecuarias principalmente caprina por: erosión del suelo y depredación de especies vegetales endémicas o nativas	Quebrada de Los Choros

Tabla 22: Conflictos de Usos Futuros

Entre quienes	Conflicto de Uso Futuro	Ubicación
Megaproyectos vs. Conservación de la biodiversidad, turismo y pesca	En el caso de los megaproyectos mineros y portuarios aprobados o en evaluación, que se perciben como amenazas a la biodiversidad y patrimonio cultural de la zona y en consecuencia a las actividades que se desarrollan en torno a dichos patrimonios	Toda la comuna
Uso de Recursos Hídricos entre comunidades locales y Proyectos Privados	Ante la escasez de recurso hídrico en la zona y la sequía por casi 10 años, existe una alta demanda que puede llevar a conflictos más recurrentes entre estos actores	Secano
Pesca Artesanal y Figuras de Conservación Marinas actuales / Megaproyectos Portuarios y Mineros	Se relaciona con la amenaza que se percibe representan estos megaproyectos respecto a la biodiversidad por una parte, y por otra por ocupación de espacios de uso histórico como caladeros o áreas libres (temporal o permanentemente)	AMERBs y Reservas Marinas
Crecimiento residencial no regulado y espontáneo, uso de suelo intensivo/ Turismo, pesca y conservación de atributos naturales y culturales de la comuna	Se percibe como una amenaza el crecimiento residencial no regulado, debido a la ocupación de espacios de interés para la conservación del patrimonio cultural y/o natural que no se encuentran protegidos oficialmente, y su posible deterioro (por destrucción, extracción, etc.). También, debido a la presión sobre recursos hídricos y suelo; y la producción de residuos de tipo domiciliario que este crecimiento supone sin la debida infraestructura.	Localidades costeras de la comuna

En un análisis más detallado, en las siguientes tablas se enumeran los conflictos de usos actuales y futuros versus Iniciativas de conservación de la biodiversidad.

Tabla 23: Conflictos de Usos Actuales/ Conflictos de Usos Futuros con conservación

Conflicto Uso Actual	Descripción	Dónde
Extracción recursos pesqueros	La Pesca Artesanal percibe que las reservas marinas les quitaron zonas de extracción de recursos pesqueros, y manifiestan sentirse marginados de los beneficios	Reservas Marinas
Turismo no regulado	La actividad turística y visitación en el área de estudio sin mayores regulaciones se percibe como una presión que puede deteriorar el patrimonio natural y cultural (basura, vehículos en playas y dunas, sin zonificación de uso, sin educación especialmente fuera de las áreas protegidas)	Reservas Marinas, Humedal/ Patrimonio histórico-cultural/ Flora y Fauna Nativa y Endémica
Uso Recurso Hídricos	Actualmente ante actividades como la expansión de viviendas por venta de parcelas, actividades mineras,	Humedal Los Choros

	extracción ilegal, versus la escasez del recurso, se percibe una presión desmedida que puede afectar al humedal	
Relaves mineros	Existen pasivos ambientales en el área de estudio que se perciben como una amenaza latente a la biodiversidad circundante	Flora y Fauna Nativa y Endémica
Pecuario caprino	La actividad de crianceros si bien se reconoce como un uso histórico se percibe como una presión sobre la flora por talaje y apisonamiento	Flora Nativa y Endémica
Tránsito dunas y playas	Se percibe que cada año aumenta el uso de dunas y playas como zona de tránsito de vehículos, ya sea por: actividades como la extracción de recursos, el turismo de sol y playa, y el raid espontáneo.	Dunas y playas
Conflicto Uso Futuro	**Descripción**	**Dónde**
Minería Industrial	La ocupación de espacios de alto valor ecológico por actividades mineras, junto al daño por contaminación y extracción de especies de flora, se perciben como amenazas para el sector	Llano de Los Choros
Puerto Industrial	Tanto para la etapa de construcción como operación de proyectos de puertos industriales, se prevén impactos en la biodiversidad costera (aves, mamíferos marinos y terrestres, flora, hábitats submarinos)	Chungungo y Totoralillo Norte
Acuicultura Extensiva e Intensiva	En la operación de cultivos extensivos (ostión del norte y ostra) e intensivos (salmones y truchas), se prevén impactos por: desechos de las instalaciones, posible eutrofización según condiciones de bahías, carga de residuos orgánicos y químicos, obstrucción del tránsito de embarcaciones	Frente a Totoralillo Norte y Alrededor de Isla Tilgo
Pesca Industrial	Por artes de pesca utilizadas (arrastre y cerco), con baja selectividad y el daño que se produce en el fondo marino se percibe como una presión actual y futura sobre el ecosistema y diversas especies. Además en este zona está autorizada la perforación a las 5 millas asignadas a la pesca artesanal	Toda la costa
Pescadores Artesanales de fuera de la comuna	Las organizaciones ven que si los recursos hidrobiológicos siguen escaseando, sus AMERB , ALAs y caladeros se verán fuertemente amenazadas; así como también la misma reserva marina Choros-Damas; lo que a su vez por sobreexplotación podría repercutir en alguna especies más frágiles o vulnerables.	Toda la costa
Pesca Ilegal	Si bien es un problema nacional se advierte como amenaza por la fragilidad de los ecosistemas que se encuentran en la costa del área de estudio	Toda la costa
Expansión residencial y Mercado Inmobiliario sin regulación	La parcelación en diversos puntos del borde costero, y la ampliación de zonas de asentamientos para vivienda sin una planificación que proteja las zonas de importancia para la conservación, se percibe como una amenaza en aumento.	Todo el borde costero (actualmente no hay límite para estas expansiones, por lo que es una tendencia)
Navegación grandes buques	Se asocia con los megapuertos, y supone un aumento en el tránsito de grandes embarcaciones que puede	Toda la costa (por la expansión de

	traer diversas complicaciones: choques con cetáceos, microderrames de combustibles y aceites, vertimiento de contaminantes.	contaminantes)

vi) Estrategia participativa para la conservación marina.

Contexto:

La situación en la comuna de La Higuera, actualmente, es bastante delicada por los conflictos actuales y proyectados entre las actividades que se ejercen o ejercerían en ella, en especial en el borde costero y maritorio por la confluencia de usos que se perciben contrapuestos.

La falta de planificación territorial agrava esta situación; en Chile no existen leyes de ordenamiento territorial, sólo leyes sectoriales con implicancia territorial (Cordero Quinzacara, 2011), como por ejemplo, la Ley General de Urbanismo y Construcciones (L.U.G.C)[22], que despliega una serie de instrumentos entre los que se encuentran los planes reguladores. Los instrumentos normativos como el Plan Regulador Comunal y el Plan Intercomunal Costero de la Provincia de Elqui aún no están aprobados[23], aunque sólo indican vocaciones en los sectores denominados como urbanos y proyectan muy escasamente dicho carácter del territorio, que en este caso, es mayoritariamente rural.

La Política de Usos del Borde Costero[24], que genera el marco para la Zonificación de Usos del Borde Costero a nivel nacional, es de carácter estratégico y no vinculante; y los procesos de su aprobación para la región de Coquimbo han sido muy dilatados.

Por otra parte, el sector costero de la comuna presenta aptitudes portuarias que son escasas en el país, lo que genera la mirada de capitales en este sentido para la instalación de puertos; aunado con la historia minera del sector.

A su vez, ya ha sido largamente descrita esta zona en términos de la presencia de condiciones únicas de importancia para la biodiversidad marina y terrestre, la que además soporta una serie de servicios ecosistémicos que benefician las actividades pesqueras y de turismo de intereses especiales.

Por lo que se está ante un escenario de conflictos entre usos actuales y futuros aparentemente incompatibles (ver ítem de Zonas de conflicto).

Por otra parte, las actividades pesqueras ejercidas por las Organizaciones de Pesca Artesanal de la comuna y de fuera de ella; y las actividades de pesca industrial, se encuentran enfrentadas por la perforación permitida a las 5 millas asignadas por Ley a la Pesca Artesanal[25]. A su vez, la

[22] D.F.L. n° 458/1976, Vivienda y Urbanismo.
[23] http://seguimientoipt.minvu.cl/
[24] Decreto Supremo n°475/1994, Subsecretaría de Fuerzas Armadas, Ministerio de Defensa Nacional.
[25] Res. Exenta n° 2014/2014, MINECOM

alta ocupación por AMERBs en la zona, versus pescadores y organizaciones que no participan de estos espacios, genera roces internos.

El trabajo con las OPA realizado por la consultora, detectó una alta desigualdad entre ellas respecto al conocimiento de las leyes que las rigen, de los servicios ecosistemicos que provee su entorno, y de las figuras que existen para poder mejorar la conservación de sus recursos y del patrimonio natural y cultural de su espacio de desarrollo. Además, la gestión organizacional en torno al mejoramiento de las condiciones de sus organizaciones y de sus caletas, tampoco es equitativa.

Ante este escenario, el esfuerzo es transversal al Estado y sus diferentes niveles de decisión; ya que una de las razones que ha sido repetitivamente esgrimida por los actores es la relativa ausencia del esfuerzo público en el territorio. Por lo que avanzar en la conservación en esta comuna no puede depender sólo de la institucionalidad ambiental, ya que la complejidad es alta y pasa por temas productivos, sociales y de infraestructura al menos.

Varios autores y organizaciones internacionales[26] (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2009), han señalado que la conservación de la biodiversidad siempre es más fácil de asumir si las externalidades son positivas y fomentan el desarrollo a las comunidades de los territorios de interés. Si sólo se perciben externalidades negativas, serán los primeros en estar en contra de estas iniciativas, ya que sólo verán que los beneficios les llegan a otros, como ocurre actualmente con las organizaciones al sur de Punta de Choros respecto a la Reserva Marina Choros-Damas y el desarrollo de actividades turísticas (com. pers. de OPA en talleres).

Parece fundamental además, continuar con un trabajo cercano con las organizaciones y comunidades del borde costero, centrando los esfuerzos en mantener las confianzas que se han establecido y recuperar las que no. Seguir nivelando los conocimientos de los servicios ecosistémicos de la zona entre todos los actores de decisión (públicos, privados y comunidad), para establecer diálogos más fluidos y poder avanzar en acuerdos reales y permanentes en torno a la posibilidad de declaración de un Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos, es una de las premisas que se recomienda implementar por la consultora.

Propuesta de conservación marina y costera:

Antecedentes:

En base al trabajo realizado en esta consultoría, que recoge información secundaria respecto al diagnóstico de la zona de estudio; e información primaria a través de talleres con algunos de los actores principalmente relacionados a la pesca artesanal y a los servicios públicos que participan de la Mesa Técnica que establece la SEREMI de Medio Ambiente de la región de Coquimbo, se presenta un análisis y propuesta de conservación marina y costera por parte de la consultora.

[26] Stefan Gelcich, Juan Carlos Castilla, Carlos Gaymer, Francisco Cárcamo entre otros.

Dentro del marco legislativo respecto a conservación de la biodiversidad en Chile, se establecen las siguientes figuras jurídicas:

Tabla 24: Tabla de figuras jurídicas para la conservación existentes en legislación chilena.

Figura Jurídica	Marco Legislativo	Ámbito	Administración
Parque Nacional (PN)	Ley de Bosques (1931)/ D.S n° 531 -1967 del MINREL que ratifica Convención de Washington (1940)/ D.L. n°1939-1977 y Ley n°19.300	Terrestre	CONAF
Reserva Nacional (RN)			
Reserva de Regiones Vírgenes			
Monumento Natural (MN)			
Santuario de la Naturaleza (SN)	Ley n° 17.288 de Monumentos Nacionales	Terrestre/Marino	No está definida (caso a caso)
Parque Marino (PM)	D.S. 430/ 1991	Marino	SERNAPESCA
Reserva Marina (RM)		Marino	
Área Marina y Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-Mu)	Ley 20.417/2010	Costero/Marino	No está definida (caso a caso)

Ahora bien, dentro de las áreas protegidas del área de estudio, se encuentran la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, administrada por CONAF y la Reserva Marina Choros-Damas administrada por SERNAPESCA.

Por otra parte, diversas organizaciones, autores e instituciones[27], recomiendan ampliar la protección de los ecosistemas de la zona a través de nuevas figuras de conservación o ampliación de las ya existentes, tanto en el ámbito terrestre como marino (AMCP-Mu, ampliación RNPH, Sitios Prioritarios).

A su vez, en los talleres realizados con las OPA, emergieron propuestas de conservación para algunas zonas o atributos culturales y naturales de la zona (Ver Anexo 4.2y Tabla 12).

Al analizar las categorías de áreas protegidas existentes en Chile, respecto a los antecedentes que se han entregado en este informe, existen factores claves de poner atención para una propuesta de conservación marina y costera; uno es el nivel de incorporación de los actores en la toma de decisiones y otro la capacidad de integrar los usos ya existentes. Lo anterior, debido a las opiniones recogidas en los talleres en donde los participantes exigen una participación más activa en las iniciativas de conservación en el territorio y que no se restrinjan los usos existentes; además del diagnóstico se desprende que se ejercen usos diversos en el territorio que sería complejo erradicar o restringir, más bien se pueden mejorar prácticas.

[27] ver ítem h) de Diagnóstico general del área.

Tabla 25: Descripción de Categorías de Áreas Protegidas (AP) en Chile: sus grados de participación en toma de decisiones e incorporación de usos existentes (desde la definición y la práctica).

Categoría de AP	Definición	Objetivo	Incorporación de otros actores a toma de decisiones	Integración de otros usos
Reserva de Regiones Vírgenes	Denomínase Reserva de Región Virgen un área terrestre, de aguas continentales o marinas, cualquiera sea su tamaño, en la que existen condiciones primitivas naturales, no perturbada por actividades humanas significativas, reservada para preservar la biodiversidad, así como los rasgos geológicos o geomorfológicos y la integridad ecológica.	Proteger la integridad ecológica a largo plazo de áreas naturales, conservando los valores culturales asociados y manteniéndolas libres de intervención humana.	X	X
Parque Marino (PM)	Denomínase Parque Marino un área marina, costera, su fondo marino, subsuelo o una combinación de ellos, en la que existen ecosistemas, especies y sus hábitats, conteniendo unidades naturales y procesos ecológicos únicos, representativos a nivel local, nacional o global, así como sus rasgos geológicos y paisajísticos.	Preservar ecosistemas, unidades o procesos ecológicos, a fin de mantener la biodiversidad de ambientes marinos y costeros en su estado natural y que en su conjunto contribuyen con la mantención de los servicios ecosistémicos.	X	X
Parque Nacional (PN)	Denomínase Parque Nacional un área, generalmente extensa, en la que existen diversos ambientes únicos o representativos de la diversidad biológica natural del país, no alterados significativamente por la acción humana, y en que la biodiversidad o las formaciones geológicas son de especial interés	Preservación de muestras del patrimonio natural, escénico o cultural asociado, la continuidad de los procesos ecológicos, junto con las especies y ecosistemas característicos del área, la protección del suelo, sistemas acuáticos	A través de Consejo Consultivo, con restricciones	Restringido por Plan de Manejo a zonas de uso público que difiere en intensidad

	educativo, científico o recreativo.	continentales y costeros, y la mantención de los servicios ecosistémicos que proveen.		
Monumento Natural (MN)	Denomínase Monumento Natural un área, generalmente reducida en extensión, caracterizada por la presencia de componentes relevantes de la diversidad biológica, que contengan además sitios o elementos de interés desde el punto de vista geológico, paisajístico, educativo o científico.	Preservación de muestras de ambientes naturales y de rasgos culturales, geológicos y paisajísticos y la mantención de los servicios ecosistémicos.	X	X
Reserva Nacional (RN)	Denomínase Reserva Nacional un área destinada a conservar y utilizar con especial cuidado las especies nativas, los hábitats y los ecosistemas naturales, que pueden verse expuestos a sufrir degradación, así como aquéllas que presentan importancia para el bienestar de la comunidad local, regional o nacional.	Proteger una o más especies, hábitats o fragmentos de hábitats determinados, a través de una gestión generalmente activa para la conservación, recuperación o restauración de ecosistemas, procesos ecológicos, así como la conservación y protección del recurso suelo y del recurso hídrico, y la mantención de los servicios ecosistémicos.	A través de Consejo Consultivo	Restringido por Plan de Manejo a zonas de uso público que difiere en intensidad
Santuario de la Naturaleza (SN)	Denomínase Santuario de la Naturaleza un sitio terrestre o acuático, cuya conservación es de especial interés científico dada sus características naturales, geológicas, geomorfológicas y paleontológicas, y que ofrecen posibilidades especiales para estudios e	Conservación y mantención de especies y hábitats, terrestres o acuáticos, como de elementos de la diversidad geológica de especial interés científico y educativo.	Depende del administrador	A través de Plan de Manejo, pero cualquier uso a realizar debe ser autorizado por Consejo de Monumentos pero se restringen usos extractivos

	investigaciones.			
Reserva Marina (RM)	Denomínase Reserva Marina un área en la que existen comunidades biológicas, especies marinas y hábitats relevantes para la conservación de la biodiversidad local, regional o nacional.	Conservación y uso sustentable de las comunidades biológicas, especies y hábitats, en las cuales puede existir aprovechamiento por parte de las comunidades locales, cuya actividad se desarrolla ancestralmente o de manera sustentable, sin poner en riesgo los servicios ecosistémicos que estas áreas proveen.	Comité o Consejo de Administración	A través de Plan General de Administración usos no extractivos; y Plan de Extracción de Excedentes Productivos para extracción de recursos hidrobiológicos
Área Marina y Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-Mu)	Denomínase Área Marina y Costera Protegida de Múltiples Usos un área marina o costera en la que existen especies, hábitats, ecosistemas o condiciones naturales y paisajísticas, asociadas a valores culturales o al uso tradicional y sustentable de los bienes y servicios ecosistémicos.	Asegurar el uso sustentable de los bienes y servicios ecosistémicos, a través de un manejo integrado del área, utilizando los instrumentos de conservación disponibles en el ordenamiento jurídico.	Se sugiere una estructura de gobernanza participativa y con voto en toma de decisiones (depende de administrador)	A través de Plan de Manejo y Zonificación se puede incorporar usos ya existentes en un manejo integrado y sustentable especialmente relacionados a la cultura local

Fuente: Elaboración propia en base a consulta www.conaf.cl; www.subpesca.cl; mma.gob.cl.

Propuesta AMCP-MU:

En base al análisis de los antecedentes entonces, y respecto a los aspectos clave de participación de las comunidades locales y la posibilidad de un manejo integrado de usos existentes que no afecten el objeto de conservación que se determine, con la posibilidad de mejorar prácticas e incorporar valores culturales es que la consultora recomienda la figura de Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos como la más adecuada para la zona de estudio.

Una de las razones es la interacción de los diversos usos y a la ocupación existente del territorio por actividades pesqueras y de acuicultura con potencialidad de mejorar su sustentabilidad, lo principal para guiar sí, su declaración y planificación, es la definición de su o sus objetos de conservación, que permitan el desarrollo de actividades que no amenacen lo que se desea proteger o recuperar.

Su definición establece: "Denomínanse Áreas Marinas y Costeras Protegidas de Múltiples Usos las áreas establecidas en el medio marino o costero que presenten especies, hábitats, ecosistemas, condiciones naturales y paisajísticas destinadas a su conservación, contribuyendo con ello al desarrollo sustentable de las comunidades locales. Son objetivos de esta categoría la conservación y uso sustentable del patrimonio ambiental, mediante la mitigación de amenazas naturales, como el cambio climático, o humanas, como la sobreexplotación de los recursos hidrobiológicos; el apoyo a la generación de beneficios para las comunidades locales que viven dentro o en las proximidades del área silvestre protegida; el desarrollo de usos recreativos y el turismo coherentes con los objetivos de conservación; y la facilitación de la investigación científica y el monitoreo ambiental (artículo 21, Proyecto SBAP, MMA, 2011).

Respecto a "el apoyo a la generación de beneficios para las comunidades locales que viven dentro o en las proximidades del área silvestre protegida"; una de las demandas más fuertes de las OPA en particular, es que se trabaje junto a ellos, y se clarifiquen las reglas del juego en cuanto a su participación en las decisiones y la administración de la figura que se establezca. De hecho, en varios talleres surgió la inquietud de que la pesca artesanal está siendo presionada a tal nivel por la situación normativa, de ocupación de los espacios costeros y la contaminación por causas antrópicas de los bancos naturales, que está condenada a desaparecer. Inclusive surgió en los talleres realizados por la consultora, que un objeto de conservación debiese ser la cultura de la pesca artesanal en la comuna (Tabla n°12), conectando con los orígenes de ocupación prehistórica de los changos y el rol estratégico que cumplen por ser quienes traen la proteína marina a las mesas de los chilenos.

Luego, en cuanto a "el desarrollo de usos recreativos y el turismo coherentes con los objetivos de conservación"; existe ya un destino turístico en torno al eje Los Choros-Punta de Choros, pero el sector sur de la comuna no está desarrollado en este sentido, de hecho en los talleres mencionaron que había interés de trabajar en turismo de intereses especiales pero no existían las capacidades instaladas tanto en infraestructura e implementación, como en capital humano. Por lo que existe una necesidad de diversificar y ampliar sus opciones laborales hacia dicho rubro, sacando partido de su patrimonio natural y cultural, lo que sería totalmente congruente con la figura que se propone.

Esta AMCP-MU se propone establecer como sigue:

Límite Norte: Punta Zorro y su proyección en línea recta desde los 80 metros de playa fiscal si existiese hasta las 12 millas de mar territorial al oeste.

Límite Sur: Punta Poroto y su proyección en línea recta desde los 80 metros de playa fiscal si existiese hasta las 12 millas de mar territorial al oeste.

Límite Este: Desde, los 80 metros de playa fiscal; si no fuese el caso, desde los 8 metros de paso servidumbre sobre la alta marea.

Límite Oeste: La milla 12 de mar territorial, exceptuando frente a Caleta Hornos que se sugiere una zona de amortiguación alrededor de Islas Pájaros 1 Pájaros 2 de 2 millas náuticas.

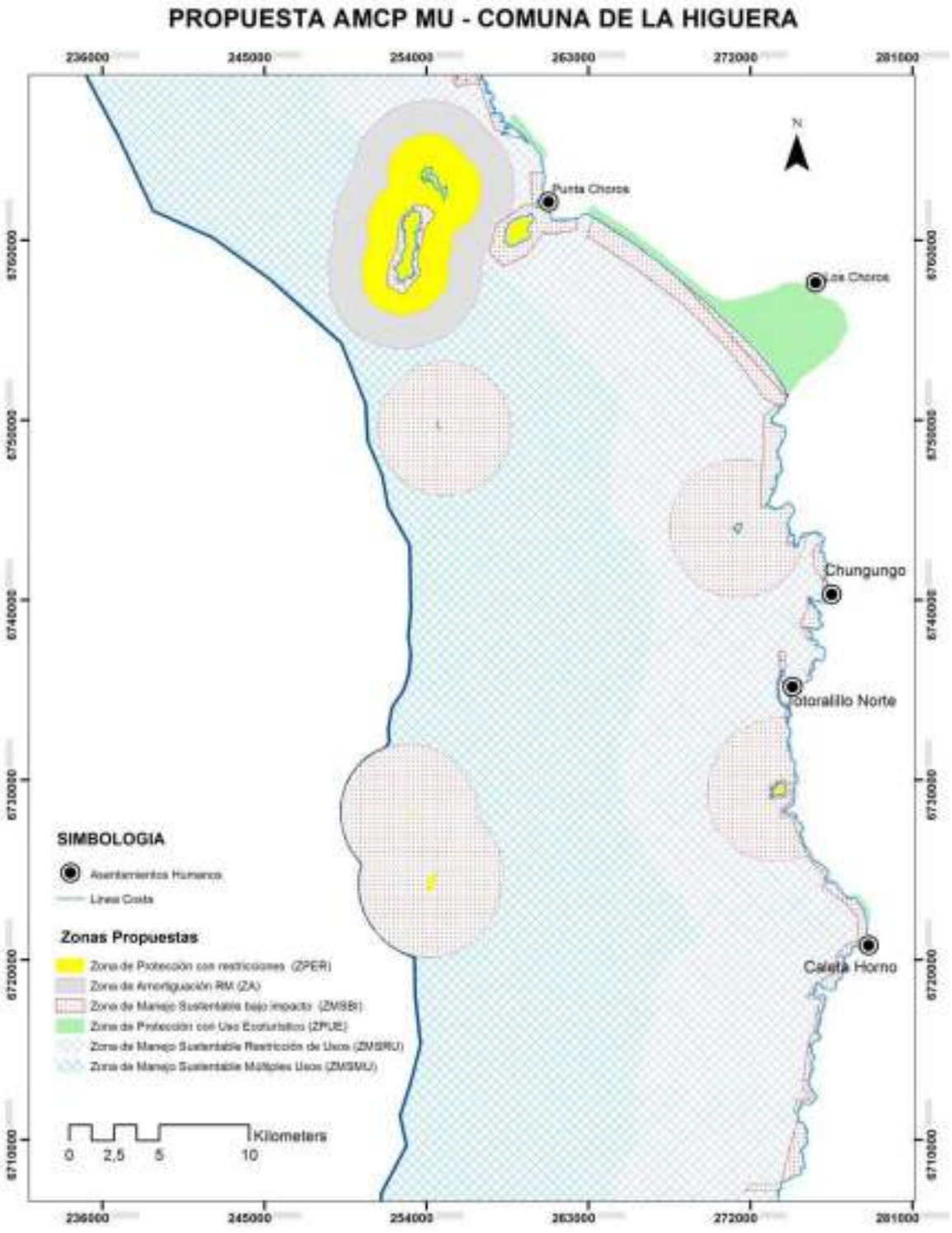


Fig.18: Mapa propuesta de AMCP-Mu La Higuera

Tabla 26: Zonificación AMCP-Mu La Higuera para zona de estudio

Zona	Descripción
Zona de Protección con restricciones **(ZPER)**	Parte terrestre de islas sobre los 80 mts fiscales u 8 metros de paso servidumbre en su defecto (Isla Gaviota, Isla Chungungo, Isla Tilgo, Islas Pajaros I y II), como posible ampliación RNPH. Reserva Marina Choros-Damas Reserva Nacional Pingüino de Humboldt
Zona de Amortiguación RM **(ZA)**	1 milla náutica alrededor de límite actual de RM Choros-Damas
Zona de Protección con Uso Ecoturístico **(ZPUE)**	Sobre los 80 mts fiscales u 8 metros de paso servidumbre en su defecto en: Dunas Bahía Choros, Dunas al norte de Punta de Choros, Dunas La Despensa, Humedal de La Boca Los Choros: desde el pueblo de los Choros a la desembocadura
Zona de Manejo Sustentable bajo impacto (Pesca Artesanal y Usos Turísticos) **(ZMSBI)**	Desde alta marea hasta 1 milla hacia afuera (buffer incluido) en zonas de Alas y AMERB. Dos millas alrededor de Islas e islotes (Isla Gaviota, Isla Chungungo, Isla Tilgo, Islas Pajaros I y II, Islotes Apolillado y Poroto)
Zona de Manejo Sustentable Restricción de Usos **(ZMSRU)**	Por la costa desde el límite de **ZMSBI** hasta las 5 millas: incluye las CCAA, la Navegación y Pesca Artesanal, excluye la Pesca de Arrastre y de Cerco. Se debe entender como corredor biológico
Zona de Manejo Sustentable Múltiples Usos **(ZMSMU)**	Desde el límite de **ZMSRU** hasta el límite oeste de la AMCP-MU (12 millas en general y dos millas al oeste de Islas Pájaros 1 y 2)

Se consideran en la parte marino-costera:

-La RM Choros-Damas, las islas Gaviota, Chungungo, Tilgo, Pájaros I y Pájaros II; los islotes del Apolillado, Totoralillo y Poroto.

-Las AMERB quedarían dentro del AMCP-MU (con sus restricciones propias) y las ALAS también como Zona de Manejo Sustentable de Bajo Impacto, con uso exclusivo de pesca artesanal y turismo sustentable.

-El resto de la columna de agua hasta las 5 millas náuticas, exceptuando las zonas con concesiones de acuicultura o marítima otorgadas, como zona de manejo sustentable con restricción de usos, como la pesca de arrastre y la de cerco a priori, y cualquier uso que no se clasifique como sustentable.

-Entre el límite de las 5 millas y las 12 millas náuticas como zona de manejo sustentable de múltiples usos.

Todo lo anterior es una propuesta que debe ser trabajada en detalle y validad con los actores.

En la zona terrestre en el caso de las islas:

-Sobre los 80 metros se propone declararlas como Santuario de la Naturaleza o Reserva Nacional que permitan un uso de observación y senderismo cuando no perturbe las especies amenazadas. De hecho, CONAF ha manifestado en durante los últimos 10 años al menos, su interés de ampliar la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt hacia el resto de las islas del archipiélago de La Higuera (Isla Gaviota, Isla Chungungo, Isla Tilgo, Islas Pájaros 1 y 2)[28].

En el caso del continente se propone en la extensión sur a norte declarar como Santuarios de la Naturaleza:

-sobre los 80 metros fiscales o si estos no existen sobre los 8 metros de paso de servidumbre, todos los cordones dunarios.

- el Humedal de La Boca de los Choros hasta el pueblo mismo;

-y finalmente los sectores donde existan vestigios antropológicos, históricos y paleontológicos.

Todo lo anterior, en acuerdo cuando sea necesario, con los privados que corresponda. La tenencia de estos sectores en las cercanías de Los Choros pertenece a la comunidad agrícola del mismo nombre, que ha realizado acciones que buscan proteger su territorio, por lo que sería factible avanzar en estos espacios. En el caso de los sectores al sur de Bahía Choros, dependerá del acercamiento a la comunidad y a los dueños particulares de los terrenos; si bien ya han existido conversaciones entre miembros de la comunidad interesados en la conservación de su patrimonio y los particulares (com. pers. Carlos Vega y Alicia Palacios, dirigentes de ATICH y Recolectoras en Caleta Hornos).

Propuesta alternativa a AMCP-MU. Red de Áreas Protegidas en la comuna de La Higuera:

Otra alternativa, si no hay acuerdo para toda la zona, es una red puntual de áreas protegidas considerando sus zonas de amortiguación.

Como se menciona anteriormente, en los talleres se coincide en la necesidad de proteger las zonas terrestres de las islas que no tienen figura de protección, por su importancia para especies de flora y fauna. Así como también, las zonas de dunas y el Humedal de la Boca de Los Choros. A su vez, se menciona la importancia de las AMERBs y ALAs para la sustentabilidad de la pesca artesanal, y como mejorar el manejo de esas zonas y sus bancos naturales (ver Tabla n°12).

De ahí, que se propone como alternativa avanzar en estos puntos de coincidencia, estableciendo una red de áreas protegidas terrestres y marino-costeras, es decir, áreas en puntos determinados y aparentemente aislados, sin embargo, se sugiere implementar el

[28] Comunicación personal funcionarios CONAF Coquimbo en Mesa Técnica SEREMI Medio Ambiente, Ordinario n° 24/2015 de Director de CONAF Coquimbo a SEREMI Bienes Nacionales, donde manifiesta intención de ampliación RNPH a Isla Gaviota.

sentido de conexión de la gestión y los esfuerzos de conservación que debiese tener una red, a través de un único Consejo de Administración de las mismas.

Tabla 27: Propuesta alternativa a AMCP-MU: Red de áreas protegidas

Categoría de AP	Descripción
Reserva Marina (existente)	RM Choros-Damas y su ampliación en 1 milla alrededor
Reserva Nacional (existente)	Reserva Nacional Pingüino de Humboldt (Porción terrestre isla Choros y Damas)
Santuarios de la Naturaleza o Reserva Nacional Archipiélago La Higuera o PH	Parte terrestre de islas sobre los 80 mts fiscales u 8 metros de paso servidumbre en su defecto (Isla Gaviota, Isla Chungungo, Isla Tilgo, Islas Pajaros I y II), como posible ampliación RNPH.
Zona de Amortiguación (ZA) (ampliación Reserva Marina existente)	1 milla más alrededor de RM Choros-Damas
Santuario de la Naturaleza en continente	Sobre los 80 mts fiscales u 8 metros de paso servidumbre en su defecto en: Dunas Bahía Choros, Dunas al norte de Punta de Choros, Dunas La Despensa, Humedal de La Boca Los Choros: desde el pueblo de los Choros a la desembocadura
AMCP-MU con objetivo de mantener los bancos naturales	ALAs desde alta marea hasta 1 milla hacia afuera 2 millas alrededor de islas (Chungungo, Tilgo, Pájaros 1 y 2)
AMERBs (considerándolas parte de un manejo sustentable)	AMERBs vigentes y en trámite

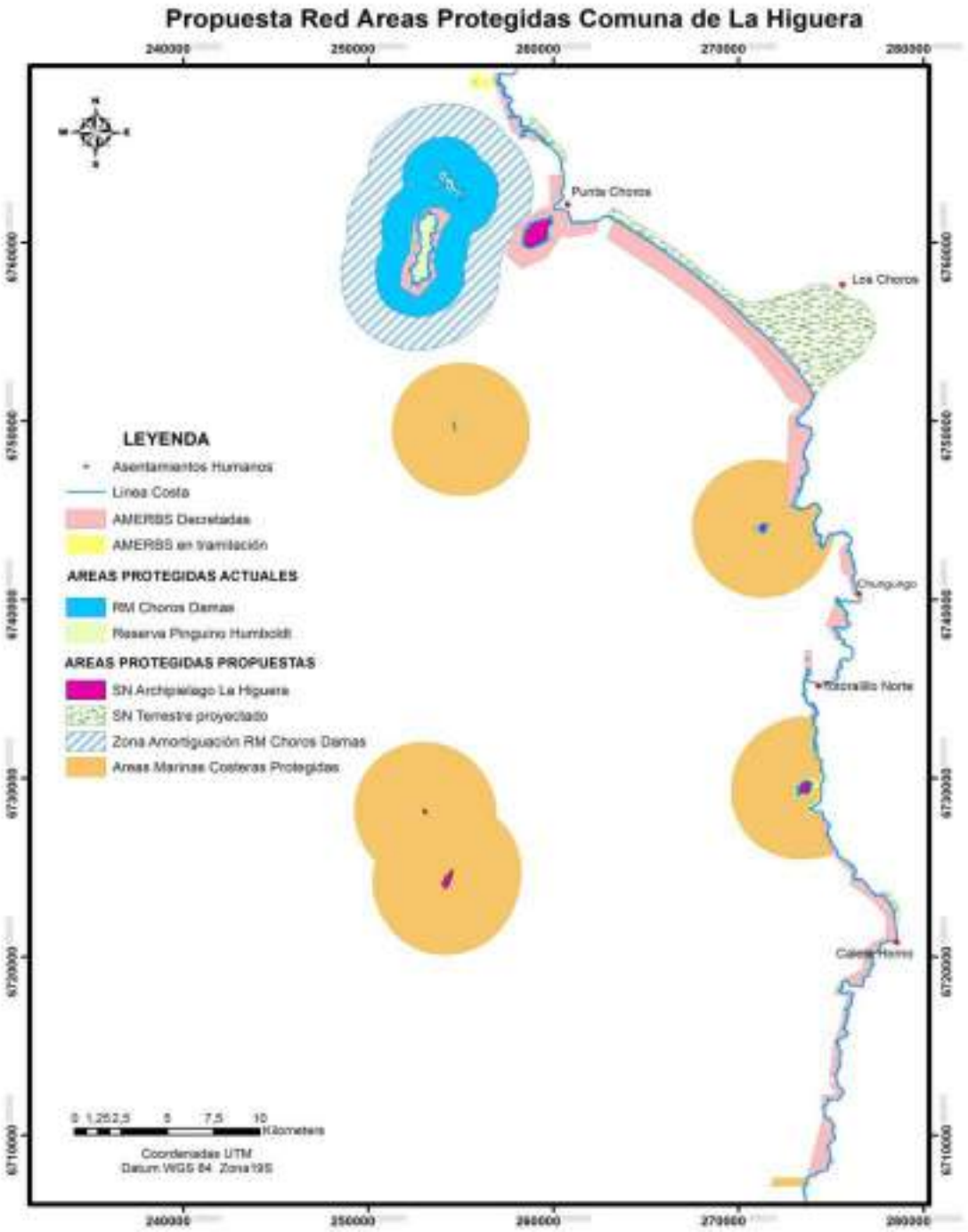


Fig. 19: Mapa de Propuesta Alternativa de Red de Áreas Protegidas de comuna La Higuera.

Plan de Trabajo de largo aliento

Sea una u otra alternativa la que se elija, la forma de enfrentar en términos prácticos la conservación del territorio, debiese considerar un **Plan de Trabajo de largo aliento.**

Esta carta de navegación debe ser con los servicios públicos competentes, que a mediano plazo (este año) cuente con algunos compromisos que sean parte de las agendas particulares de los ministerios. Dichos compromisos, surgen de los puntos de coincidencia respecto a conservación marina que arrojaron los talleres realizados (Tabla n°12) para no desaprovechar las voluntades que los habitantes de los sectores costeros han manifestado y además, si las actividades principales que ejercen actualmente las comunidades se ven beneficiadas, serán los primeros defensores del AMCP-MU. Así que, si bien son para abrir camino a una gestión participativa de la conservación, se sugiere sean parte permanente de un Plan de Manejo y Administración de un Área Protegida de Múltiples Usos o de la Red de Áreas Protegidas.

Este Plan se sugiere contenga las siguientes temáticas y acciones, que surgieron en las conversaciones sostenidas con la comunidad pesquero artesanal y actores de servicios públicos y privados (ver Anexo 4.2. , Actas de reuniones y mesas en este informe y anteriores):

AMERB*:* Mejorar las condiciones de las AMERB respecto a su productividad y acciones de recuperación de algunas especies de manera equitativa, como por ejemplo:

- Proyectos de Repoblamiento de especies objetivo.

- Fortalecimiento de capacidades organizacionales para el manejo biopesquero de las AMERB.

- Mejoramiento en capacidades e insumos para la vigilancia y detección temprana de amenazas.

- Asistencia Técnica para mejorar las condiciones de comercialización.

- Diversificación de actividades productivas en AMERBs (acuicultura, buceo deportivo, explorar nuevas pesquerías, etc.).

Reserva Marina Choros-Damas: Mejorar la administración de la RM, y extender los beneficios al resto de las OPA de la comuna.

-Asignar eficientemente recursos económicos y humanos a la administración de la reserva Marina Choros-Damas, para así, mejorar la vigilancia y disminuir los conflictos por los robos a la RM; e implementar el Plan General de Administración[29].

- Gestionar Plan de Extracción de Excedentes Productivos de la Reserva Marina que permita que se extiendan los beneficios de la misma a todas las OPA de la comuna. Una de las ideas que surgieron en las conversaciones es que la RM supla de semillas de los recursos objetivos de las AMERB de la comuna por ejemplo.

Además se sugiere que los servicios administradores soliciten una ampliación como zona de amortiguación de la Reserva Marina.

[29] D.S. n° 159/2015 MINECON.

Revaloración de la pesca artesanal como patrimonio: Acciones que tiendan a re-posicionar el oficio del pescador artesanal y rescatar sus tradiciones, costumbres.

-Recopilación histórica (Libros, documentales, etc.)

- Reactivar festividades típicas

Protección del área terrestre de las islas e islotes:
-Declaración de las islas como red de Santuarios de la Naturaleza o como ampliación de la RNPH (ejemplo de Islotes y Puntas Guaneras de Perú)

- Incorporar a las OPA y comunidad en la administración de esta figura junto a CONAF.

Reserva de ALAS para la pesca artesanal:
-Figura que reconozca estas zonas compartidas como de uso para la extracción de recursos de la pesca artesanal.

Finalizar con Pesca de Arrastre y Cerco frente a zona de estudio: Una de las actividades más destructivas para los ecosistemas bentónicos es la Pesca de Arrastre, por ello se recomienda que una vez finalizada la vigencia de la actual resolución que la permite dentro de las 5 millas asignadas a la pesca artesanal, no se vuelva a otorgar, para ello es fundamental declarar las 12 primeras millas náuticas (Mar Territorial) entre Punta Zorro por el norte y Punta Poroto por el sur, como AMCP-MU con objetos de conservación asociados al sistema bentónico y a las especies y hábitats amenazados.

Protección legal de patrimonio cultural e histórico de la zona:
-Llegar a acuerdos con actores privados y públicos según corresponda, para establecer figuras de protección a algunos sectores emblemáticos, restaurar e incorporar a comunidades en su gestión. Lugares a priori: Dársena y Cruz Grande, sectores donde existen petroglifos y restos arqueológicos, Pueblo de Los Choros.

Protección legal de sistemas dunarios de la comuna y Humedal de La Boca de Los Choros: Transversal al rescate de información secundaria y primaria, estos ecosistemas surgen como propuesta para conservar dada la relevancia de sus servicios ecosistémicos (hábitat de especies de importancia ecológica, protección ante elevaciones de mar, zonas de recreación, componente de paisaje). La figura a instaurar puede ser Santuario de la Naturaleza.

Nivelación de conocimientos: Para poder dialogar entre las comunidades, los privados y los actores públicos, se necesita manejar el mismo lenguaje. Por ello se plantea como fundamental trabajar en un programa de nivelación de conocimientos respecto a los servicios ecosistémicos de la zona de estudio, como de la gestión de la conservación y sus alternativas. La consultora fue testigo de muchas conversaciones, interpelaciones y discusiones basadas en malos entendidos o desconocimiento de estas temáticas entre los actores. Por lo que se recomienda continuar con espacios de conversación, talleres y actividades diversas que colaboren con estrechar la brecha de conocimiento y comprensión entre comunidad, mundo privado y

público. Los centros de investigación han concentrado mucho de sus esfuerzos en esta zona, y ese trabajo muchas veces no es comprendido y muy poco difundido hacia la comunidad en general. Dicho programa puede ser dirigido tanto a adultos como a los niños y jóvenes de la comuna, como también a servicios públicos y visitantes.

Es necesario recalcar, que la Propuesta de AMCP-Mu y la Propuesta Alternativa de Red de Áreas Protegidas, deben ser ajustadas y acordadas de manera más precisa con la comunidad y servicios públicos, ya que no fue posible en esta consultoría validar las mismas.

2.1.2. Acciones para abordar posibles dificultades para la creación e implementación de medidas de conservación.

Las propuestas que presenta la consultora, se plantean desde las coincidencias que arrojaron los talleres de trabajo con las OPA (Ver Tabla n°12 y Anexo 4.2), por lo que si se desarrolla un proceso de validación con todos los actores no debiese haber mayores dificultades. Sin embargo, con los que ejercen acciones de pesca fuera de la comuna lo más probable es que existan conflictos, por ello es esencial realizar un catastro y diseñar un Plan de Manejo en el tema pesquero lo más inclusivo posible.

Otros actores que deben ser convocados son los titulares de las concesiones de acuicultura y marítima con proyectos aprobados, y trabajar planes que mejoren la sustentabilidad de sus actividades. En este punto, lo más complejo es el trabajo con los proyectos portuarios, sin embargo se pueden circunscribir a sus tracks de navegación.

La propuesta alternativa que establece ir de lo particular a lo general, puede ser más rápida de implementar, disminuyendo los conflictos que pueden surgir. En este sentido, si existen voluntades en los servicios públicos para proteger las islas, dunas, humedal de Los Choros y el patrimonio cultural, se sugiere comenzar lo más pronto posible a elaborar los expedientes y presentar las solicitudes de declaración.

En definitiva, algunas claves para un avance exitoso pueden ser:

-Asegurar voluntad política de avanzar en el corto plazo en Plan de Trabajo para la conservación en Borde Costero y Maritorio de la comuna de la Higuera como parte de un AMCP-MU.

-Mantener comunicación constante con actores de decisión que han sido incorporados al proceso: mantener actualizados los contactos y una agenda de reuniones.

-Respetar los acuerdos y formalizarlos.

-Asegurar continuidad de las acciones y compromisos: contar con financiamiento suficiente y un equipo y forma de trabajo que trascienda las vicisitudes administrativas.

-Asegurar que el beneficio llegue a las comunidades locales tanto como al resto del país.

2.2. Objetivo n°2.

La contraparte solicitó una serie de productos a lo largo de la consultoría, relacionados con la organización del Congreso Internacional de Áreas Marinas Protegidas (IMPAC 4).

En primera instancia, dentro de las bases técnicas se solicitó confeccionar una Lista de actores estratégicos y una Propuesta de Agenda a nivel regional para apoyar la organización e implementación del Congreso. Posteriormente, como apoyo a la solicitud de un aporte al Gobierno Regional, se solicitó una propuesta de Marco Lógico. Finalmente, se requirió el costeo de algunas actividades del Congreso. En anexo 4.3. se adjuntan minutas de las reuniones sostenidas.

A continuación, se presentan los productos en orden de solicitud.

i) Listado de actores:

Se confeccionó un listado de actores preliminar, basado en los productos entregados en Licitación "Apoyo a la preparación del Cuarto Congreso Mundial de Áreas Marinas Protegidas (IMPAC 4)" (ID: 608897-93-LE15); y en el análisis que ha realizado la consultora del contexto regional.

A continuación, se enumeran las instituciones y organizaciones a nivel regional que debiesen estar presentes como aliados estratégicos en la Organización del Congreso Internacional de Áreas Marinas Protegidas (IMPAC) 4:

Tabla 28: Listado de actores estratégicos para IMPAC 4:

N°	Institución/Organización	Ámbito
1	Intendente Región de Coquimbo	Público
2	Gobierno Regional de Coquimbo (GORE)	Público
3	Consejo Regional de Coquimbo (CORE)	Público
4	SEREMI de Gobierno	Público
5	SEREMI de Economía	Público
6	SEREMI Transportes y Telecomunicaciones	Público
7	SEREMI de Cultura	Público
8	SEREMI Obras Públicas	Público
9	Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA)	Público
10	Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA)	Público
11	Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR)	Público
12	Corporación Nacional Forestal (CONAF)	Público
13	Instituto de Fomento Pesquero (IFOP)	Público
14	Corporación de Fomento de la Producción (CORFO)	Público
15	Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP)	Público
16	Gobernación Marítima (DIRECTEMAR)	Público
17	Capitanía de Puerto Coquimbo	Público

18	Aeropuerto (Dirección de Aeronáutica Civil)	Público
19	Carabineros	Público
20	Policía de Investigaciones	Público
21	Municipalidad Coquimbo	Público
22	Municipalidad La Serena	Público
23	Municipalidad de La Higuera	Público
24	Universidad Católica del Norte	Privado
25	Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas	Privado
26	INACAP	Privado
27	Hotel Enjoy	Privado
28	Cámaras de Turismo	Privado
29	Cámaras de Comercio	Privado
30	Medios de comunicación Regionales	Privado
31	Semanario El Tiempo	Privado
32	Empresas Regionales sin conflictos ambientales (Viñas, Pisqueras, CCHC, etc.)	Privado
33	Federación de Pescadores de la Comuna de La Higuera	Comunidad
34	Agrupación Comunitaria de Trabajadores Independientes del Mar de Caleta Hornos / Turismo Caleta Hornos	Comunidad
35	Sindicato de Trabajadores Independientes N°1 de Buzos y Pescadores Artesanales de "Caleta Hornos" (STIPA Caleta Hornos)	Comunidad
36	AG de Trabajadores del Mar Independientes Punta de Choros	Comunidad
37	Organizaciones de Chungungo y Caleta Hornos que no están dentro de Federación de Pescadores de La Higuera	Comunidad

Con ellos, se propone trabajar en dos espacios de participación:

Comité Operativo Regional (COR): que incluya a los SSPP y actores privados esenciales en donde se propone a DIPLADE, SEREMIS de Gobierno (Carabineros, PDI), Economía (Subpesca, SERNAPESCA, SERNATUR, CONAF, IFOP), DIRECTEMAR, MUNICIPALIDADES, UCN, CEAZA, Corporación Regional de Desarrollo Productivo.

Comité Ampliado Regional (CAR): que incluya a los demás actores.

Lo anterior, sin perjuicio de reuniones temáticas o bilaterales para avanzar en temas específicos.

Es necesario destacar, que lo más probable que varias de las acciones que se realicen de coordinación deban ser refrendadas a través de convenios o algún acuerdo escrito para agilizar la gestión.

ii) Agenda de Trabajo Regional:

Respecto a la agenda que debiese trabajar la región, se presenta a continuación una propuesta que se elabora a partir de la Hoja de Ruta de Consultoría anterior ya mencionada y lo que fue presentado por Diego Flores, Jefe de Áreas Protegidas del Ministerio de Medio Ambiente en el contexto de esta consultoría. Se deben aún definir los responsables e involucrados y algunas actividades más precisas.

Folio011239

Tabla 29: Propuesta de Agenda Regional para Organización IMPAC 4.

Tema	Subtema	Actividades	Responsables	Involucrados
Coordinación	Constitución y funcionamiento COR	Programación Sesiones	SEREMI Medio Ambiente	MMA, COR
		Seguimiento Agendas	SEREMI Medio Ambiente	MMA, COR
	Coordinación con Nivel Central	Programación de Videoconferencias	Sección Áreas Protegidas , MMA	MMA
		Coordinación Agenda con Productora	SEREMI Medio Ambiente	MMA
	Programación de Agenda	Cronograma Agenda	SEREMI Medio Ambiente	MMA, COR
		Costeo Agenda	SEREMI Medio Ambiente	MMA, COR
		Seguimiento Agenda (convenios y cartas de acuerdos, gestiones)	SEREMI Medio Ambiente	MMA, COR
Estrategia Comunicacional y Posicionamiento de la Región	Notas de Prensa		Productora	COR
	Reportajes		Productora	COR
	Lanzamientos 2017 (Enero y Mayo)	Gestión Local	Productora	COR
		Organización Lanzamiento	Productora	COR
	Eventos Locales Pre IMPAC (Instalación Tema en la Región)	Ferias Temáticas	Municipalidades	COR
		Seminarios/Coloquios	Universidades	COR
		Exposiciones (Fotografía/Documentales)	ONG	COR
Soporte Congreso	Transporte Aeropuerto/ Lugares de Alojamiento (Transfers o Shuttle)		Productora, SEREMI de Medio Ambiente	SEREMI de Transportes
	Transporte Circuito Diario (Acercamiento a Sede de Congreso/ A Side Events)		Productora, SEREMI de Medio Ambiente	SEREMI de Transportes
	Organización Ceremonias de Apertura y Clausura	Programación Evento	SEREMI Medio Ambiente- Productora	COR
		Gestión Sede	SEREMI Medio Ambiente- Productora	COR
		Gestión Servicios Coctel	SEREMI Medio Ambiente- Productora	COR
		Gestión Show Artístico	SEREMI Medio Ambiente- Productora	COR, CULTURA
		Gestión Animación y Soporte Audiovisual	SEREMI Medio Ambiente- Productora	COR
	Propuesta Side Events de Posicionamiento Región	MParty (Feria Gastronómica y Cultural con Caletas Pesqueras en Playa frente a Enjoy)	SEREMI Medio Ambiente- Productora	SERNAPESCA/ OPA, Universidades y Enjoy
		Evento Cultural Paralelo	SEREMI Cultura	COR, CULTURA

		Feria Regional (la del año pasado)	Intendencia	SERNATUR/INDAP/ Corporación de Desarrollo de Coquimbo
		Stand Soporte Turismo en Congreso	SERNATUR	Municipalidades y Cámaras de Turismo
	Visitas Técnicas (RN Pingüino de Humboldt/ Reservas Marinas Choros-Damas y Chañaral/ La Higuera Sur/ AMCP-MU IGA)	Transporte Marítimo	Productora, MMA	Autoridad Marítima
		Transporte Terrestre	Productora, MMA	SEREMI de Transporte
		Guiado	Productora, MMA	CONAF, SERNAPESCA, Universidades y Organizaciones locales
		Colaciones	Productora, MMA	
	Alojamiento 50 personas e inscripciones (locales y socios estratégicos)	Gestión Reservas	Convention Bureau	
		Por definir		
	Coffees y Almuerzos (definir alcance)	Por definir	Enjoy	
	Seguridad	Por definir	SEREMI de Gobierno	Intendencia, SEREMI de Gobierno
	Pasacalles y Promoción IMPAC en conurbación La Serena-Coquimbo (Avenida del Mar/ Centros Urbanos/ Ruta 5 Norte)	Por definir	Oficinas Municipales designadas	Municipalidades de La Serena y Coquimbo, Intendencia

Luego de que la Agenda Regional fue sancionada por la contraparte técnica, se presentó a la Mesa del Comité Operativo Regional, se sugiere que se complete con los socios estratégicos, incluyendo los costos asociados (vía cotizaciones o referencias) para precisar el presupuesto.



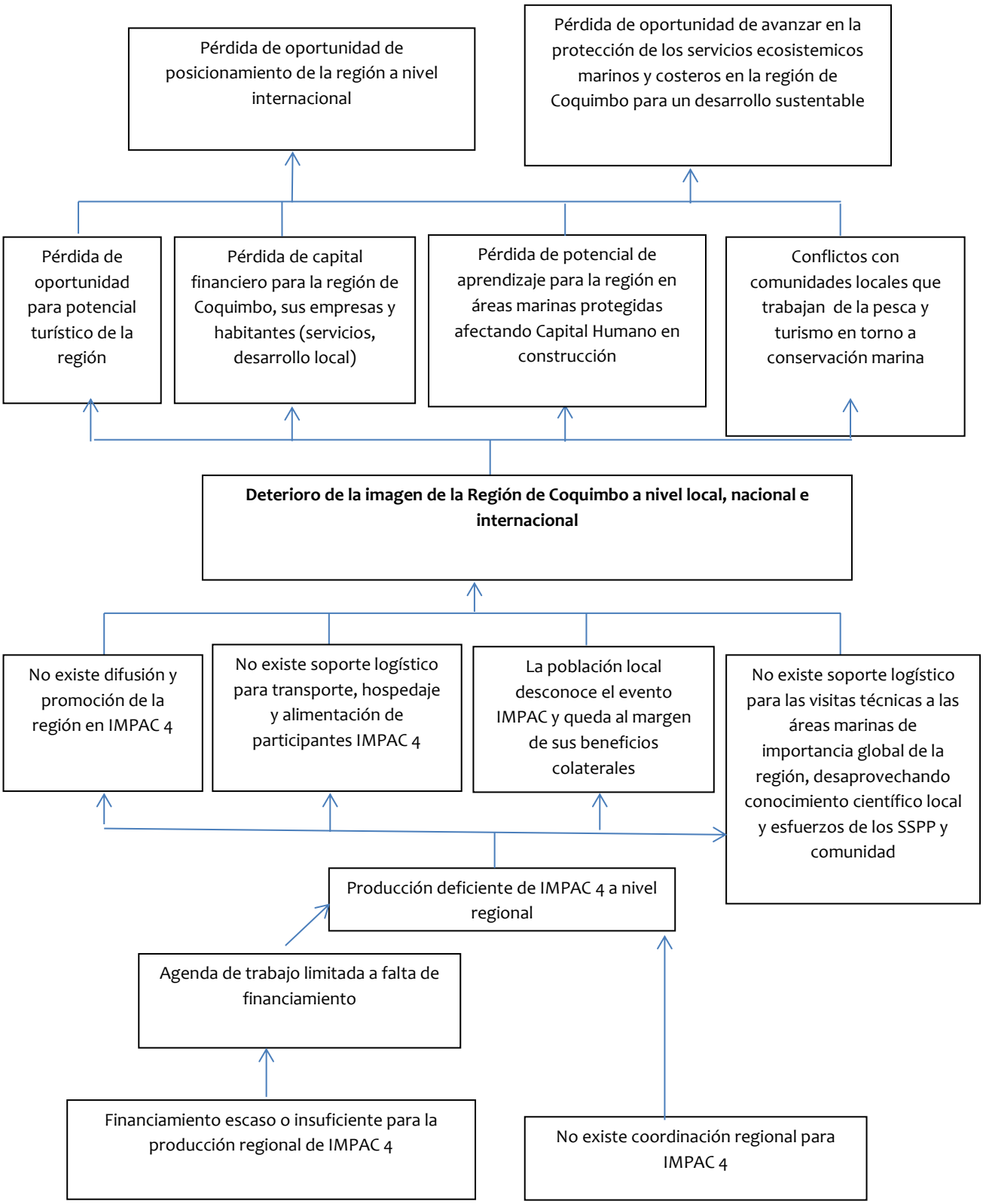
Fig. 20: Reunión con actores regionales por IMPAC.

En función del aporte de los socios estratégicos y sus colaboraciones que pueden ser no en recurso fresco sino en valorizaciones, se sugiere definir lo que necesitará como financiamiento directo.

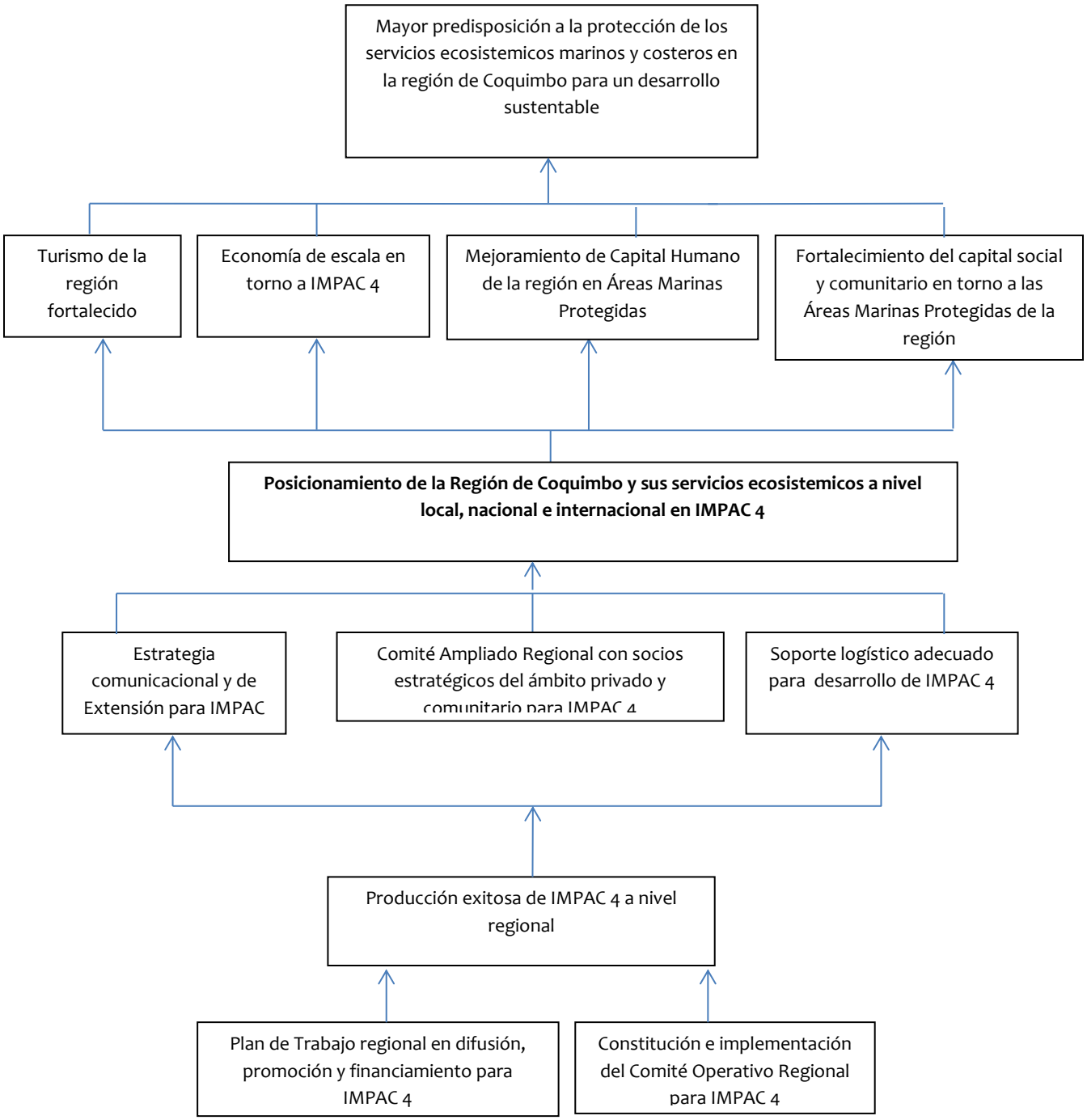
iii) Propuesta provisoria Marco Lógico:

Como producto adicional a la consultoría, se solicitó apoyar un Proyecto FNDR a presentar al Gobierno Regional para la obtención de financiamiento para IMPAC 4. En base a la Agenda Regional, se elaboraron los Árboles de Causa-Efecto y Soluciones, además de una propuesta inicial de Marco Lógico (objetivos, fin, propósito, componentes y actividades). Cada uno de los productos mencionados se presentan sucesivamente a continuación:

Árbol Causa-Efecto



Árbol de Soluciones:



Objetivos:

Objetivo General:

Contribuir al posicionamiento de la Región de Coquimbo y sus servicios ecosistemicos en el Congreso Internacional de Áreas Marinas Protegidas (IMPAC 4) del cual será sede.

Objetivos Específicos:

1. Coordinar eficientemente a los actores públicos, privados y de la comunidad a través de la ejecución y seguimiento de la Agenda Regional para el desarrollo de IMPAC 4.
2. Desarrollar la Estrategia Comunicacional y de Extensión para IMPAC 4 en la región de Coquimbo mediante la sensibilización de la comunidad sobre Áreas Marinas Protegidas y sus beneficios; y el posicionamiento de la región a todo nivel.
3. Facilitar el soporte logístico adecuado para la realización de IMPAC 4 en la región a través de servicios oportunos y de calidad.

Matriz de Marco Lógico a Nivel de Propósito.

Propósito: PLAN IMPAC 4 Región de Coquimbo	
	Objetivos
FIN	Contribuir al posicionamiento de la Región de Coquimbo y sus servicios ecosistemicos en el Congreso Internacional de Áreas Marinas Protegidas (IMPAC 4) del cual será sede.

Componentes:

I. Coordinación Plan IMPAC 4	**II. Estrategia Comunicacional y de Extensión IMPAC 4**	**III. Soporte Logístico IMPAC 4**
Coordinar eficientemente a los actores públicos, privados y de la comunidad a través de la ejecución y seguimiento de la Agenda Regional para el desarrollo de IMPAC 4.	Desarrollar la Estrategia Comunicacional y de Extensión para IMPAC 4 en la región de Coquimbo mediante la sensibilización de la comunidad sobre Áreas Marinas Protegidas y sus beneficios; y el posicionamiento de la región a todo nivel.	Facilitar el soporte logístico adecuado para la realización de IMPAC 4 en la región a través de servicios oportunos y de calidad.

FIN				
	Objetivos	**Indicadores**	**Medios de Verificación**	**Supuestos**
PROPÓSITO	Contribuir al posicionamiento de la Región de Coquimbo y sus servicios ecosistemicos en el Congreso Internacional de Áreas Marinas Protegidas (IMPAC 4) del cual será sede.	1. EFICACIA: Nombre: Porcentaje de cumplimiento de Productos Plan IMPAC 4 Fórmula: (Nº de productos ejecutados / Nº Total de productos Plan) x 100 Meta al final del Plan: 90% 2. CALIDAD: Nombre: Porcentaje de participantes de IMPAC 4n que evalúan de satisfactorio el desempeño de la sede y la región Fórmula: (Nº participantes satisfechos/Nº total de participantes) x 100 Meta al final del Plan: 70% 3. EFICIENCIA: Nombre: Porcentaje de las actividades propuestas en Plan IMPAC 4 que fueron ejecutadas por socio estratégico Fórmula: (nº actividades ejecutadas por socio estratégico / nº de actividades propuestas en Plan) x 100 Meta al final del Plan:70% 4. ECONOMIA: Nombre: Porcentaje de ejecución del presupuesto del Plan Fórmula: (Monto presupuesto ejecutado /Monto Total asociado a Plan) x 100. Meta al final del Plan: 100% 5. ECONOMIA: Nombre: Porcentaje de aportes de terceros por sobre presupuesto total de Plan Fórmula: (Monto Total aportado por terceros en la ejecución del Plan/ Monto total de presupuesto para el Plan) x 100. Meta al final del Plan: 25%	-Plan IMPAC 4 -Informes de Seguimiento Mensual -Informe de cumplimiento -Encuesta de satisfacción. -Registro de participantes -Bitácora de actividades -Presupuesto de actividades -Cartas de Compromiso o Convenios -Actas de Acuerdo -Presupuesto asociado a Plan -Informe de Ejecución Presupuestaria	Existencia de condiciones administrativas por parte del Ministerio de Medio Ambiente para cumplir con los objetivos del Plan
COMPONENTE N°1	Coordinar eficientemente a los actores públicos, privados y de la comunidad a través de la ejecución y seguimiento de la Agenda Regional para el desarrollo de IMPAC 4			
ACTIVIDADES	Se elaborara la Agenda Regional para IMPAC 4 definiendo costos asociados			

	Se contratará a Coordinador de Agenda Regional			
COMPONENTE N°2	Desarrollar la Estrategia Comunicacional y de Extensión para IMPAC 4 en la región de Coquimbo mediante la sensibilización de la comunidad sobre Áreas Marinas Protegidas y sus beneficios; y el posicionamiento de la región a todo nivel.			
ACTIVIDADES	Se realizará Lanzamiento IMPAC 4 en región 2016			
	Se realizará Lanzamiento IMPAC 4 en región 2017			
	Se diseñará App IMPAC 4			
	Se contratará servicio de Reportajes y Notas pre y en IMPAC 4			
COMPONENTE N°3	Facilitar el soporte logístico adecuado para la realización de IMPAC 4 en la región a través de servicios oportunos y de calidad.			
ACTIVIDADES	Se contratará servicio Transporte Aeropuerto/ Lugares de Alojamiento (Transfers o Shuttle)			
	Se contratará servicio Transporte Circuito Diario (Acercamiento a Sede de Congreso/ A Side Events)			
	Se contrataran servicios logísticos y de espectáculo para Ceremonias de Apertura y Clausura IMPAC 4			
	Se contrataran servicios logísticos para Visitas Técnicas (transporte terrestre			

	y marítimo, guiado y colaciones)			
	Se contratará Alojamiento 50 invitados socios estratégicos MMA			
	Pago inscripciones socios estratégicos regionales			
	Se contratará servicios de Coffees y Almuerzos (definir alcance)			
	Offsetting Huella de CO_2			
	Pasacalles y Promoción IMPAC en conurbación La Serena-Coquimbo			
	Organización de Side Events Regionales: MParty (Feria Gastronómica y Cultural con Caletas Pesqueras en Playa frente a Enjoy) Evento Cultural Paralelo Feria Regional (simil a Expo-Coquimbo) Stand Soporte Turismo en Congreso			

iv) Costeo Visitas Técnicas:

Para este producto se realizó una reunión con los actores más estratégicos y se solicitaron cotizaciones para aproximar los costos.

Acta reunión:

Reunión Diseño Visitas Técnicas para IMPAC 4 para Costeo por financiamiento GORE Coquimbo

Fecha: Jueves 5 de enero 2017

Lugar: Sala de reuniones CONAF Coquimbo

Asistentes:

-Waldo Canto (Jefe Provincial Elqui CONAF)

- José Miguel Torres (Jefe Depto Áreas Silvestres Protegidas)

-Diego Morales (Encargado Provincial de Áreas Silvestres Protegidas CONAF)

-Gerardo Cerda (Encargado Administración Pesquera SERNAPESCA Coquimbo)

-Carlos Gaymer (Profesor Asociado UCN, ESMOI, CEAZA)

-Katerina Varas, Consultora.

Para el desarrollo de la siguiente minuta, en la reunión se consideraron aspectos como: capacidad de carga de las áreas protegidas, como y que mostrar, calidad técnica, optimizar experiencia del visitante, capacidades de los servicios, considerar comunidad local y Municipalidad.

I Acuerdos:

1. Respecto a la ruta a visitar, se recomienda:

-Ruta A: La Serena-Punta de Choros (Reserva Nacional PH y Reserva Marina Choros-Damas)- Los Choros- Chungungo-Caleta Hornos (considera desembarco en Isla Damas).

- Ruta B: La Serena-Chañaral de Aceituno (Reserva Nacional PH y Reserva Marina Isla Chañaral)- Los Choros- Chungungo-Caleta Hornos (no considera desembarco).

Estas rutas están sugeridas para: no concentrar toda la visitación en Choros-Damas, aprovechar la ruta para conocer áreas marinas protegidas, pero también la continuidad ecosistemica en la que están enmarcadas, además de la potencialidad de la parte sur de la comuna de La Higuera. Por otra parte se considera guiado técnico especializado, y la posibilidad de incluir a ciertas personas de la comunidad en el relato.

2-. Respecto a días v/s capacidad de carga de las áreas protegidas:

Se recomienda que las visitas técnicas se dividan en dos días, de manera óptima debiesen realizarse antes o después del Congreso IMPAC, para que el participante pueda aprovechar el contenido del Congreso.

Cada día se recomienda 200 personas a Choros Damas y 100 personas a Isla Chañaral, es decir un cupo total de 600 personas.

3-. Logística de Visitas Técnicas:

El diseño que se propone busca minimizar el impacto en la zona y maximizar la experiencia del visitante.

Traslado:

Terrestre: Se sugieren buses de turismo con todas las comodidades para 20 pasajeros (más guía y alguien de equipo técnico) que salgan desde La Serena.

Por lo tanto por día, 10 buses irían a Punta de Choros distribuidos en dos grupos a horarios desfasados y 5 a Chañaral de Aceituno.

Cada bus debe contar con guiado profesional, en este punto, la UCN ofrece los 15 guías por día.

Marítimo: se contrataran los servicios de las embarcaciones turísticas que se encuentran en cada caleta.

Se sugiere que en el caso de Punta de Choros se contraten las 3 embarcaciones de 24 personas y las otras 13 de 10, para optimizar los guías de UCN, considerando a los guías profesionales que tienen los operadores turísticos. La finalidad es que cada embarcación lleve un guía calificado.

En el caso de Chañaral de Aceituno, se sugiere una metodología similar que asegure la calidad del guiado.

Alimentación: Para el viaje se le entregara una colación de cortesía (agua, snack, fruta), se les dará almuerzo en el destino (Punta de Choros o Los Choros, Chañaral de Aceituno). Este almuerzo se sugiere como un menú estándar (empanada, pescado frito o a la plancha más ensalada, bebida /considerar vegano).

Posteriormente en Caleta Hornos se sugiere un refrigerio final ofrendado por comunidad y Municipalidad de La Higuera.

Producto reunión:

Agenda Visitas Técnicas

Salida desde La Serena:

7:00 am: Primer bus a Punta de Choros y el bus a Chañaral de Aceituno.

7:30 am: Segundo bus a Punta de Choros (el programa se desfasa media hora para este bus).

Punta de Choros

Llegada a destino:

8:30 am: Charla técnica en carpa habilitada. Bienvenida de parte de administrador de Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, UCN puede realizar charla junto a SERNAPESCA y un miembro de la comunidad (Considerar arriendo de carpa, habilitación y equipo para presentación audiovisual).

9:00 am: Paseo marítimo y desembarco Isla Damas (en Isla Damas se acompaña recorrido por Administrador y Guardaparques CONAF)

12:00 pm: Desembarco en Punta de Choros, almuerzo en lugar a definir (Punta de Choros o Los Choros)

13:30 pm: Visita a atractivos de Los Choros (Olivos y Crianceros)

14:30 pm: Salida hacia Chungungo

16: 00 pm: Visita panorámica Ruta Chungungo-Caleta Hornos (Bus se detiene en ciertos puntos estratégicos para apreciar Archipielago y relatar características del territorio)

17:30 pm: Finalización de visita con refrigerio en Caleta Hornos

18:20 pm: Salida hacia La Serena

19: 00 pm: Arribo a La Serena.

Chañaral de Aceituno

Llegada a destino:

9:00 am: Charla Técnica en Domo (considerar arriendo equipo para presentación audiovisual, UCN puede realizar charla junto a SERNAPESCA, CONAF y un miembro de la comunidad)

9:40 am: Paseo marítimo circundando Isla Chañaral .

12:40 pm: Desembarco en Chañaral de Aceituno, almuerzo en lugar a definir

14: 30 pm: Visita a atractivos de Los Choros (Olivos y Crianceros)

15:00 pm: Salida hacia Chungungo

16: 30 pm: Visita panorámica Ruta Chungungo-Caleta Hornos (Bus se detiene en ciertos puntos estratégicos para apreciar Archipielago y relatar características del territorio)

17:45 pm: Finalización de visita con refrigerio en Caleta Hornos

18:20 pm: Salida hacia La Serena

19: 00 pm: Arribo a La Serena.

II Consideraciones:

- Coordinación entre regiones Coquimbo y Atacama. Cada servicio (SERNAPESCA Y CONAF) se coordinara internamente con su homónimo.
- El relato del guiado se sugiere se coordine entre UCN y los Servicios Públicos competentes.
- Se considera un guía por bus, sin embargo, en el caso del paseo marítimo estos se duplican ya que la mayoría de las embarcaciones es para 10 pasajeros, por lo que al licitar el paseo marítimo se debe considerar que incluyan guías de calidad.

El guiado debe comenzar desde que los pasajeros suben al bus, con contenidos técnicos y de interpretación ambiental del territorio. Para los guía UCN se debe considerar colación y almuerzo.

- Se sugiere elaborar tríptico de interpretación ambiental diseñado especialmente para la ocasión, para entregar a cada pasajero al inicio del viaje.
- Se debe considerar servicio de ambulancia para los dos destinos acompañando las rutas.
- Se debe considerar la modalidad de licitación de los servicios (paquete que incluya transporte terrestre, marítimo, alimentación, guiado marítimo), que garantice que sean operadores locales y de calidad.
- Considerar condiciones climáticas en la programación de las visitas, es decir puede incluirse en el programa dos alternativas, dos días antes del Congreso o dos días después. Así se contaría por ejemplo con 4 días para realizar las visitas.

III Desglose de Costos:

Este desglose considera los costos individuales de los servicios, es decir sin contratar operador turístico, como una primera aproximación. Como base para 660 personas, considerando guías.

Transporte Terrestre

La Serena-Punta de Choros- La Serena: $10.000 p/p. (440)

Total $ 4.400.000

La Serena-Chañaral de Aceituno- La Serena: $12.000 p/p. (220)

Total $2.640.000

Transporte Marítimo

$10.000 p/p.

Total $6.600.000

Entrada CONAF (Reserva Nacional Pingüino de Humboldt)

$3.000 p/p adulto nacional / $6.000 p/p adulto extranjero

Total hasta $ 3.960.000 (calculado en función de adulto extranjero)

Almuerzo

$8.000 p/p

Total: $5.280.000

Colación

$3.500 p/p

Total: $2.310.000

Tabla 25: Resumen costo por persona para Visitas Técnicas:

Item	Costo por persona (rango)	Costo total (rango)
Visita Técnica RM Choros-Damas sin operador	$37.500	$16.500.000
Visita Técnica RM Choros-Damas con operador	$36.000-$53.650	$15.840.000-$23.606.000
Visita Técnica RM Isla Chañaral sin operador	$39.500	$8.690.000
Visita Técnica RM Isla Chañaral con operador	$41.000- $59.200	$9.020.000-$13.024.000

Arriendo carpa

Características: para 110 personas/con 110 sillas plegables/ Amplificación micrófonos, note book./ Telón y data show / Pódium.

$1.739.780- $2.118.000

Pantalla led (recomedada por problemas de visualización de proyección en telon)

$821.100

Costos aproximados Visitas Técnicas:

Mínimo: $26.269.780

Máximo: $39.569.100

Faltaría agregar: Trípticos, pago guías externos, ambulancias, refrigerio en Caleta Hornos.

En anexo 4.4. se adjunta resumen cotizaciones.

v) Costeo Ceremonias de Clausura y Apertura/ Costeo 50 invitados

Para estas dos solicitudes se alcanzó a realizar una reunión con Carola Hurtado profesional encargada de Convention Bureau de Municipalidad de La Serena el día 31/01/2017. Como sugerencia para las ceremonias se acuerda solicitar información más precisa del carácter de las mismas a contraparte y a productora, para fijar el estándar (tipo de ceremonia, cantidad de personas, seguridad requerida, horario, etc.) y que servicios se requerirían.

A priori si se sugiere que una de las ceremonias se realice fuera del Enjoy, por ejemplo frente a Intendencia o en un lugar cerca del mar; y la otra en el Enjoy propiamente lo que significa que los servicios los proporcionan ellos.

Se conversa sobre un show artístico en la ceremonia de apertura, y se sugiere un grupo folclórico de gran calidad que contrata usualmente la Municipalidad. Existen algunas productoras pequeñas en la región, pero todo dependerá de cómo se coordine con productora general y la fórmula de contratación de los servicios (vía licitación u otra).

Se entregan datos de productoras:

-Productora LR Producciones: Rainier Castro, fono 51-2211012

-Napoleón Eventos: Marcos Carrasco, fono 51-2545150

Respecto de las 50 habitaciones para invitados, Carola sugiere actualizar las cotizaciones que se solicitaron en consultoría anterior de Rodrigo Guijón el verano de 2016, con algunos hoteles del estándar requerido (Campanario y Campanario del Mar Diego de Almagro y Costa Real) y visitar algunos otros (Serena Suite, Francisco de Aguirre, el mismo Enjoy) para solicitar cotizaciones. Carola ofrece apoyar en esta gestión pero a finales de febrero, ya que en esta época los administradores de hotelería están atareados con los turistas estivales.

3. Trabajos citados

(BCN), B. d. C. N. d. C., 2008. *Reporte Estadístico Comunal La Higuera,* s.l.: Sistema Integrado de Información Territorial.

(DTS), D. T. S., 2008. *Estudio Básico Diagnóstico y Plan de Desarrollo Turístico comuna de La Higuera (PLADETUR),* La Serena: s.n.

(INE), Instituto Nacional de Estadísticas, 2005. *Chile: Ciudades, Pueblos, Aldeas y Caseríos.* Santiago de Chile: s.n.

Cavieres LA, M. M. A. M. C. M. O. M. &. F. S., 2001. Determinación de áreas proritarias para la conservación: análisis de parsimonia de endemismos (PAE) en la flora de la IV región de Coquimbo. En: G. A. &. J. G. Squeo FA, ed. *Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo.* La Serena: Ediciones Universidad de La Serena, pp. 159-170.

Cordero Quinzacara, E., 2011. Ordenamiento territorial, justicia ambiental y zonas costeras. *Revista de Derecho de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso,* Issue XXXVI, pp. 209-249.

Corporacion Nacional Forestal (CONAF), 2017. *Estadísticas Visitantes Unidad SNASPE para el año 2016,* s.l.: s.n.

Instituto de Ecología y Biodiversidad Chile (IEB), 2015. *Informe Final: Identificación de las áreas de alto valor para la conservación (AAVC) en la eco-región Chile Central y la provincia biogeográfica de Juan Fernández,* La Serena: s.n.

OCEANA, 2011. *Propuesta para la creación del área marina y costera protegida de múltiples usos La Higuera-Isla Chañaral,* s.l.: s.n.

Oceana, 2013. *Identificación y aporte de actores de interés (stakeholders) al proceso de planificación de la potencial área marina costera protegida de múltiples usos La Higuera-Isla Chañaral,* Coquimbo: Oceana.

Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y Ministerio de Desarrollo y Planificación del Gobierno de Chile, 2004. *Las trayectorias del Desarrollo Humano en las comunas de Chile (1994-2003).n°11 Temas de desarrollo humano sustentable.* Santiago de Chile: s.n.

Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2009. *Biodiversidad, desarrollo y alivio de la pobreza: Reconociendo el papel de la biodiversidad para el bienestar humano,* Montreal: s.n.

Squeo, F. & G Arancio & Lohengrin, A. C., 2001. Sitios Prioritarios para la Conservación de la Flora Nativa con Riesgos de Extinción en la IV Región de Coquimbo, Chile. En: G. A. y. J. G. F.A. Squeo, ed. *Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación Región de Coquimbo.* La Serena: Ediciones Universidad de La Serena, pp. 11:171-193.

Folio011255

Zuñiga, I., 2014. *Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO) 2014-2017*, La Higuera: Municipalidad de La Higuera.

4. Anexos

4.1. Glosario

AAA: Área Apta para la Acuicultura

A.G. o AG: Asociación Gremial

ALAs: Áreas Libres

AMERBs: Área de Manejo y Extracción de Recursos Bentónicos

ATICH: Agrupación de Trabajadores Independientes Caleta Hornos

BNP: Bien Nacional de Uso Público

CASEN: Encuesta de Caracterización Socioeconómica

CAP: Compañía de Acero del Pacífico

CMP: Compañía Minera del Pacífico

EIA: Evaluación de Impacto Ambiental

ERDA: Estrategia Regional de Desarrollo

IDH: Índice de Desarrollo Humano

INE: Instituto Nacional de Estadísticas

MINVU: Ministerio de Vivienda y Urbanismo

MMU$: Millones de dólares

OPA: Organización de Pesca Artesanal

PLADECO: Plan de Desarrollo Comunal

PLADETUR: Plan de Desarrollo Turístico

PNUD: Programa de Desarrollo de Naciones Unidas

PRC: Plan Regulador Comunal

PRI: Plan Regulador Intercomunal

RCA: Resolución de Calificación Ambiental

RM: Reserva Marina

RN: Reserva Nacional

RNPH: Reserva Nacional de Pingüino de Humboldt

SEA: Servicio de Evaluación Ambiental

SEIA: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

SERNAPESCA: Servicio Nacional de Pesca

SUBPESCA: Subsecretaría de Pesca y Acuicultura

SSPP: Servicios Públicos

STIPA: Sindicato de Trabajadores Independientes Pescadores Artesanales

ZUBC: Zonificación de Usos del Borde Costero

4.2. Talleres con Actores

Servicios Públicos:

Al alero de la Mesa Técnica que organiza la SEREMI de Medio Ambiente respecto al trabajo para la conservación marina en la región, en específico para la comuna de La Higuera, se realizó un taller el día 18 de Octubre.

Este taller se realizó con la finalidad de comenzar a equiparar conocimientos respecto a conservación marina por una parte, pero también para desarrollar un ejercicio junto a los funcionarios de servicios públicos atingentes al desarrollo de una propuesta de conservación en el área de estudio.

Asistieron los siguientes servicios.

Tabla: Asistentes a I Taller SSPP conservación marina comuna de La Higuera:

Nombre	Cargo	Institución pública
Javier Chávez	Director Zonal de Pesca	Dirección Zonal de Pesca III y IV regiones
Pablo Figueroa	Profesional	Dirección Zonal de Pesca III y IV regiones
Jaime Molina	Director Regional	SERNAPESCA
Gerardo Cerda	Encargado Administración Pesquera	SERNAPESCA
Waldo Canto	Jefe Provincia Elqui	CONAF
Denise Boré	Jefe de Base Coquimbo	Instituto de Fomento Pesquero
Alicia Díaz	Profesional	SERNATUR
Eduardo Morales	Profesional municipal y mandatado para mesa técnica	Municipalidad de La Higuera
Claudia Accini	Encargada Recursos Naturales y Biodiversidad	SEREMI Medio Ambiente

Desarrollo Taller:

Se invitó a los participantes a realizar un ejercicio de identificación y posicionamiento de actores frente a una propuesta de conservación marina en la comuna de La Higuera.

El ejercicio de posicionamiento, se describe en el informe de Avance n°1, pero en síntesis identifica a los actores afectados por un proceso determinado: los ubica según su afectación

(positiva o negativa) y la magnitud de su afectación; y finalmente según el grado de influencia (poder) que tienen en el proceso.

Se les pidió que colocaran en una tarjeta que actores se verían afectados con una ampliación de las zonas de conservación marina en La Higuera, y que mencionaran si esa afectación era positiva o negativa (tarjeta celeste +/tarjeta roja -), luego de definir aquello posicionarlos en el nivel de influencia que pudiesen tener en el proceso. Las tarjetas fueron ubicadas en la siguiente figura en una pizarra blanca dispuesta para ello:

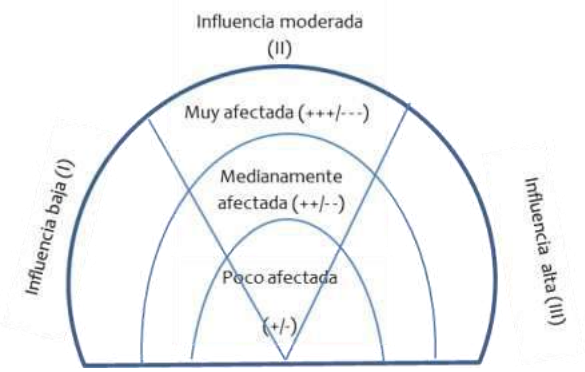


Fig. : Esquema del arcoiris

Luego, se les solicitó que se ubicaran ellos como servicios públicos en el mismo ejercicio.

Los resultados de cómo posicionan a otros actores fueron los siguientes:

Tabla: Posicionamiento otros actores.

Afectación (+ o -)	Influencia Baja (I)	Influencia Moderada (II)	Influencia Alta (III)
Muy afectado		(+) Alcalde/Operadores turísticos/ Rubro gastronómicos (Caleta Hornos)/Olivicultores (Los Choros)/Agrupación servicios turísticos/ Federación y Gremios de pescadores La Higuera (-) Proyectos de inversión de alto impacto/Andes Iron/ Comunidad excluida del análisis	(+)Federación de Pescadores de la Higuera/Pescadores/Turismo (ASETUR)/
Medianamente afectado	(-) Municipalidad de La Higuera (costos)/ Organizaciones de pescadores fuera de la Higuera que operan en el sector	(+) Operadores turísticos/Federación y gremios de pescadores de la Higuera/ (-)SERNAPESCA	(+) Federación de pescadores de la Higuera
Poco afectado			

Del análisis se aprecia que se ve como una afectación positiva para la actividad pesquera de la comuna y para el turismo tanto de operadores externos como internos y los servicios asociados. En lo que no existe acuerdo es de si los beneficios serían altos o medios. En términos de influencia no hay acuerdo tampoco de si la influencia de la Federación y de los pescadores, junto a los operadores turísticos es alta o media.

Respecto al Alcalde se percibe muy beneficiado con el proceso pero con influencia media.

En lo que hubo consenso fue en posicionar como altamente afectados de manera negativa a los proyectos de inversión de alto impacto como Andes Iron por una parte; y a la comunidad excluida hasta ahora de la discusión, como los pescadores que operan en el sector que no son de la comuna tanto industriales como artesanales; y se posicionan como de influencia media.

Aunque a estos últimos los posicionan también como medianamente afectados y con poca influencia. A SERNAPESCA lo posicionan como afectado medianamente de manera negativa con influencia media. Finalmente posicionan a la Municipalidad también afectada medianamente de manera negativa con influencia baja.

Llaman la atención algunas cosas: i) que se perciba como algo positivo para los pescadores artesanales; ii) que se perciba como negativo para los proyectos de inversión, iii) que se percibe negativo para SERNAPESCA, iv) que se incorpora a los pescadores externos que operan en la comuna.



Fig.: Taller 1 SSPP.

Los resultados de cómo se posicionan así mismo como servicios públicos fueron:

Tabla : Auto Posicionamiento.

Afectación (+ o -)	Influencia Baja (I)	Influencia Moderada (II)	Influencia Alta (III)
Muy afectado		(+)CONAF	(+)MMA
Medianamente		(+)	(+) SERNAPESCA/

afectado		IFOP/Municipalidad/SERNATUR	Subpesca
Poco afectado			

En cuanto a la percepción de su propia posición en el proceso, todos se sienten afectados de manera positiva, los más beneficiados son CONAF y el Ministerio de Medio Ambiente, con mayor poder se percibe si este último. Luego SERNAPESCA, SUBpesca, IFOP, Municipalidad y SERNATUR se sienten medianamente beneficiado, los primeros dos con mayor influencia en el proceso.

En la discusión SERNAPESCA discutió que ellos tendrían la misma presión que ahora, por lo que la pega sería la misma, pero si debe definirse bien cómo será el funcionamiento, roles, funciones y el financiamiento.

Finalmente se discute como se va a incorporar y cuándo al sector pesquero externo a la comuna (artesanal e industrial, pelágico o arrastre), no queda claro pero sí que deben ser considerados.

Organizaciones de la Pesca Artesanal:

Metodología de Talleres:

Los talleres se realizaron en las sedes donde se reúnen las organizaciones, el taller se divide en 3 momentos[30]:

-el primero es que después de la presentación de lo que se hará en el taller se les invita a todos a posicionarse en un eje cartesiano dibujado en el suelo donde el eje x corresponde al Grado de acuerdo respecto a la conservación marina, y el eje y el grado de conocimiento de la conservación marina, como se describe en la siguiente figura:



Fig.: Posicionamiento sobre conservación marina de actores en talleres OPA.

[30] Ver anexo metodología de Talleres

-el segundo momento es que se realiza una breve presentación que deriva en una conversación bastante distendida sobre conceptos de conservación marina, servicios ecosistemicos y la realidad del territorio.

-Finalmente el tercer momento es el trabajo con los mapas parlantes y los papelografos donde van describiendo los usos actuales del territorio y maritorio, los usos futuros, los conflictos de uso y las posibilidades de conservación marina y costera en la zona.Por lo tanto, al presentar los resultados de los talleres se presenta una foto y explicación del posicionamiento, las tablas de síntesis del trabajo y una foto del mapa que se completa en la conversación.

Taller A.G. Los Choros:

La Directiva citó a reunión extraordinaria a los socios el día 8 de noviembre, asisten la mayoría, pero sólo firman 29. El posicionamiento respecto a la conservación marina del grupo se muestra como sigue:



Posicionamiento AG Los Choros

El posicionamiento resultó en que la mayoría de los socios estaba de acuerdo con la conservación marina y que conocían bien o algo el tema, solo un socio se situó al medio del eje cartesiano en donde los carteles indicaban que le daba lo mismo la conservación marina y que conocía algo.

Luego los socios al momento del ejercicio en grupos se dividieron en 3 espacios, donde cada grupo completó los papelografos guiándose por el mapa, ubicando los usos en él.

Síntesis Taller AG Los Choros

Usos Actuales			
Tipo	**¿Cuáles?**	**¿Quiénes los ejercen?**	**¿Dónde?**
Productivos	AMERB Buceo: Loco, lapa, erizo, almeja,	AG Los Choros	AMERBs: Apolillado y Choreadero, Bahía

	huiro, peces, machas. Caladeros de pesca: Congrio, palometas, tollos, Corvinas, jurel, merluzas Extracción de crustáceos (Jaivas)	 Todos los pescadores AG Los Choros y AG Punta de Choros	Choros Isla Damas
Culturales	Reservas Marinas, conchales, Náufragos del Itata, Cementerio Indígena, Punta de flechas, Trozos de Cantaros,	Guías turísticos y pescadores	
Recreativos	Turismo, pesca deportiva, buceo de observación o deportivo	Pescadores y turistas Instructores	Playas de arenas blancas, humedal, Lynch (Barco hundido)
Conservación	Áreas de manejo y Reservas Bentónicos, peces de roca, crustáceos y algas. Proteger Humedal, Conservación Dunas-Conchales, Cementerio Náufragos Itata-índigena,		Isla Damas Humedal Los Choros Cementerios Indígena y de Náufragos del Itata

Usos Futuros		
¿Cuáles?	**¿Quiénes los ejercen?**	**¿Dónde?**
Viajes turísticos	Pescadores	Caleta Apolillado, Islotes Apolillado, Reservas
Gastronomía marina	Pescadores y familia	Caleta Apolillado
Venta de productos frescos del mar		
Agua potable y luz		
Acuicultura	Pescadores	Caleta Apolillado
Infraestructura portuaria	Pescadores y turismo	
Planta de elaboración de recursos	Pescadores y familia	
Buceo deportivo en AMERB	Profesionales y pescadores	Apolillado
Artesanía Local	Familia y pescadores	Caleta Apolillado
Desalinizadora, mega puerto, acopio de minerales, minería	Andes Iron, CAP o CMP	Borde costero
Uso del agua subterránea del Río Los Choros	Comunidades y Minera	Quebrada Los Choros
Acuario		Caleta Apolillado

Conflictos de Uso	
¿Entre qué usos?	**¿Dónde?**
Extracción de machas (entre AG los Choros y Punta de Choros)	Playa Choros

Varadero de embarcaciones (AG los Choros y Punta de Choros)	Caleta Corrales
Minería y Conservación	Área de manejo Choreadero y Reservas Marinas
Fiscalización y Extracción de mariscos (Sernapesca y Punta de Choros)	Reserva Marina
Pesca artesanal y Pesca Industriales de Coquimbo	Caladeros de pesca
Ocupación territorio (Comunidad Agrícola y pescadores)	Borde Costero
Comunidad Agrícola y AG Los Choros	Caleta Apolillado
Usos Privados con pesca artesanal	Totoralillo norte
Uso del agua (Privados y comunidad)	Quebrada Los Choros
Usos Privados empresas grandes con agricultores y el sector pesquero	Los Choros – Playas Los Choros
Turismo (Turistas y pescadores por basura)	Borde costero, humedal, playas, zonas no autorizadas para acampar

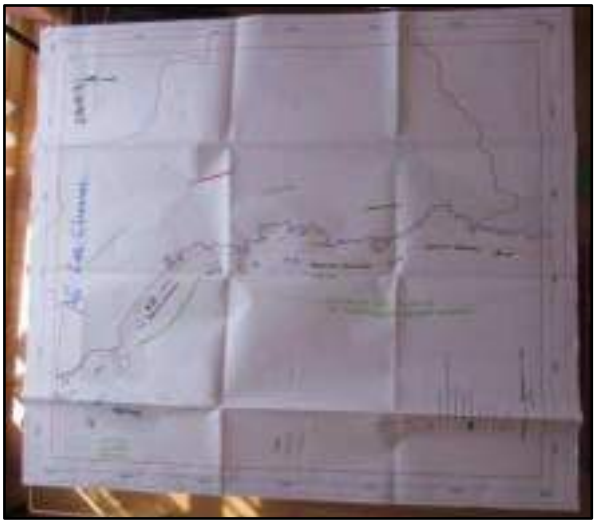
Iniciativas de conservación			
¿Qué se quiere conservar o recuperar?	**¿Dónde?**	**¿Cómo?**	**¿Quiénes?**
Machas	Playa	Aplicando la Ley de las 5 millas	AG Los Choros
Área de Manejo	Choreadero		AG Los Choros
Apolillado	Apolillado		AG Los Choros
Rio Los Choros	Acuífero Los Choros		AG Los Choros
Los caladeros de peces	Playa Los Choros		AG Los Choros
Los recursos Bentónicos	AMERB, reserva marina	Repoblamiento de cada especie No captura de la especie Respetando las vedas Respetando las tallas No contaminar con basura No cazar las aves del humedal Crear conciencia a los habitantes del sector	Pescadores y profesionales
El humedal	Boca del Río Los Choros		
Las Dunas	Sector colindante a la playa Los Choros		
Almejas	AMERB Choreadero		
Choro Zapato			
Pejesapo y pejeperro			
Lisas y Pejerreyes	Humedal		
Totorales y cañas	Humedal		
Ecosistema Terrestre y Marino	En toda la comuna	No más pesca de arrastre en la higuera, con talleres y difusión radial y visual, respetar las 5 millas para la pesca artesanal	Gobierno de Chile



Mapa Grupo 1 AG Los Choros



Mapa Grupo 2 AG Los Choros



Mapa Grupo 3 AG Los Choros

Taller AG Chungungo:

Los dirigentes hicieron un llamado general a reunión el día 16 de Noviembre, asistieron socios de AG Chungungo y STIPA La Cruz.

El ejercicio de posicionamiento que se hizo afuera de la sede resultó en que todos estaban de acuerdo con la conservación marina, pero que su conocimiento del tema era medio o bajo.



Posicionamiento AG Chungungo.

A continuación se presentan los resultados del Taller realizado con los socios en la tabla y mapa siguientes:

Síntesis Taller AG Chungungo.

Usos Actuales			
Tipo	**¿Cuáles?**	**¿Quiénes los ejercen?**	**¿Dónde?**
Productivos	Área de manejo y macha Área de manejo "La Cruz" Área de manejo "Barrancones" Área de manejo Zambra Zonas de pesca (congrio, corvina, cojinoba, jurel, cascajo) Áreas Libres Pesca Industrial	AG Chungungo/Funcional de pescadores de La higuera Industriales	Desde Playa Los Choros a Isla Tilgo Desde Isla choros a Isla Tilgo Ramadilla/Isla Chungungo/Isla Trigo/El Perro/ Bajo El Toro/ Islas Pájaros 5 millas de artesanales
Culturales	Conchales Entierros de indios Pinturas en la piedra los tres reyes Fósiles en	Nadie	Al sur de la dársena Chungungo Viejo Los sapos playa del pueblo Chungungo
Recreativos	Turismo Pesca recreativa	Todos (turistas y pescadores)	Playa Chungungo Viejo Playa Chungungo Playa Temblador Totoralillo Norte La Despensa La Dársena

	Surf		Muelle Viejo Todas las playas Chungungo Viejo
Conservación	Nidos de aves Crianzas de lobos Lagartos Patos lile y pato yunque Lucumillo Ratones Lagarto negro	Nadie	Isla Tilgo Borde Costero Isla Tilgo Isla Chungungo

Usos Futuros		
¿Cuáles?	**¿Quiénes los ejercen?**	**¿Dónde?**
Puertos mineros	Privados	Costa / Barrancones
Plantas desaladoras	Privados	Costa
Conservación Terrestre	Todos	Islas/ Borde Costero
Carretera Costera	Turistas	
Crecimiento de la población	Todos/ población flotante por proyectos	Terrenos particulares/Villa Canadá
Cultivos	Privados y Pescadores	Zona Dársena
Turismo: Fotográfico, buceo recreativo, caza submarina	Pesca artesanal	AMERB/ ALAs

Conflictos de Uso	
¿Entre qué usos?	¿Dónde?
Pescador artesanal	Isla Damas
Comunidades	
Pesca de arrastre/ pesca artesanal	5 millas
Pesca de cerco con la pesca artesanal	5 millas
Pesca artesanal /Conflictos con buzos e ilegales	Toda la costa
Conflictos con la Armada/ pesca artesanal	
Conflictos con los puertos mineros (Dominga – CMP)/ Pesca Artesanal	

Iniciativas de conservación			
¿Qué se quiere conservar o recuperar?	**¿Dónde?**	**¿Cómo?**	**¿Quiénes?**
Tierra y mar Isla Chungungo	Isla Chungungo		Pescadores y comunidad
Conservar las áreas de manejo	AMERB	No contaminar	
Conservar la cultura del Pescador	Comuna	Conservando los recursos Valorando al pescador	
Cuidar al Chungungo	Borde costero	Zona protegida	
La Dársena	Dársena	Patrimonio Nacional Ley de monumento nacional	
Lenguado y pejesapo	Borde costero	Protección a las especies	
Recursos	Isla damas	Reserva Marina con extracción de productos	



Mapa AG Chungungo

Taller Agrupación Trabajadores Independientes del Mar Caleta Hornos (ATICH):
La reunión el día 25 de Noviembre en la sede que comparten las OPA en caleta Los Hornos.

El ejercicio de posicionamiento que se hizo dentro de la sede resultó en que todos estaban de acuerdo con la conservación marina, pero que su conocimiento del tema era de mediana magnitud.



Posicionamiento sobre conservación ATICH.

Síntesis Taller Agrupación Trabajadores Independientes del Mar Caleta Hornos.

Usos Actuales			
Tipo	**¿Cuáles?**	**¿Quiénes los ejercen?**	**¿Dónde?**
Productivos	Caleta sin administración	Todas la OPA de Caleta Hornos	Caleta Hornos
	Gastronomía	Empresarios	Caleta Hornos
	Extracción Algas	Algueros	Borde Costero
	AMERB	Otras OPA	AMERB otorgadas
	Acuicultura	Pescadores/ Privados	AMERB, AAA
	Caladeros de pesca (congrio, cojinoba, palometa, corvina, lenguado)	Pescadores	Costa (hasta 11 millas afuera)
	Portuario	CMP	Chungungo
	Inmobiliario	Privados	Costa
	Áreas libres	Todos los pescadores	Islas Chungungo/Tilgo/ Pájaros, frente a Chungungo
	Pesca de arrastre y cerco	Artesanales e industriales	5 millas
Culturales	Restos de changos Ánimas Camanchaca	ATICH	Borde Costero/toda la comuna (El Maray)
Recreativos	Turismo	Turista La Serena Turista Caleta Hornos empresarios	Playa Despensa / Caleta Hornos Dunas Borde Costero
Conservación	No		

Usos Futuros		
¿Cuáles?	**¿Quiénes los ejercen?**	**¿Dónde?**
AMERB	ATICH	Al sur de Caleta Hornos
Turismo: Paseos náuticos a las islas, Ruta los Changos, Rutas Terrestres, Submarino	ATICH	En toda la comuna y en las Islas Pajaros
Minero Portuario	CMP/ Dominga	Sector Chungungo y Totoralillo Norte
Molos de Abrigo: ruta náutica	ATICH y pescadores	Caletas
Inmobiliario	Privados	Borde Costero

Conflictos de Uso	
¿Entre qué usos?	**¿Dónde?**
CMP	Comuna
Dominga - Gobierno	Comuna
Pesca industrial	5 millas

Iniciativas de conservación			
¿Qué se quiere conservar o recuperar?	**¿Dónde?**	**¿Cómo?**	**¿Quiénes?**
Flora y fauna	Borde costero	Protección o santuario de la naturaleza	
Isla Pájaros – Isla Tilgo	Islas		
Ecosistema terrestre			
Ecosistema Marino		AMERB	AG/STIPA/Funcional

			Caleta Hornos
Islas/ Caladeros de pesca	Costa comuna	Limitando las lanchas de arrastre/cerco Zona protegida	Gobierno
Cultura de la pesca artesanal	comuna	Historia y valoración	
Algas pardas	Borde Costero	Detener el barreteo	Todos/Leyes
Playas	Playas	No más basura	Todos
Las dunas	Playa La Despensa	Protección contra la minería	Leyes
Pejeperro, apañado, bonito, corvina, lenguado, loco y erizo Merluza/Sardina	5 millas	Fin a la pesca de arrastre	Gobierno
Piure		Cultivo: Estudio para saber porque no se adhieren a las piedras	Pescadores y Universidades



Mapa Taller ATICH

Taller AG Caleta Hornos:

El presidente coloca el Taller al alero de reunión ordinaria de asamblea el día 28 de noviembre en la sede de Caleta Hornos.

Asisten la mayoría de los socios, el dirigente se retira antes de comenzar el Taller, dejando a la consultora manejando al grupo. En este contexto, si bien todos los socios se quedan al módulo de la charla, al ejercicio de mapeo de usos se queda sólo un grupo, no se da espacio para realizar ejercicio de posicionamiento ante conservación marina.

A continuación se adjunta tabla que describe lo desarrollado con el grupo de 13 socios que se queda hasta el final.

Síntesis Taller AG Caleta Hornos.

Usos Actuales			
Tipo	**¿Cuáles?**	**¿Quiénes los ejercen?**	**¿Dónde?**
Productivos	AMERB Caladeros (jibia, congrio, merluza, jurel, palometa, lenguado, corvina) ALAS Cultivo de piure Huiro palo Pesca borde costero (peces de peña): Vieja, apañado, pejeperro. Recolección de algas y mariscos	Los pescadores	Punta Molle, Bahía Choros (funcional) Desde Norte Isla Choros a Punta Lengua de Vaca Al sur de AMERB Totoralillo Norte, Isla Trigo y al sur de esta, Islas Pajaros AMERB AMERB Entre Totoralillo Norte y sur Isla Trigo
Culturales	Entierros	Nadie	Al sur de la caleta
Recreativos	Playa	Turistas y familias	La Despensa y Playa Local Caleta Hornos
Conservación	No		

Usos Futuros		
¿Cuáles?	**¿Quiénes los ejercen?**	**¿Dónde?**
Turismo como pesca artesanal	Pescadores	Islas
Tour completo	Pescadores	Borde Costero
Puerto	CAP-Dominga	Borde Costero al norte de Caleta Hornos
Minería		
Agrandar CCAA	AG	AMERB
Comercialización del piure	AG	AMERB
Venta de alga para abalones	AG	AMERB

Conflictos de Uso	
¿Entre qué usos?	**¿Dónde?**
Robo AMERB de externos	AMERB
Caladero (industriales)	5 millas
Buceo encubierto con artesanales	AMERB y 5 millas
Falta información sobre perforación y sobre Punta de Choros	5 millas y sobre Reserva Marina Choros-Damas y AMERB Punta de Choros

Iniciativas de conservación			
¿Qué se quiere conservar o recuperar?	**¿Dónde?**	**¿Cómo?**	**¿Quiénes?**
Productividad de la Zona	En toda la comuna	¿?	¿?
Choro Zapato	AMERB	Repoblamiento y protección	
Piure			

Fauna (mamíferos y delfín oceánico)		No más basura	
Cultura: Pesca artesanal y buzo mariscador	Toda la comuna	Aumentar el valor del producto Gobierno de oportunidad Gremio Que existan recursos	
ALAS	En comuna	Fiscalizar la actividad	
Islas		Fiscalizar la actividad y Reserva Marina	



Mapa Taller AG Caleta Hornos

Taller STIPA Totoralillo Norte:

El taller se realizó en reunión extraordinaria del sindicato, en la sede de Totoralillo Norte, no asistieron todos los socios, pero si la mayoría, aunque solo firmaron 17.

No hubo disposición para hacer el ejercicio de posicionamiento frente a la conservación marina, y la charla fue muy larga debido a la discusión sobre muchos temas atingentes a la realidad del sector, del sindicato y de su posición frente a la conservación marina. De manera deductiva podría decirse que son el gremio más reticente a la idea, pero sus argumentaciones no dejan de ser válidas.

Algunos de los argumentos que se plantean con bastante fuerza son:

i) Porque otra propuesta de conservación si la que ya existe (Reserva Marina Choros-Damas) no funciona y favorece solo a Punta de Choros.
ii) Cual es la garantía de que seguiran ganando lo mismo que ganan ahora con su actividad, pensando en que aumentaran las restricciones.

iii) No funcionaria porque tampoco los entes fiscalizadores serian capaces de operar eficientemente, ya han demostrado que no pueden con lo que hay.
iv) No hay financiamiento comprometido por lo que es una idea sin plata, es decir solo sera firmar un papel.
v) Porque en esta costa si la costa entera es rica en productos.



Taller Totoralillo Norte

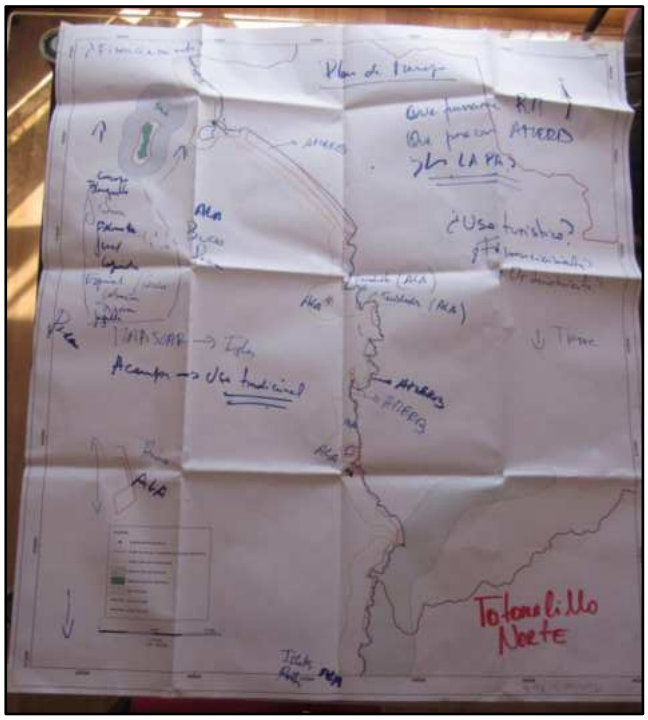
El ejercicio de taller tampoco se realizó con los papelografos sino solo sobre el mapa, por lo que se rescata más que nada el uso actual que hacen del territorio/maritorio:

Síntesis ejercicio en mapa y conversación.

Usos Actuales	¿Quiénes los ejercen?	¿Dónde?
Extracción de recursos bentónicos	Pescadores	AMERB (Funcional Bahía Choros/Totoralillo Norte sector A, B y C) y ALAS (Islas Chungungo/Tilgo/Pájaros/ entre Totoralillo e Isla Tilgo)
Extracción de huiro	Buzos y algueros	ALAS: Islas/ Islotes Poroto
Pesca (cascajo, blanquillo, jibia, palometa, jurel, cojinoba, cabaña, sierra, jergilla)	Pescadores	Toda la costa entre Isla Choros y Punta de Teatinos
Mariscar	Recolectores	Islas

Respecto a usos futuros, nombran el turismo pero que debe venir con ordenamiento y financiamiento asociado. Esta caleta se caracteriza por tener un emplazamiento ilegal en terrenos fiscales, donde se ha ido consolidando un pequeño poblado, donde algunos socios y sus familias habitan permanentemente. Para ellos un tema fundamental es la regularización de esas tierras para poder seguir desarrollando la actividad y ampliar la infraestructura portuaria menor que DOP financió. Sienten que están reiteradamente siendo obligados por las leyes y el poco apoyo a dejar su actividad y la zona, en opinión de la consultora puede ser una de las

razones de su disposición a negociar con privados que quieren instalarse en el borde costero y su reticencia a la idea de conservar que alejaría a esos proyectos.



Mapa Taller Totoralillo Norte



Posicionamiento sobre conservación Funcional CH.

Taller Funcional Caleta Hornos:

El presidente se acerca a la salida del Taller con AG Caleta Hornos y desea informarse mejor de los talleres con las organizaciones, acuerda con la consultora buscar una fecha próxima para realizar actividad con sus socios. El taller se realiza al alero de la reunión ordinaria de asamblea el día 10 de diciembre en la sede de la caleta que ocupan tres organizaciones de Caleta Hornos.

Asisten 15 de 22 socios, en el ejercicio de posicionamiento respecto a la conservación, la mayoría está de acuerdo con que se conserve y dicen conocer bien de que se trata, sólo tres reconocen que no conocen muy bien el tema. Luego se realiza presentación y se genera una conversación de varios temas relacionados a la pesca artesanal y las áreas protegidas. Se realiza el mapeo y se llenan los papelógrafos, finaliza a las 2 horas y media de iniciado el trabajo.

A continuación se adjunta tabla síntesis de lo desarrollado con el grupo y una foto del mapeo.

Síntesis Taller Funcional Caleta Hornos.

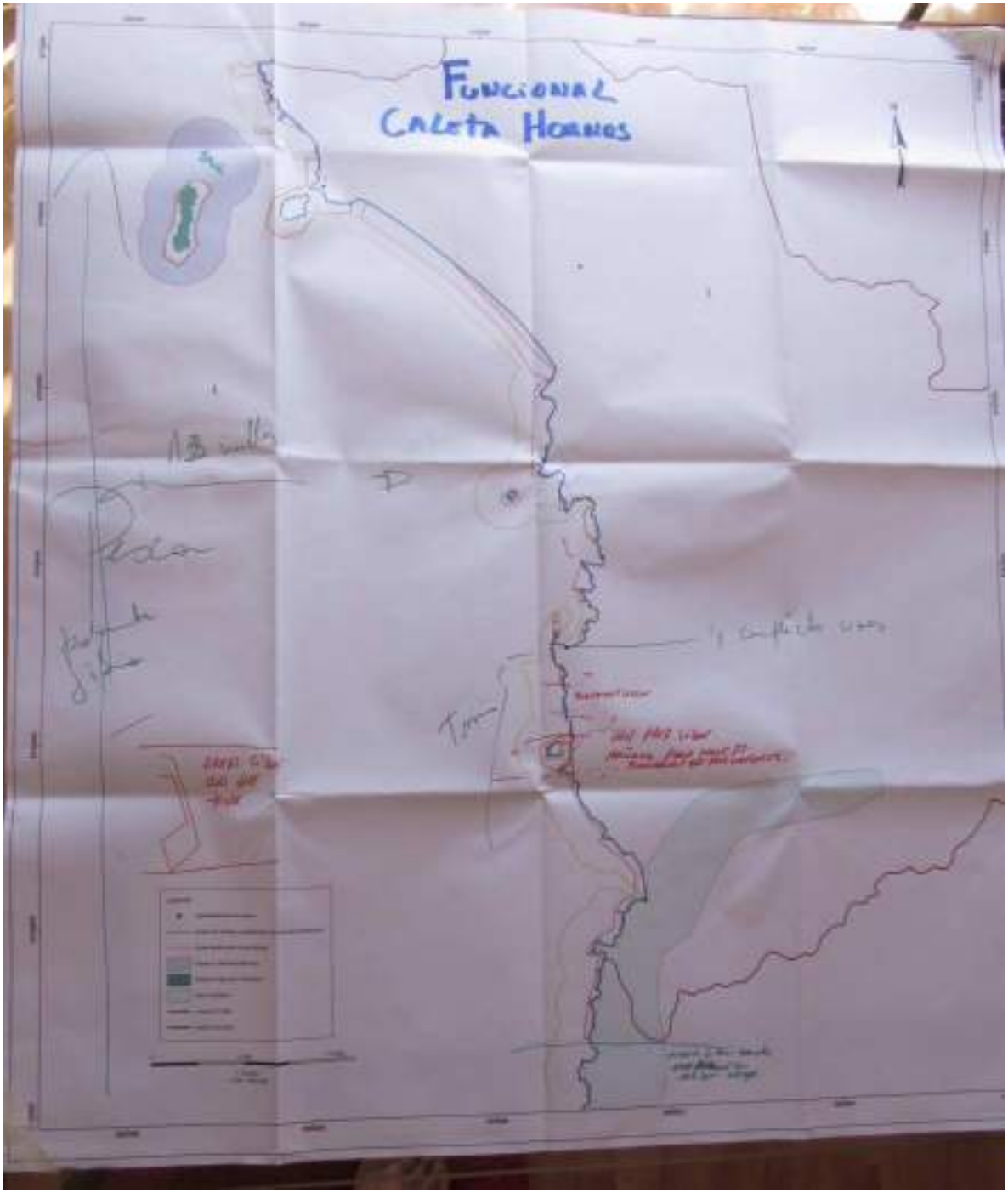
Usos Actuales			
Tipo	**¿Cuáles?**	**¿Quiénes los ejercen?**	**¿Dónde?**
Productivos	Área libre Área libre Área libre Área libre Área libre (pesca – arrastre)	Todos Todos Todos Todos Todos - industriales	Tilgo León Morro Grueso Isla Pájaros Apolillado – Punta Lengua Vaca
Culturales	Restos indígenas	Nadie	Caleta Hornos
Recreativos	Playa	Todos	Playa Temblador
Conservación	No	Nadie	Caleta Hornos

Folio011277

Usos Futuros		
¿Cuáles?	**¿Quiénes los ejercen?**	**¿Dónde?**
Área de manejo	Funcional Caleta Hornos	Isla Tilgo?
Área de manejo	ATICH	Arrayán Costero
Área libre	Todos	Islas y sectores libres en el borde costero
Sin pesca de arrastre	Pesca Industrial	Toda la costa que ocupa la pesca artesanal
Minera Dominga	Privado	Totoralillo Norte
Mega puerto	Privados	¿?

Conflictos de Uso	
¿Entre qué usos?	**¿Dónde?**
Entre agrupaciones	Por recursos y áreas de manejo
Límites con Totoralillo Norte	áreas libre en sector entre Tilgo y Totoralillo Norte
Artesanal - Industrial	5 millas de la pesca artesanal
Pescadores – Minera Dominga	Comuna por contaminación y pérdida de recursos
Cobro ilegal	

Iniciativas de conservación			
¿Qué se quiere conservar o recuperar?	**¿Dónde?**	**¿Cómo?**	**¿Quiénes?**
Recursos y toda la costa de la comuna de la Higuera	Totoralillo Norte	No aprobando Dominga ni el mega puerto	Funcional Caleta Hornos e instituciones
Recuperar locos, pescados y etc	En la comuna	Cuidando las áreas	Todos
Conservación de zonas terrestres	Las islas	Cuidar y hacer rutas	Todos



Mapa Taller Funcional Caleta Hornos



Taller mujeres recolectoras Caleta Hornos

Taller Agrupación de Mujeres Independientes de Caleta Hornos:

Se realiza contacto telefónico con la presidenta de la agrupación y se define realizar el taller el 6 de enero en su casa en la localidad de Caleta Hornos, ya que no tienen sede, solo asistiría la directiva porque las mujeres en el verano trabajan en los restaurantes y hospedajes.

Asisten finalmente 10 socias de 20, en el ejercicio de posicionamiento respecto a la conservación, todas están de acuerdo con que se conserve su entorno pero no conocen bien de que se trata. El taller es más conversado y hablan de las inquietudes que tienen por el futuro de la pesca artesanal, son esposas o parientes de pescadores, cuentan que ya es muy difícil encontrar lugares para recolectar porque casi todo el territorio esta otorgado a áreas de manejo, por ello se están dedicando a otros oficios. Se realiza el mapeo y se llenan los papelógrafos, finaliza el taller a las 2 horas de iniciado. A continuación se adjunta tabla síntesis de lo desarrollado con el grupo y una foto del mapeo

Usos Actuales			
Tipo	**¿Cuáles?**	**¿Quiénes los ejercen?**	**¿Dónde?**
Productivos	Turismo Gastronomía Hospedaje Pesca Recreativa	Todos Restaurantes Empresarios y habitantes que arreglan sus casas	Playa Despensa, Chungungo, Roquerios Caleta Hornos Caleta Hornos Muelle Viejo de Caleta Hornos-Playa La Despensa
Culturales	Restos indígenas El Maray	Nadie	Caleta Hornos

	Antes se hacían fiestas (Fiesta Caletina/Fiesta del Loco)		
Recreativos	Playa Visita en bote	Todos Todos	Playa Temblador/Playa La Despensa/ Yerbas Buenas Roquerío Loba Parida
Conservación	No	Nadie	Caleta Hornos

Usos Futuros		
¿Cuáles?	**¿Quiénes los ejercen?**	**¿Dónde?**
Centro Gastronómico	Las mujeres recolectoras	Caleta Hornos
Minera Dominga	Privado	Totoralillo Norte
Turismo sustentable/ Turismo Rural	Privado/Municipalidad/Comunidad	Playa La Despensa/Muelle Viejo/comuna
Pesca Artesanal y Recolección	Pescadores artesanales y recolectoras/es	Toda la comuna

Conflictos de Uso	
¿Entre qué usos?	**¿Dónde?**
Dominga/ habitantes de la costa	Todo el borde costero
Turistas / comunidad	Playas y muelle (basura)
Minería / Conservación del paisaje y calidad de vida	Dunas de Playa La Despensa

Iniciativas de conservación			
¿Qué se quiere conservar o recuperar?	**¿Dónde?**	**¿Cómo?**	**¿Quiénes?**
Las Islas	En la comuna	Cuidar	Todos
Pesca Artesanal	La comuna	Que no contaminen el mar y los recursos	El Gobierno/Privados
Borde Costero	La comuna	Servicios Higiénicos en playas/ basureros en playa y muelle/ normas de uso/ hablar con Municipalidad y privados/ Señalización en playa La Despensa	Todos/ Marinos/Municipalidad/ Privados
Paisaje	La comuna	Evitar que particulares vendan a industrias contaminantes o que sigan destruyendo paisaje (dunas, etc.)	Todos
Forma de Vida	Caleta Hornos	Evitar población flotante por proyectos mineros	Todos
Flora y fauna (desierto florido)	Caleta Hornos	Cuidar	Todos

4.3. Minutas reuniones (septiembre a diciembre)

Videoconferencia por IMPAC 4 con Nivel Central

Objetivo: Actualizar información y mejorar coordinación IMPAC 4 con región de Coquimbo

Fecha: 22 de Septiembre **Hora:** 14:00 pm **Lugar:** SEREMI Medio Ambiente Coquimbo

Asistentes: Sergio Troncoso SEREMI (s) MMA, Claudia Accini profesional MMA, Josi Seilonen, Diego Flores Jefe de Áreas Protegidas MMA y Consultora.

Desarrollo: Diego Flores actualiza los avances en la organización de IMPAC 4: relata sobre viaje a HAWAI donde se reunió el Steering Committee y la consecución de donaciones para organización; que la reunión de Alto Nivel que se organiza junto a IMPAC 4 se realizara en Valparaíso o Santiago y no en La Serena; FAO colaborara con presupuesto; Ley de Presupuestos aprueba platas para IMPAC 4; se contratará profesional en nivel central para apoyo IMPAC 4; se contratará productora en octubre. Diego envió tres documentos por correo: Presupuesto Actualizado, Borrador Booklet para difusión y Terminos de Referencia para contratación de productora, estos dos últimos para ser retroalimentados desde la SEREMI.

Desde SEREMI comentan lo informado y comunican que se han estado reuniendo con GORE para ver proyecto FNDR que debe ser elaborado para obtener platas comprometidas por CORE para IMPAC 4 (200 millones de pesos).

Consultora realiza consulta respecto a participación de CONAF en Comité Operativo Regional, organización de Side Events por la región y por la participación eventual de los pescadores de La Higuera en IMPAC 4.

Acuerdos: Se acuerda tener comunicación por esta vía cada dos semanas; que SEREMI haga observaciones a documentos enviados; que se constituya el Comité Operativo Regional (COR) en Octubre (fecha tentativa 18/10) donde acudiría Diego Flores o Felipe Paredes desde Nivel central MMA; se generar otra instancia que será el Comité Ampliado Regional para sumar a otros actores de manera posterior; la región puede presentar propuestas de Side Events; CONAF es un actor fundamental a nivel regional por lo que Diego Flores intentara incorporarlos en el Comité Operativo Nacional; se considerara en el presupuesto de la región para el IMPAC la inscripción de las organizaciones de pescadores de La Higuera y se considerará en Visitas Guiadas al territorio sur de la comuna

Luego del término de la videoconferencia se entrega a consultora un borrador de idea de proyecto FNDR que se presentó a GORE y se comprometen desde la SEREMI a enviar a consultora ese documento en digital, una formato de la Expo Peñuelas que sirva de ejemplo y el contacto del apoyo técnico del GORE para poder consultar dudas por parte de la consultora, como por ejemplo a que glosa postular los fondos.

Reunión con SEREMI entrante

Objetivo: Presentar consultoría a SEREMI entrante

Fecha: 05 de Octubre **Hora:** 8:30 am **Lugar:** SEREMI Medio Ambiente Coquimbo

Asistentes: Claudia Accini profesional MMA, Eduardo Fuentealba SEREMI MMA y Consultora

Desarrollo: La consultora presenta junto a Claudia Accini la consultoría a SEREMI entrante, se aclaran dudas y el SEREMI realiza algunas acotaciones. Manifiesta su preocupación por el proceso en La Higuera, respecto a cómo se llevará el tema una vez finalizada la consultoría, ya que opina que no debe dejarse el territorio abandonado nuevamente, independiente del resultado del proceso pensando por ejemplo en el éxito de IMPAC 4. Se discute la agenda que se presenta y la lista de actores para Comité Regional y Ampliado IMPAC 4.

Acuerdos: Respecto a lista de actores para comités IMPAC se sugiere a nuevos actores: Carabineros, Policía de Investigaciones, INDAP, Universidad de La Serena, Corporación Regional de Desarrollo Productivo. Este último se sugiere como un apoyo en la administración de las platas. Respecto a la Agenda, se sugiere a consultora limpiar las actividades que debiese asumir la productora, aunque tampoco está muy claro ese rol por lo que debe aclararse con Santiago. Se deben incorporar dos columnas más a la Agenda: responsables e Involucrados. Se propone como fecha para reunión con Servicios Públicos y Organizaciones de Pescadores el viernes 14 de Octubre y para el Comité Ampliado Regional se mantendría el 18 de octubre, mismo día en que se debería realizar la Mesa Técnica de Conservación Marina (La Higuera).

- La contraparte convoca a reunión de coordinación IMPAC 4, el día 18/10/2016: En esa oportunidad, se realizó una presentación desde el nivel central del marco general de la realización de IMPAC en Chile a cargo de Felipe Paredes, profesional de la División de Recursos Naturales y Biodiversidad del Ministerio de Medio Ambiente. Luego la consultora presentó el aterrizaje de esa coordinación a nivel regional y se discutió con los asistentes sobre el tema. Se adjunta presentación hecha por consultora en Anexos.

Reunión OPA con Servicios Públicos

Objetivo: Reunión solicitada por OPA para conversar sobre conflictos en el territorio

Fecha: 10 de Noviembre **Hora:** 10:30 am **Lugar:** Salón Municipalidad de La Higuera

Asistentes: Claudia Accini profesional MMA, Eduardo Fuentealba SEREMI MMA, Gerardo Cerda Profesional Sernapesca, Alicia Días Profesional Sernatur, Eduardo Morales Profesional Municipalidad de La Higuera, dirigentes de AG Los Choros: Gabriel Molina, Cristian Pasten, Josue Ramos, dirigentes Totoralillo Norte: José Cabrera y Raúl Julio; dirigentes AG Chungungo y Sindicato La Cruz: José Olivares, Margarita Castillo, Gabriel Cuevas, Ismael Guzman, Luis Gonzalez y Leonardo Ahumada; dirigentes ATICH: Patricio Yañez y Carlos Vega y Consultora.

Desarrollo y Acuerdos: El Acta la elabora contraparte, no se difundió.

II Mesa Técnica

Objetivo: Presentar avances consultoría

Fecha:13 de Diciembre **Hora:** 10:30 am **Lugar:** SEREMI Medio Ambiente Coquimbo

Asistentes: Claudia Accini profesional MMA, Eduardo Fuentealba SEREMI MMA , CONAF, Sernapesca, Subpesca y Consultora

Desarrollo y Acuerdos: El Acta la elaboró contraparte.

- Se realiza reunión entre contraparte y consultora el 13/12/2016, donde se aclara que necesitan apoyo en el costeo de algunas actividades para justificar de mejor manera el monto que el Gobierno Regional de

Coquimbo aportará: las Visitas Técnicas, las ceremonias de apertura y clausura y 50 habitaciones para invitados.

4.4. Cotizaciones

Resumen Cotizaciones Rutas Turísticas

1. Ruta La Serena Punta de Choros

Empresa	Ruta	Servicios	Valor Total (grupo de 100 personas)	Valor por persona
TURISMO COCHIGUAZ	Caleta Punta de Choros, recorrido náutico a islas damas, choros Reserva Nacional Pingüino de Humboldt. En isla damas cuentan con una hora para recorrerla, además en navegación es posible avistar delfines nariz de botella, en trayecto podemos ver manadas de guanacos silvestres y zorros	Transporte: Bus de 20 Pasajeros Almuerzo: Restauran establecido en Caleta Chañaral de Aceituno menú completo tres alternativas de menú a elección (alternativas: pescado frito o plancha, congrio en caldillo, paila de mariscos con arroz, ensalada; entrada de empanada camarón queso o queso solo; Bebestible: copa de vino o bebida o cerveza y Servicio de café o té u hierbas.) Ticket: Ticket de Navegación y CONAF Guía: Guía turístico especializado Colación: Jugo 250cc. Con sándwich de ave en pan de molde	3.600.000	36.000
TURISMO MIRADOR	Visitaremos la RN del Pingüino de Humboldt, navegando alrededor de Isla Choros para identificar fauna marina. Desembarcaremos en Isla Damas, hermosa isla de arenas blancas y aguas cristalinas. Regresando al continente, almorzaremos en un restaurant de comida típica y conoceremos también el proceso de elaboración del aceite de oliva. Posteriormente, buscaremos fauna terrestre como zorros y guanacos y finalmente, retornaremos a La Serena durante la tarde.	Transporte: Bus de 20 Pasajeros Almuerzo: Almuerzo por persona con menú completo (Entrada, plato fondo, postre y 1 bebida) Ticket: Ticket de Navegación y CONAF Guía: Guía turístico bilingüe	4.785.000	47.850
TURISMO MAYRAMAR	Tour Isla Damas	Transporte: Bus de 20 Pasajeros Almuerzo: Almuerzo por persona con menú completo Ticket: Ticket de Navegación y CONAF	3.900.000	39.000

		Guía: Guía turístico bilingüe		
MORE TOUR	Un viaje de dos horas al norte de La Serena para llegar a la localidad de Pta. de Choros, caleta de pescadores donde nos espera la barca que nos llevara a visitar la reserva nacional Pingüinos de Humboldt, con una navegación de dos horas aproximadamente donde tendremos contacto con la gran diversidad de fauna marina existente en Isla Choros (La más protegida de la reserva) como: Pingüinos de Humboldt, Lobos Marinos, Nutrias, Cormoranes, Pelícanos, Piqueros etc. Y con la posibilidad de encontrarnos con una manada de Delfines Nariz de Botella. Luego llegaremos a Isla Dama, la única Isla de la reserva en el cual podemos bajar a tierra, el tiempo de estadía es limitado solo una hora, podrán realizar caminata por la isla donde se observaran formaciones rocosas, pingüineras, cuevas, cavernas, tener vistas panorámicas de la reserva y realizar Fotografías de sus hermosas playas de arena blanca y aguas color turquesa.	Transporte: Bus de 20 Pasajeros Almuerzo: Almuerzo por persona con menú completo Ticket: Ticket de Navegación y CONAF Guía: Guía Especializado	3.800.000	38.000
TURSIMO DELFINES	Nos dirigiremos en dirección norte fuera de La Serena, viajando casi 02 horas hasta llegar a la caleta de Punta de Choros. Una vez ahí, visitaremos el museo de CONAF y luego la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt donde navegaremos por tres islas: Gaviota, Choros y Damas, en esta reserva observaremos Pingüinos de Humboldt, Lobos de mar, diversas aves y posiblemente la colonia de Delfines Nariz de Botella. Más tarde desembarcaremos en Isla Damas por 01 hora, la cual es una hermosa playa de arenas blancas y aguas color verde esmeralda, en la cual podrán caminar, hacer fotos, descansar y apreciar el lugar. Posteriormente regresaremos al continente y disfrutaremos de un delicioso almuerzo en un restaurante típico en el pueblo de Los Choros para luego regresar a La Serena.	Transporte: Buses (Capacidad 40 pasajeros) y Spinter (capacidad 15 pasajeros) Almuerzo: Almuerzo por persona con menú completo Ticket: Ticket de Navegación y CONAF Guía: Guía Especializado	4.795.000 (buses Cap 40) 5.365.000 (Spinter Cap 15)	47.950 (buses Cap 40) 53.650 (Spinter Cap 15)

TURISTEDCHILE	Desde la caleta Punta de Choros nos embarcaremos para comenzar una aventura en alta mar, hacia la isla choros, donde se concentra la mayor cantidad de fauna y avifauna del sector costero del norte de Chile. Luego de este espectáculo desembarcaremos alrededor de una hora en isla Damas, donde realizaremos trekking por los senderos para deleitarnos con la vista panorámica de la isla, la flora y las playas paradisiacas de arenas blancas y aguas transparentes de color turquesa. Luego de esto, embarcamos nuevamente para ir en búsqueda de la especie Tursiops trucatus más conocidos como delfines nariz de botella, única colonia residente en Chile continental. Finalmente regresaremos al continente a disfrutar de un rico almuerzo con productos típicos del lugar.	Transporte: Spinter (capacidad 15 pasajeros) Almuerzo: Almuerzo por persona con menú completo Ticket: Ticket de Navegación y CONAF Guia: Guía Especializado	4.998.000	49.980
PLANETOUR	Viajaremos por el norte de La Serena, en un trayecto de 2 horas aproximadamente, hasta llegar a la caleta de Punta de Choros. Visitaremos el museo de CONAF y luego la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt donde navegaremos por tres islas: Gaviota, Choros y Damas, en esta reserva observaremos Pingüinos de Humboldt, Lobos de mar, diversas aves y probablemente la colonia de Delfines Nariz de Botella. Luego de dicha visita, desembarcaremos en la Isla Damas por el lapso de 1 hora. Esta es una hermosa playa de arenas blancas y aguas color verde esmeralda, en la cual podrán caminar, tomar fotografías, descansar, apreciar y contemplar el lugar. Posteriormente regresaremos al continente y disfrutaremos de un exquisito almuerzo en un restaurante típico en el pueblo de Los Choros. Luego del almuerzo, retornaremos a La Serena.	Transporte: Buses (Capacidad 40 pasajeros) Almuerzo: Almuerzo por persona con menú completo Ticket: Ticket de Navegación y CONAF Guia: Guía Especializado	4.800.000	48.000

2. Ruta La Serena Chañaral de aceituno

Empresa	Ruta	Servicios	Valor Total (grupo de 100 personas)	Valor por persona
TURISMO COCHIGUAZ	Caleta Punta de Choros, recorrido náutico a islas damas, choros Reserva Nacional Pingüino de Humboldt. En isla damas cuentan con una hora para recorrerla, además en navegación es posible avistar delfines nariz de botella, en trayecto podemos ver manadas de guanacos silvestres y zorros	Transporte: Bus de 20 Pasajeros Almuerzo:Restauran establecido en Caleta Chañaral de Aceituno menú completo tres alternativas de menú a elección (alternativas: pescado frito o plancha, congrio en caldillo, paila de mariscos con arroz, ensalada; entrada de empanada camarón queso o queso solo; Bebestible: copa de vino o bebida o cerveza y Servicio de café o te u hierbas.) Ticket: Ticket de Navegación y CONAF Guia: Guía turístico especializado Colación: Jugo 250cc. Con sándwich de ave en pan de molde	4.100.000	41.000
TURISMO MIRADOR	Visitaremos la RN del Pingüino de Humboldt, navegando alrededor de Isla Chañaral para identificar fauna marina. Si tenemos suerte, podemos encontrar algunos cetáceos como delfines y ballenas Regresando al continente, almorzaremos en un restaurant de comida típica y conoceremos también el proceso de elaboración del aceite de oliva. Buscaremos después fauna terrestre como zorros y guanacos y finalmente, retornaremos a La Serena durante la tarde	Transporte: Bus de 20 Pasajeros Almuerzo: Almuerzo por persona con menú completo (Entrada, plato fondo, postre y 1 bebida) Ticket: Ticket de Navegación y CONAF Guia: Guía turístico bilingüe	5.125.000	51.250

TURISMO MAYRAMAR	Visitaremos la RN del Pingüino de Humboldt, navegando alrededor de Isla Chañaral para identificar fauna marina. Si tenemos suerte, podemos encontrar algunos cetáceos como delfines y ballenas Regresando al continente, almorzaremos en un restaurant de comida típica y conoceremos también el proceso de elaboración del aceite de oliva. Buscaremos después fauna terrestre como zorros y guanacos y finalmente, retornaremos a La Serena durante la tarde.	Transporte: Bus de 20 Pasajeros Almuerzo: Almuerzo por persona con menú completo Ticket: Ticket de Navegación y CONAF Guia: Guía turístico bilingüe	4.100.000	41.000
MORE TOUR	Un viaje de dos horas al norte de La Serena para llegar a la localidad de Pta. de Choros, caleta de pescadores donde nos espera la barca que nos llevara a visitar la reserva nacional Pingüinos de Humboldt, con una navegación de dos horas aproximadamente donde tendremos contacto con la gran diversidad de fauna marina existente en Isla Choros (La más protegida de la reserva) como: Pingüinos de Humboldt, Lobos Marinos, Nutrias, Cormoranes, Pelícanos, Piqueros etc. Y con la posibilidad de encontrarnos con una manada de Delfines Nariz de Botella. Luego llegaremos a Isla Dama, la única Isla de la reserva en el cual podemos bajar a tierra, el tiempo de estadía es limitado solo una hora, podrán realizar caminata por la isla donde se observaran formaciones rocosas, pingüineras, cuevas, cavernas, tener vistas panorámicas de la reserva y realizar Fotografias de sus hermosas playas de arena blanca y aguas color turquesa.	Transporte: Bus de 20 Pasajeros Almuerzo: Almuerzo por persona con menú completo Ticket: Ticket de Navegación y CONAF Guia: Guía Especializado	4.300.000	43.000
TURSIMO DELFINES	Nos dirigiremos en dirección norte de La Serena, viajando casi 02:00 horas, visitaremos la Isla Chañaral de Aceituno, parte de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, navegaremos por esta isla en donde cada año entre Diciembre y Marzo es posible el *avistamiento de hasta 06 tipos de ballenas* y delfines, también Pingüinos de Humboldt, lobos de mar, diversas aves migratorias, posteriormente regresaremos al continente y disfrutaremos de un reponedor almuerzo en restaurante típico para luego regresar a La Serena.	Transporte: Buses (Capacidad 40 pasajeros) y Spinter (capacidad 15 pasajeros) Almuerzo: Almuerzo por persona con menú completo Ticket: Ticket de Navegación y CONAF Guia: Guía Especializado	5.175.000 5.920.000	51.750 59.200

TURISTEDCHILE	Realizaremos una travesía por la Reserva Marina Isla Chañaral donde experimentaras spectaculares avistamientos de cetáceos (Whalewatching) y también podrás disfrutar de la gran biodiversidad del lugar donde destacan pingüinos de Humboldt, lobos marinos, diversas aves endémicas y migratorias. Para finalizar el tour nos dirigimos a la caleta de pescadores artesanales Chañaral de Aceituno, para degustar un rico almuerzo con productos de la zona y compartir la experiencia vivida.	Transporte: Spinter (capacidad 15 pasajeros) Almuerzo: Almuerzo por persona con menú completo Ticket: Ticket de Navegación y CONAF Guia: Guía Especializado	4.998.000	49.980
PLANETOUR	Viajaremos al norte de La Serena, en una ruta de casi 2 horas. Visitaremos la Isla Chañaral de Aceituno, parte de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, luego navegaremos por esta isla en donde cada año entre Diciembre y Marzo es posible el avistamiento de hasta 6 tipos de ballenas y delfines, también Pingüinos de Humboldt, lobos de mar, diversas aves migratorias. Luego de esta hermosa y única aventura, regresaremos al continente y disfrutaremos de un exquisito almuerzo en restaurante típico. Luego del almuerzo, retornaremos a La Serena.	Transporte: Buses (Capacidad 40 pasajeros) Almuerzo: Almuerzo por persona con menú completo Ticket: Ticket de Navegación y CONAF Guia: Guía Especializado	5.200.000	52.000

Resumen Cotizaciones Arriendo de Carpas

Empresa	Toldo	Valor Neto	Valor IVA	Valor Total
VGA	- Toldo (10 x 15 son 150mts2, Cielo exterior liso Cenefa y cubre pilares color a elección) - 110 sillas plegables -01 Pódium por dos dìas -1 sistema de audio de 2 cajas aéreas + micrófono + música ambiente, Telòn y Data por dos días.	1.462.000	277.780	1.739.780
Vial Eventos	- Carpa cerrada 150 m2 con cubre piso. - 110 sillas plegables acolchadas - Amplificación con 04 cajas y consola, 02 micrófonos, note book. - Telón y data show 4000 ansi lúmenes - Pódium y tarima de 4,8 x 4,8 x 0,50 mts cubre piso y faldón negro - Gastos de traslados alojamientos y viáticos del personal por dos días. - Adicionalmente, le cotizo pantalla led de 3 x 2 mts $ 690.000 mas iva.	1.780.000	338.200	2.118.200

TARIFAS DE ACCESO PÚBLICO AL SNASPE REGIÓN DE COQUIMBO

CONAF

	Segmentos Tarifarios							
Unidad SNASPE	Adulto/a Nacional	Adulto/a Extranjero (Incluye Adulto Mayor extranjero)	Adulto/a con capacidades diferentes	Niño/a Nacional y Extranjero < 6 años	Niño/a Nacional ≥ 6 y < 18 años	Niño/a Extranjero ≥ 6 y < 18 años	Niño/a con capacidades diferentes	Adulto/a Mayor > 60 años
P.N. BOSQUE FRAY JORGE	3.000	6.000	Liberado	Liberado	1.500	3.000	Liberado	Liberado
R.N. PINGÜINO DE HUMBOLDT	**3.000**	**6.000**	**Liberado**	**Liberado**	**1.500**	**3.000**	**Liberado**	**Liberado**
R.N. LAS CHINCHILLAS	3.000	6.000	Liberado	Liberado	1.500	3.000	Liberado	Liberado
M.N. PICHASCA	3.000	6.000	Liberado	Liberado	1.500	3.000	Liberado	Liberado

Servicio de Alojamiento			
Empresa	**Hotel Mar de Ensueño**	**Hotel Costa Real**	**Hotel Campanario del Mar**
Fecha cotización	20 de enero 2016	18 de enero 2016	9 de Abril 2016
Valor	Valor en Pesos	Valor en Dólares	Valor en Pesos
Habitación Simple	69.500	140	69.000
Habitación doble Twin	80.500	150	78.000
Habitación Matrimonial	91.500		
Habitación Triple	113.500		
Cabaña Single/doble			58.000
Cabaña 3 a 4 personas			80.000
Cabaña 4 a 6 personas	**179.500**		
Salón		400	
Terraza		800	
Servicios			
Desayuno	**buffet**		**buffet**
Capacidad Hotelera	10 cabañas y 40 habitaciones para bloqueo	02 habitaciones Bussines Queen, 26 habitaciones Master King, 21 habitaciones Serena Twin y 2 Suit Costa Real	25 habitaciones entre ejecutiva, superior y suit (capacidad hasta 80 personas) y 18 cabañas (6 cabañas de 1 dormitorio y 12 cabañas de 2 dormitorios, 1 baño, living comedor, kitchenette)
Incluye	Uso de piscina temperada	Piscina Terraza	Piscina
	Gimnasio	Bar el Faro	Mucama
	Estacionamiento	Estacionamiento Subterráneo	Estacionamiento
	Internet WIFI	Internet WIFI	WiFi
	Bicicletas	TV cable	Bicicletas
	Sala de Juegos		Terrazas y zonas de descanso
	Implementos para playa		Restauran & bar
Condiciones de reserva	Para reservar es necesario abonar el 50% del total del evento, el saldo se cancela antes del ingreso de los	Reserva grupal por la organización debe ser con 12 meses de anticipación, plazo para anulación con devolución 120 días	En caso de reservas particulares, para garantizar la reserva se debe realizar un abono del 50% y el saldo se debe cancelar antes o la llegada del huésped

	pasajeros.	antes de la fecha de ingreso, Reserva directamente al menos con 6 meses de anticipación	En caso de reservas particulares, para garantizar la reserva se debe realizar un abono del 50% y el saldo se debe cancelar en la fecha limite que se evalúe en cada caso

Folio011293

Propuesta para la creación del **Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos**

La Higuera ~ Isla Chañaral

ÍNDICE

1. **INTRODUCCIÓN**.....5
2. **ANTECEDENTES GENERALES**.....7
2.1 Situación geográfica y caracterización de la costa.....7
2.2 Clima.....10
2.3 Oceanografía.....11
2.3.1 El Evento de El Niño y de La Niña o ENSO.....15
2.4 Representatividad de hábitats y de especies.....17
2.4.1 Mamíferos marinos.....19
2.4.2 Aves Marinas.....20
2.4.3 Peces.....20
2.4.4 Biodiversidad Bentónica.....20
2.4.5 Producción Primaria.....21
3. **ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS Y CULTURALES**.....22
3.1 Identificación y caracterización de usuarios de la zona costera.....22
3.1.1 Chañaral de Aceituno (ubicación Geográfica: LAT. S. 29º 04‘, LONG. W. 71º 13´):.....22
3.1.2 Punta de Choros (ubicación Geográfica: LAT. S. 29º 19‘LONG. W. 71º 30‘):.....23
3.1.3 Caleta Chungungo (ubicación geográfica: LAT. S. 29º 21‘, LONG. W. 71º 21‘):.....24
3.1.4 Caleta Totoralillo Norte (ubicación geográfica: LAT. S. 29º 28‘, LONG. W. 71º 20´): ...24
3.1.5 Caleta Los Hornos (ubicación geográfica: LAT. S. 29º 37‘, LONG. W. 71º 18´): 24
3.2 Usos actuales y potenciales en el área y zona de influencia 24
3.2.1 Turismo.....24
3.2.2 Pesca artesanal.....25
3.2.3 Acuicultura 27
3.3 Zonificación 27
3.4 Amenazas 32
3.4.2 Instalación de Plantas Termoeléctricas.....33
3.4.3 Perforaciones Industriales en las 5 millas Reservadas a la Pesca Artesanal.....37
4. **FUNDAMENTACIÓN GENERAL PARA PROPONER UN ÁREA MARINA COSTERA PROTEGIDA DE MÚLTIPLES USOS** 39
4.1. Objetos de Conservación 39
4.1.1 Mamíferos Marinos.....43

4.1.2 Aves Marinas 46
4.1.3 Peces cartilaginosos 47
4.1.4 Peces Óseos 49
4.1.5 Biodiversidad Bentónica 50
4.1.6 Producción Primaria 51
4.1.7 Paisaje natural 52
4.2 Exclusividad 53
4.3 Servicios Ecosistémicos 55
4.3 Definición figura de conservación 57
4.4 Pertinencia del instrumento de protección propuesto 60
4.5 Análisis de actores locales 61
4.6 Incidencia de un Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) 62
4.6.1 Un AMCP-MU y su aporte a la actividad pesquera 62
4.6.2 El Aporte de un AMCP-MU al Sector Turístico 64
5. **ANÁLISIS ESTRATÉGICO** 67
5.1. Fortalezas 67
5.2 Oportunidades 69
5. 3 Debilidades 70
5.4 Amenazas 70
5.5 Análisis FODA 72
6. **RECOMENDACIONES FINALES** 73
7. **REFERENCIAS** 75

RESUMEN EJECUTIVO

El siguiente informe entrega los principales argumentos científicos y socioeconómicos que justifican la declaración de un Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU), que se extiende desde Freirina, en el sur de la región de Atacama, hasta el norte de la región de Coquimbo, específicamente hasta el límite de las comunas de La Higuera y La Serena, abarcando una superficie total de 3.423 km^2.

El área que se propone proteger se encuentra dentro del Sistema de la Corriente de Humboldt (SCH), siendo una de las tres zonas más importantes de surgencia en el centro-norte del litoral chileno y, por lo tanto, una de las áreas de mayor biodiversidad marina y productividad en nuestro país. Alberga una gran variedad de mamíferos y aves marinas, peces, moluscos, algas y corales, los que conforman un ecosistema marino excepcional. Se han identificado 96 especies, hábitats y procesos relevantes para la conservación, los que se agruparon de acuerdo a la metodología de estándares abiertos en siete Objetos de Conservación. Además, alberga parte de la colonia más grande a nivel mundial del pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*) y sus zonas principales de alimentación durante la etapa de reproducción.

Por otro lado, esta parte del litoral se encuentra habitada por diversas comunidades que han convivido durante años en forma armónica con el medio ambiente que les rodea, aprovechando los recursos que éste les ofrece para desarrollar actividades pesqueras, áreas de manejo, turismo y agricultura, siempre con miras a practicarlas de forma sustentable.

Actualmente, la posible instalación de proyectos minero-portuarios, y las perforaciones de la flota industrial arrastrera dentro de las cinco millas de uso exclusivo de la pesca artesanal, constituyen dos amenazas que se ciernen sobre las comunidades locales y sobre los ecosistemas de los cuales se sustentan, y que han movilizado a diversos actores de la sociedad civil para promover alguna figura de protección permanente, como un Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU).

Un AMCP-MU es la herramienta de gestión ambiental y territorial más eficiente para entregar protección y fomentar el desarrollo de actividades económicas de bajo impacto al medio ambiente. El AMCP-MU La Higuera – Isla Chañaral regularía los distintos usos que se podrían dar a la zona declarada, permitiendo solo el desarrollo de actividades compatibles con la conservación, es decir, aquellas que no provoquen grandes impactos sobre los ecosistemas o las especies, como la pesca artesanal, la extracción de recursos bentónicos, el turismo sustentable y la agricultura.

1. INTRODUCCIÓN

Entre la zona sur de la Región de Atacama y la zona norte de la Región de Coquimbo se encuentra una de las áreas de mayor biodiversidad marina y productividad de nuestro país. Este borde costero y su archipiélago de islotes albergan una importante cantidad de especies marinas que conforman un ecosistema marino excepcional. Por este motivo, en 1990 se declaró la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, protegiendo parte de la zona donde habita el 80% de la población de pingüino de Humboldt a nivel mundial (Wallace & Araya, 2015). Posteriormente, en 2005 se crearon las reservas marinas de Chañaral e Isla Choros y Damas, resaltando la importancia ecológica de esta zona y su preservación.

Por otro lado, existen numerosas comunidades asentadas en esta parte del litoral que han convivido durante años de forma armónica con el medioambiente, ya sea a través de la actividad pesquera, del turismo o de la agricultura, respetando el entorno y haciendo uso del medio de manera sustentable.

Lamentablemente, la posible instalación de industrias de alto impacto ambiental constituye una seria amenaza continua para la conservación de este valioso ecosistema y las fuentes de trabajo de las comunidades costeras.

En octubre de 2007 Codelco presentó el Estudio de Impacto Ambiental de Farellones, un proyecto termoeléctrico a carbón que consideraba dos centrales de 400 MW cada una. Pocos meses después, a principios de 2008, la empresa Suez Energy anunciaba Barrancones, otra central termoeléctrica con una capacidad de 540 MW. Finalmente, un tercer proyecto carbonífero, Cruz Grande, del grupo CAP, entraba a tramitación ambiental el 6 de junio de 2008, el cual contemplaba una planta de generación termoeléctrica de 300 MW.

Ante la situación, los habitantes de La Higuera comenzaron a organizarse en la defensa de su hábitat y uno a uno los proyectos fueron cayendo sin lograr concretarse. Las características medioambientales únicas de esta zona fue la principal motivación para buscar proteger las costas de La Higuera.

No se presentaron más proyectos termoeléctricos, sin embargo, en agosto de 2012 CAP Minería ingresó a evaluación ambiental el proyecto puerto minero Cruz Grande, una inversión de US$250 millones que se ubicaría en Punta Mostacilla y permitiría el embarque de más de 13 millones de toneladas de mineral al año. Un año más tarde, en septiembre de 2013, la empresa Andes Iron ingresa el proyecto Dominga a evaluación ambiental. Compuesto por una mina y un puerto marino, que se ubicaría a apenas 10 kilómetros de Cruz Grande, Dominga produciría 12 millones de toneladas de concentrado de hierro y 150 mil toneladas de concentrado de cobre al año, con

una inversión estimada en 2 mil millones de dólares y una vida útil de solo 22 años. La terminal de embarque se ubicaría cerca de Totoralillo Norte.

Con ambos proyectos en proceso de evaluación ambiental, nuevamente se generó una gran polémica debido a la amenaza que significaban para la zona. Mientras Cruz Grande concluyó con éxito el proceso de evaluación y recibió la venia para su construcción, el proyecto minero portuario Dominga fue rechazado y Andes Iron, su titular, reclamó a dicha decisión en Tribunales Ambientales.

Debido a las características de la zona y sus potenciales amenazas, en 2010 OCEANA presentó una propuesta para la creación de un Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU), con el objetivo de conservar la riqueza y el valor de esta zona costera ubicada entre las regiones de Atacama y Coquimbo, al mismo tiempo que se desarrolla una actividad económica sustentable en la zona. La propuesta fue revisada por el Ministerio de Medio Ambiente, quien realizó observaciones y aplicó la metodología de estándares abiertos para definir y clasificar los Objetos de Conservación que ahora se incluyen en la propuesta.

El presente documento es una actualización de la propuesta de OCEANA, donde se entregan antecedentes científicos relevantes para justificar la declaración de un AMCP – MU de acuerdo a la literatura científica de los últimos años, las observaciones que el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) realizó a la propuesta inicial de OCEANA y la síntesis de informes y percepciones sociales asociadas a la implementación de herramientas de conservación.

2. ANTECEDENTES GENERALES

2.1 Situación geográfica y caracterización de la costa

El área que se propone como Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) abarca la fracción marítima desde Punta Pájaros, ubicada al norte de Caleta Chañaral de Aceituno, en la región de Atacama, hasta Punta Poroto, ubicada al sur de Caleta Los Hornos y de la Comuna de La Higuera, en la región de Coquimbo (Figuras 1 y 2), además de la fracción terrestre de islas e islotes y una franja de tierra costera frente a la porción de mar. Esta propuesta comprende una superficie marítima de 3.423 km^2 y una línea costera de unos 294 km en el continente (Tabla 1).

Tabla 1 Dimensiones de la propuesta AMCP-MU La Higuera

Región	Superficie (km^2)
Atacama	828
Coquimbo	2595
Total AMCP-MU	3423

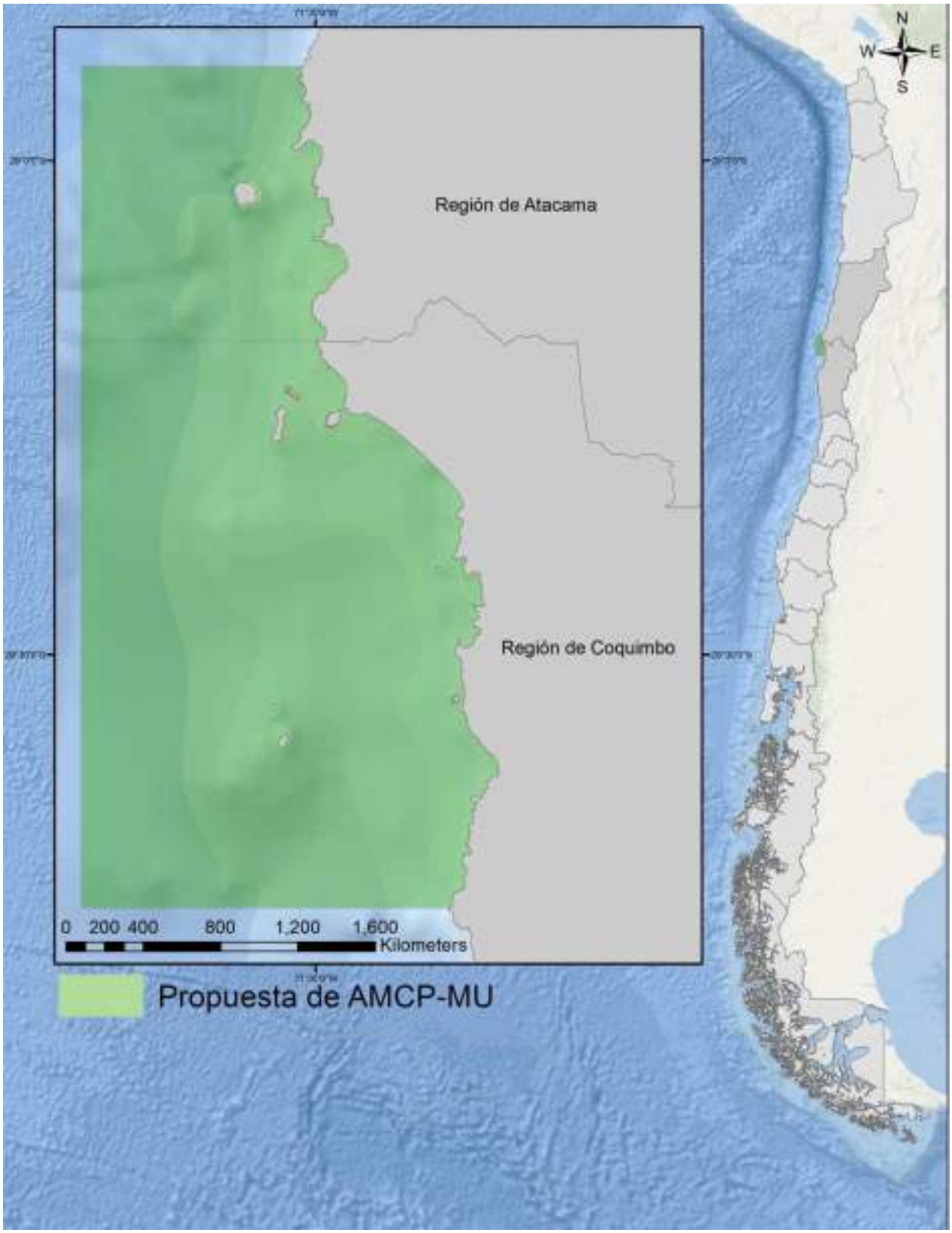


Figura 1. Ubicación en Chile del área propuesta

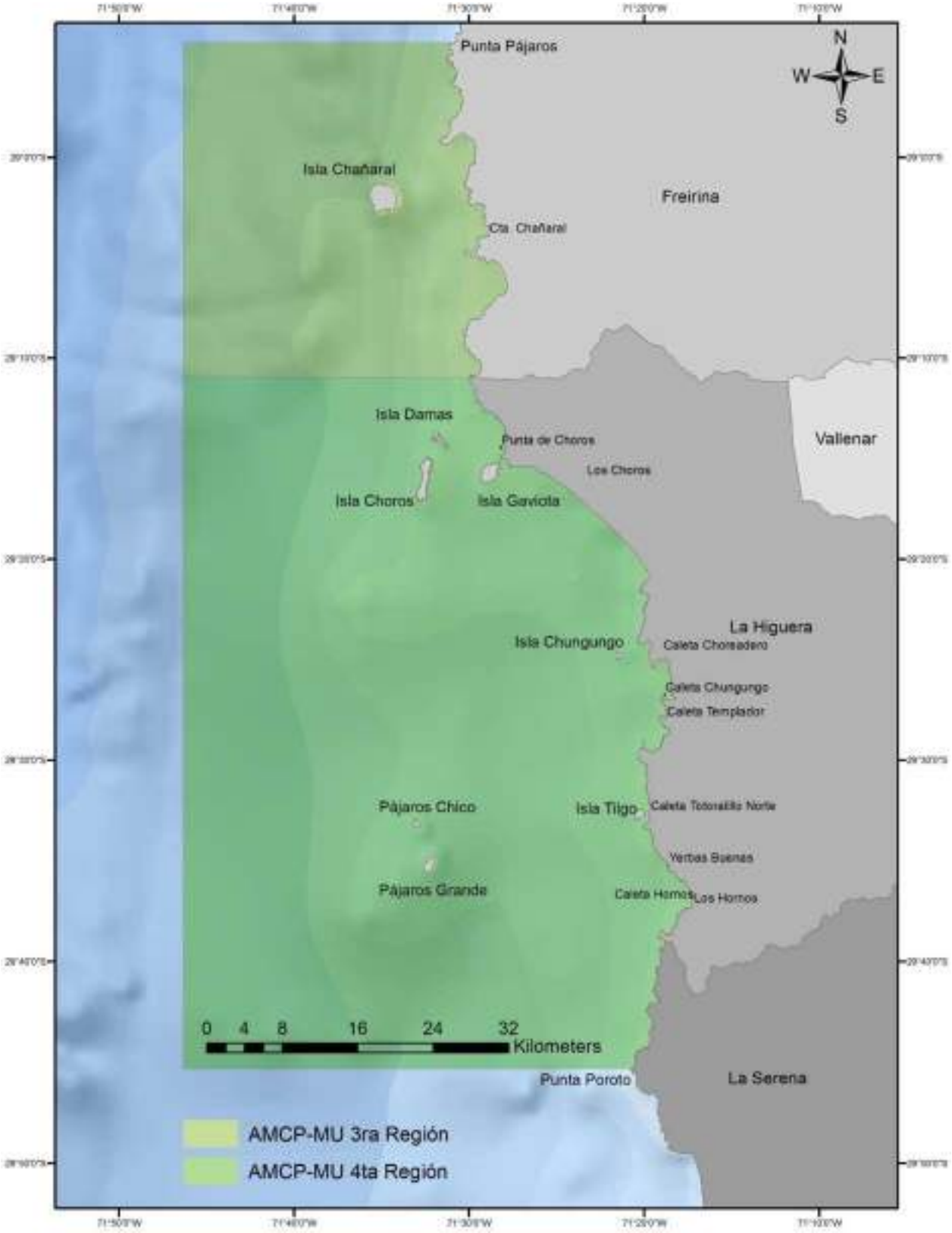


Figura 2. Mapa detallado del área propuesta

El área entre isla Chañaral e Islote Pájaros forma parte de la Bahía Grande de Coquimbo. Esta bahía se caracteriza por la presencia de una línea costera altamente accidentada con numerosas bahías pequeñas, extendiéndose entre la ciudad de Coquimbo y Punta Lengua de Vaca. Desde la costa se extiende una estrecha plataforma continental y en el borde norte la presencia de la isla Chañaral y las islas Choros y Damas genera una barrera submarina que genera una bahía semi-cerrada en el norte y abierta en el sur (Fonseca & Farías, 1987; Moraga *et al.* 1994, Thiel *et al*. 2007). Las características geomorfológicas de la línea costera y de las islas e islotes, más la batimetría e información sobre los sedimentos son entregados por los resultados de los proyectos FIP 2006-56, incluyendo una descripción de las playas de la zona y sus distintos tipos de hábitats.

Chañaral es la isla más grande con una superficie de 6,55 km² (655 ha), es seguida en tamaño por la isla Choros, de 2,92 km² (292 ha), con el oeste y sur de la isla altamente expuesta al oleaje y protegida en la punta norte y el sector este. Las pendientes de la isla oscilan entre el 1% y 7% en el lado norte y entre 6% y 12% en el sur y suroeste (FIP 2006-56). La Isla Damas posee una superficie de 0,63 km² (60,3 ha). Además, hacia el sur se encuentran los islotes Pájaros grande y Pájaros chico, y el Bajo el Toro, ubicado entre los islotes Pájaros y las islas Choros – Damas.

La bahía se caracteriza por la presencia de terrazas marinas, cinco niveles escalonados, descritos por Paskoff (1993) que fueron esculpidos desde la Formación Coquimbo (Plioceno MedioSuperior), durante el Pleistoceno, hasta el Holoceno, en el nivel denominado por el autor como Veguense. Estos niveles de terrazas están constituidos por rodados principalmente, arenas, sedimentos biogénicos y arcillas (Soto *et al*. 2015).

2.2 Clima

La región de Coquimbo constituye una zona de transición del ambiente desértico hacia condiciones de mayor humedad, caracterizada por la aridez derivada de escasas e irregulares precipitaciones y los denominados valles transversales que, de cordillera a mar, influyen sobre las condiciones de agua, suelo y clima (Díaz, 2011).

El clima predominante alrededor de Coquimbo es el de estepa cálida, presentando matices como el costero o nuboso en el litoral, y estepárico cálido en el interior. Las precipitaciones son escasas en esta región y no superan los 300 mm anuales, siendo un área sometida al Anticiclón del Pacífico, que se ve alterada por el Fenómeno El Niño (Soto *et al*. 2015).

Según la Dirección Meteorológica de Chile, los últimos 20 años se han caracterizado por extensos períodos de sequía, que han sido interrumpidos en forma esporádica por intensos aluviones. Las lluvias más intensas se registraron en los años previos a la década del 70, con 133,3 mm/año. Las

neblinas permanentes durante todo el año generan en la costa un microclima húmedo que permite la existencia de abundante vegetación, sin embargo, esto es más típico al sur de Tongoy, donde la costa se presenta abrupta y relativamente alta. Además, existe una estacionalidad térmica con una oscilación anual alrededor de 6,45ºC, siendo julio el mes más frío (10,8ºC) y enero el más cálido (17,25ºC). La oscilación térmica diaria es de 7,6ºC aproximadamente y la temperatura media mensual se mantiene sobre los 10ºC entre enero y diciembre.

Según el informe final del proyecto FIP 2006-56, se observa en toda la región, durante las cuatro estaciones del año, vientos predominantes de la dirección S-SW con magnitudes promedios en torno a 6 m/s, y con un máximo en el trimestre de primavera (septiembre-octubre-noviembre) y un mínimo en el trimestre de invierno (junio-julio-agosto). La mayor variabilidad de los vientos se nota en el trimestre de invierno y la menor en verano, con magnitudes máximas en torno a 22 m/s en primavera. Según Pizarro (1999) y Hormázabal *et al.* (2004) existen vientos (S-SW) en toda la región, favorables a la surgencia costera durante todo el año, con un máximo estacional en primavera.

Concluyendo la caracterización climática del área, según el libro de Biogeografía del Instituto Geográfico Militar (Quintanilla, 1990), nos encontramos en un sistema de carácter templado mesomórfico, cuyos límites son poco precisos debido a que corresponde a un área donde el ecotono (zona de transición entre dos ecosistemas) comprende desde las formas vegetales adaptadas a medios secos hasta las adaptadas a medios húmedos características de Chile austral.

2.3 Oceanografía

Esta zona se encuentra dentro del sistema de la corriente de Humboldt SCH (ó HCS, Humboldt Current System en inglés) y es una de las tres zonas más importantes de surgencia en el centro-norte del litoral chileno (Thiel *et al*. 2007).

Concretamente, la bahía de Coquimbo se ubica dentro de la región de transición templada del SCH y es una de las tres zonas más importantes de afloramiento o surgencia en el centro–norte de Chile, resultando en aguas altamente productivas de fitoplancton y de zooplancton (Thiel *et al*. 2007). La oceanografía general del SCH se caracteriza por un flujo predominante de aguas superficiales de origen subantártico con surgencias fuertes de aguas frías sub-superficiales de origen del ecuador ricas en nutrientes. Los procesos de surgencia o afloramiento en la zona centro–norte son principalmente constantes y no acoplados a las estaciones del año (Thiel *et al.* 2007) mientras que las diferentes zonas de surgencias se encuentran separadas por sectores con surgencias menores o esporádicas.

Según los resultados del proyecto FIP 2006-56 la composición de las masas de aguas y las temperaturas del mar por lo general expresan ciclos estacionales bien pronunciados, típicos para una zona de transición templada del SCH. La salinidad presenta valores entre 34,5 psu de mínima y 34,8 psu de máxima en isla Chañaral, y de 34,1 psu de mínima y 35,1 de máxima en las islas Choros – Damas. Sin embargo, existe una alta variabilidad espacial y temporal de las condiciones térmicas y salinas, debido a la proximidad del foco de surgencia cerca de Punta de Choros y la complejidad de la topografía, producto de la presencia de las islas y de una línea de costa accidentada.

Según datos históricos obtenidos en el marco de los monitoreos de los recursos camarón y langostino, y de otros estudios relacionados con las aves marinas más las mediciones durante el proyecto FIP 2006-56 (Lat. 29º 25', Long. 71º 23' 05), la temperatura superficial alcanza alrededor de las islas Choros y Damas en promedio una máxima de 18° C en verano y mínimas alrededor de 12° C en invierno. Como efecto de la surgencia, las temperaturas más bajas se registran comúnmente durante la primavera y cerca de la costa, mientras que en verano se forma una termoclina[1] estacional. Los registros de temperatura en el área indican que existe un enfriamiento de las aguas en el invierno, situación que se comienza a manifestar desde el otoño. Mediante procesos convectivos[2] el enfriamiento se desplaza desde la superficie hacia el fondo hasta que la termoclina desaparece y se produce una columna de agua con poca variación térmica de un rango de 1° C entre superficie y fondo, con valores superficiales alrededor de los 12°C y de los 11,5°C cerca del fondo. Durante la primavera el agua se calienta sucesivamente, también mediante procesos convectivos, hasta que las temperaturas superficiales presentan valores de 14,5°C en primavera, aumentando hasta cerca de los 19° C en verano. Las aguas cerca del fondo se mantienen frías con fluctuaciones entre 11,5°C en primavera y 12,5°C en verano. Según Peñalver (2005) la termoclina en la zona presenta poca variación dentro de la columna de agua, producto de un levantamiento de las isotermas[3] cerca de las islas, relacionados a los efectos de la topografía del relieve de fondo y la baja magnitud de los vientos, resultando en una estructura vertical estratificada, con una capa de mezcla poco profunda. Según los autores del proyecto FIP 2006-56 es evidente que "en toda la zona se produce un importante cambio de la energía calórica

[1] La termoclina (raramente metalimnion) es una capa dentro de un cuerpo de agua o aire donde la temperatura cambia rápidamente con la profundidad o altura.

[2] La convección es una de las tres formas de transferencia de calor y se caracteriza porque se produce por intermedio de un fluido (aire, agua) que transporta el calor entre zonas con diferentes temperaturas. La *convección* se produce únicamente por medio de materiales fluidos. Éstos, al calentarse, aumentan de volumen y, por lo tanto, su densidad disminuye y ascienden desplazando el fluido que se encuentra en la parte superior y que está a menor temperatura. Lo que se llama *convección* en sí, es el transporte de calor por medio de las corrientes ascendente y descendente del fluido.

[3] La isoterma es una curva que une los puntos, en un plano cartográfico, que presentan las mismas temperaturas en la unidad de tiempo considerada. Así, para una misma área, se pueden diseñar un gran número de planos con isotermas, por ejemplo: Isotermas de la temperatura media de largo periodo del mes de enero, de febrero, etc., o las isotermas de las temperaturas medias anuales.

dentro de la columna de agua, inducida por el intercambio de la atmósfera con los procesos de calentamiento y enfriamiento del agua asociados a los ciclos estacionales".

La salinidad como principal indicador de las masas de agua es uno de los parámetros más importantes en esta zona. Como la temperatura, la salinidad presenta cambios estacionales, más pronunciados en la superficie, variando entre 34,3 psu en las épocas de verano – otoño, a valores >34,8 psu en los meses de invierno primavera. Bajo los 50 m de profundidad se produce un aumento de estos valores a máximos cercanos a los 35 psu. Según los datos históricos de la zona, con registros de 1992, 1999, 2002, 2005 y 2006 los valores de salinidad oscilan entre los 34,3 y 34,8, con valores ocasionalmente próximos a los 35 psu, y se puede concluir que las masas de Agua Ecuatorial Sub-Superficial (AESS) con salinidades mayores a 34,7 psu, dominan, principalmente en las épocas de invierno – primavera. Al contrario, durante los meses de verano – otoño la masa de Agua Sub-Antártica (ASSA) con salinidades entre los 34 y los 34,7 psu es dominante. Los autores del proyecto FIP 2006-56 dejan claro "que valores cercanos a 35 psu observados cercanos al fondo confirman el proceso de intrusión de aguas salinas y no un cambio de masas de agua".

Esta observación y la anterior sobre los procesos calóricos son indicadores importantes para manifestar una protección del área y sus ecosistemas marinos frente a proyectos que pretenden implementar plantas termoeléctricas dentro de la bahía de Coquimbo. No existe ninguna duda – ni por parte de los científicos ni por la propia industria - que las aguas cálidas provenientes del enfriamiento desde dichas plantas aumentan significativamente la temperatura del mar. Como los datos anteriores señalan, no existe un intercambio significativo de las masas de agua con el océano y en consecuencia un aumento de las temperaturas del mar inducido por aguas de enfriamiento significará un impacto que supera los efectos que se producen naturalmente durante El Niño fuerte, cuyos impactos a los ecosistemas marinos se explican al final de este capítulo.

Por lo general las corrientes marinas del área demuestran un flujo en dirección hacia el norte de la bahía, como resultado de la influencia del SCH que se dirige desde el sur de Chile en paralelo a la costa en dirección norte; y como resultado de la barrera submarina formada por las islas Chañaral y Choros – Damas este flujo se desvía hacia el mar abierto en el límite norte de la bahía de Coquimbo (Thiel *et al*. 2007).

Datos más precisos sobre el sistema de las corrientes en el área propuesta son entregados por las mediciones de un correntómetro acústico (ACM) y de un perfilador acústico de corrientes (ADCP), realizados en las cercanías de la isla Chañaral e islas Damas – Choros, en el período entre agosto de 2007 y enero de 2008 en el marco del proyecto FIP 2006-56. Los resultados de esta investigación indican un patrón de las corrientes relativamente complejo y variable,

especialmente en la superficie. Las corrientes de Isla Chañaral demuestran un patrón algo más definido espacial y estacionalmente, con un sistema de flujos y contra-flujos desde la costa hacia el mar abierto. Durante el invierno las mediciones más alejadas del continente mostraban un flujo invernal hacia el sur de ~25-30 cm/s, interrumpido por la presencia de isla Chañaral tanto en el norte como en la parte sur de la isla, y un flujo cercano a la costa continental disminuyéndose hacia el norte. En verano este patrón de corrientes varía levemente, pero no se presenta un cambio de dirección tanto cerca de la costa continental como en la parte sur de la isla Chañaral.

En el sector de las Islas Choros-Damas se observa un patrón similar, pero menos definido, sobre todo en invierno. En verano, y al este de las islas, se presenta un flujo norte con un máximo de ~30 cm/s al norte de Isla Damas. En promedio las corrientes en la capa superficial (entre ~4 y 45 m) muestran magnitudes relativamente pequeñas (~5-8 cm/s), lo cual es producto de la distribución vertical de las corrientes con flujos opuestos entre la superficie y el fondo, fenómeno que es menos frecuente en el sector de isla Chañaral.

La distribución vertical de las corrientes en todo el sector entre isla Chañaral e Islas Choros – Damas es variable en dirección y en magnitud producto de la complejidad de la estructura de las corrientes y la topografía de fondo. Bajo la capa superficial (>20 m de profundidad) las corrientes presentan máximos de velocidad con un flujo hacia el sur, que obviamente actúa conjuntamente con el viento (S-SW) predominante en la capa superficial.

Finalmente, cabe señalar que el patrón de corrientes -especialmente el que se da en la cercanía de las islas Damas-Choros- resulta en la retención de partículas en la columna de agua, un factor que explica la alta producción primaria del fitoplancton en la zona.

Sin embargo, se debe considerar que las mediciones del proyecto FIP 2006-56 se realizaron en condiciones de vientos débiles, y los mismos autores del informe final de este proyecto mencionan que es muy probable que en condiciones de vientos más intensas, las corrientes superficiales y subsuperficiales cambien de acuerdo a patrones dinámicos característicos para la zona. Como la surgencia costera es fundamental, se forman remolinos y filamentos, que son característicos en la región (Marín *et al.* 2003, 2007) siendo la topografía irregular un factor importante de este fenómeno (Leth & Shaffer, 2001; Hormazábal *et al.* 2004). También los autores señalan que la generación de estas estructuras se observa frecuentemente en las imágenes satelitales de temperatura y color superficial del mar en la zona.

2.3.1 El Evento de El Niño y de La Niña o ENSO

Los eventos naturales globales de El Niño y La Niña o más exacto la Oscilación del Sur ENSO (El Niño Southern Oscilation) se sobreponen a las condiciones oceanográficas locales, complicando cualquier predicción de procesos ecológicos a lo largo de la costa del país. Bajo condiciones de afloramiento se disminuye la corriente de Humboldt y masas de aguas frías bien oxigenadas emergen hacia las zonas eufóticas[4] donde empujan una fuerte producción primaria (Arntz & Fahrbach, 1991).

Son una parte importante de la dinámica de los sistemas de surgencia y probablemente muchas propiedades de estos ecosistemas se expliquen por la aparición de este fenómeno (Arntz & Valdivia, 1985) tal como existen estrechas relaciones entre los subsistemas pelágicos, demersales y bentónicos (Arntz & Valdivia, 1985; Arntz *et al*. 2006; Thiel *et al*. 2007). El fenómeno de El Niño o en términos científicos la Oscilación Sur de El Niño (El Niño-Southern Oscillation, ENSO, por sus siglas en inglés) ocurre desde hace más de once mil años y se caracteriza por el reemplazo de la surgencia de aguas frías, oxigenadas y nutritivas por masas de aguas cálidas de origen ecuatorial, con niveles de oxígeno más bajo y pobre de nutrientes (Thiel *et al.* 2007). Las consecuencias ecológicas más características son la disminución de la producción primaria, cambios en la composición y abundancia del zooplancton y cambios en la dinámica poblacional de peces. Hasta hoy se discute si este fenómeno significa solo una catástrofe tanto para la naturaleza como para el hombre o también aporta algunos beneficios económicos y ecológicos (Arntz & Fahrbach, 1991; Thiel *et al*. 2007).

El Niño ocurre comúnmente en ciclos de aproximadamente 5 años frente a las costas desde Ecuador hasta Chile y en el pasado causó la desaparición de muchos grupos taxonómicos (Arntz *et al*. 2006). Sin embargo, toda la investigación científica de las últimas décadas relacionada al ENSO y sus efectos deja muy claro que se trata más bien de una migración de especies y no de la eliminación de éstas. Los mejores ejemplos que confirman esta teoría se presentan en los eventos más fuertes y destacados como en los años 1982, 1983, 1997 y 1998, los cuales resultaron en una mortalidad enorme de aves y mamíferos marinos, dada la ausencia de sus fuentes alimenticias principales como la anchoveta. Sin embargo, las poblaciones de anchoveta sufrieron también de falta de alimento y disminuyeron, pero nunca desaparecieron, sino que- como muchas otras especies de peces pelágicos - la anchoveta se desplazó lejos de las costas hacia el océano (Arntz & Fahrbach, 1991).

[4] Se llama profundidad eufótica o nivel eufótico a la profundidad en la que la intensidad de la luz queda reducida a un 1% de la que ha penetrado la superficie, el límite por debajo del cual no queda lugar para la fotosíntesis. Algo de luz puede registrarse hasta 700 o más metros de profundidad, pero el límite de la zona eufótica, con luz suficiente para que haya algo de fotosíntesis, puede situarse a sólo unos decímetros, en aguas muy turbias de ríos y pantanos, o acercarse a los 200 m, que es el valor típico en las regiones tropicales de los océanos, de aguas muy transparentes.

Actualmente, fines del 2017, según el Centro de Predicciones Climáticas[5] existe una situación de "La Niña", dado que las anomalías en las temperaturas de la superficie del mar (SST por sus siglas en inglés) disminuyeron a través del Océano Pacífico central y ecuatorial (Figura 3).

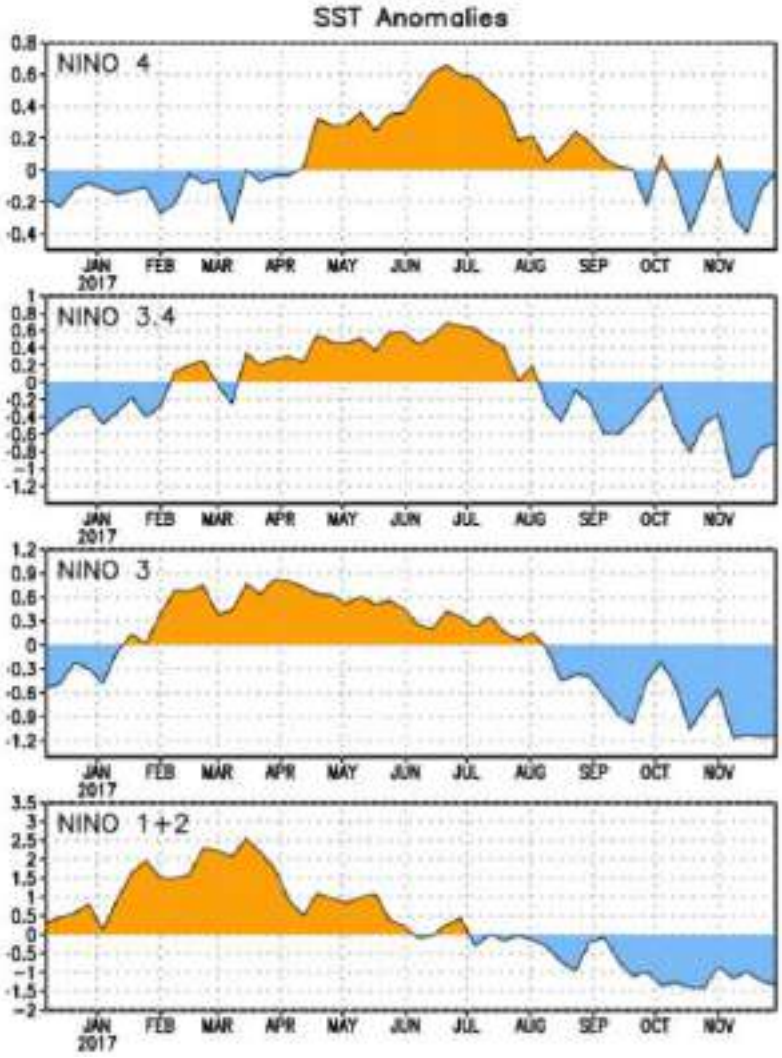


Figura 3. Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (SST) del Océano Pacifico y en la costa chilena

Hoy en día se debe además considerar el efecto del calentamiento global. Ya existe evidencia científica de que el cambio climático afecta la dinámica y los procesos de los sistemas de surgencia, por lo que se debería evitar cualquier impacto adicional antropogénico que pueda descalibrar adicionalmente estos sistemas muy sensibles (Thiel *et al*. 2007).

[5] http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/MJO/enso.shtml#discussion

En resumen, se puede concluir que tanto los efectos positivos como negativos de estos fenómenos siempre han impactado los ecosistemas marinos, la pesca artesanal y las poblaciones costeras.

Debido a su importancia para las pesquerías pelágicas y la extracción de recursos bentónicos, la bahía de Coquimbo se encuentra monitoreada de manera constante desde hace dos décadas en el marco de los proyectos del Fondo de Investigación Pesquera (FIP) de la Subsecretaría de Pesca (Subpesca) y de proyectos financiados por el Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA). Todos estos estudios pesqueros incluyen también aspectos de la oceanografía, de la biodiversidad, de la composición de los sedimentos, de la fauna acompañante de los recursos principales u objetivos, etc. que generan un mayor conocimiento y análisis de la zona.

La institución con más experiencia en los estudios de la fauna marina y de los recursos pesqueros de la bahía de Coquimbo es la Universidad Católica del Norte, (UCN). Solo por parte de ésta, y otras instituciones locales, existen más de 40 estudios o publicaciones, con múltiples trabajos relacionados con la ecología y la biodiversidad marina, especialmente sobre aves marinas e invertebrados bentónicos.

Muchos de estos estudios en oceanografía han servido como base para evaluar la implementación de herramientas de conservación en el área.

2.4 Representatividad de hábitats y de especies

La topografía de la bahía de Coquimbo con la barrera submarina que forman las islas en el norte de la bahía favorece la retención de los nutrientes y el crecimiento de la biomasa de fito y zooplancton, lo cual potencia la concentración y abundancia de organismos de todos los niveles tróficos de la cadena alimenticia. Los alrededores de las islas Choros y Damas representan una de las zonas más importantes de surgencia dentro del SCH y de las costas chilenas (Thiel *et al*. 2007). La importancia ecológica y la alta riqueza de especies en esta área particular es el resultado de la retención de nutrientes y del zooplancton al sur de las islas Choros y Damas, generándose alimento para una alta variedad de organismos pelágicos y bentónicos. Además, el área significa una zona de crianza para las especies claves de la cadena trófica pelágica del SCH; entre ellas la anchoveta, el pingüino de Humboldt, los lobos marinos y numerosos recursos pesqueros.

Se han registrado en la zona entre 400 y 500 especies, compuestas de invertebrados planctónicos y bentónicos, peces, aves, mamíferos y micro- y macroalgas, de las cuales al menos 100 (25%) se consideran como especies de importancia ecológica.

Dentro del área destaca la presencia de gran parte de la colonia más grande de pingüino de Humboldt en el mundo, con cerca del 80% de los individuos de la población mundial (Wallace & Araya, 2015), también la presencia del yunco, lile, guanay y del piquero (Vilina *et al*. 1999; Simeone *et al*. 2003; Luna-Jorquera 2012).

Todas las especies de condrictios registrados entre los 28° y 30°S se encuentran en el área y sus alrededores, y 45 especies de peces de teleósteos que representan aproximadamente el 50 % de los peces conocidos en la zona norte de Chile y el 32 % de la ictiofauna chilena (Ojeda *et al*. 2000).

Los bosques de macroalgas del submareal del área propuesta, en los que dominan *Lessonia nigrescens* y *L. trabeculata* representan uno de los hábitats más típicos de las costas de América Latina de playas con rocas expuestas al oleaje (Santelices *et al*. 1980) y de la costa chilena entre los 20° y 40°S. Estos bosques de macroalgas representan uno de las componentes más importantes dentro de los ecosistemas marinos (Dayton, 1975), ya que generan una alta diversidad de especies tanto de aquellas que se aprovechan del espacio y la protección que ofrecen estas macroalgas, como de aquellas que se alimentan de estas algas. En el área solicitada, dentro de los hábitats de macroalgas se encuentran hasta 35 de las 190 especies macro-bentónicas presentes (20%).

El conocimiento sobre la biodiversidad alrededor de las islas Chañaral y Choros–Damas ha sido profundizado durante los últimos años y los resultados de estas investigaciones han cambiado drásticamente la imagen del sector desde una zona de baja diversidad de fauna marina a un ecosistema con estructuras complejas y con alta riqueza de especies especialmente de invertebrados marinos. El notable aumento de estudios sobre la fauna marina y los ecosistemas marinos de Chile durante los últimos años se explica en parte por la expansión del uso del borde costero y la urgencia de conocer la fauna presente (Escribano *et al*. 2003).

Para describir la diversidad del área propuesta se consideraron los resultados de los proyectos de la Universidad Católica del Norte (UCN) y el Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA) para los diagnósticos de la implementación de una reserva marina Isla Choros y línea base de las Reservas isla Chañaral y Choros - Damas (BIP 30006824-0 y FIP 2006-56), resultados de varios proyectos FIP, relacionados a la investigación pesquera, numerosas tesis de pre- y postgrado y otras publicaciones científicas sobre los ecosistemas y la fauna marina de la zona centro–norte.

Los estudios disponibles para describir la diversidad de la fauna bentónica del área abarcan la zona completa desde el intermareal hasta los 80 metros de profundidad alrededor de las islas Chañaral, Choros–Damas, y una fracción importante y representativa del islote Pájaros. A estas áreas se suman aquellas zonas en el área de uso por la pesca artesanal y también las Áreas de

Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) y la zona de la pesca de arrastre de crustáceos demersales. En cuanto a la fauna de aves y peces se cuenta con toda la información de los proyectos de la UCN acerca de la fauna de las islas Chañaral, Choros–Damas, Islas Pájaros 1 y 2 e islotes Tilgo, Chungungo y Totoralillo; además de numerosos trabajos de tesis y datos de otras ONGs.

OCEANA por su parte, realizó desde el 2009 al 2017, cinco expediciones con un robot submarino para documentar visualmente la fauna bentónica alrededor de las islas Chañaral, Choros–Damas los islotes Pájaros y además al Bajo El Toro hasta profundidades de 300 m. El equipo de buceo de OCEANA ha generado fotografías de alta resolución para mostrar la vida marina de los distintos tipos de hábitat alrededor de las islas Chañaral y Choros–Damas durante 2009, 2010 y 2012.

Considerando toda la información disponible, incluyendo datos sobre el fito y zooplancton, se encuentran desde 352 hasta 560 especies marinas dentro del área solicitada. Estas cifras y su variación se calcularon en base a las especies registradas en forma permanente o temporal (mamíferos y aves) dentro del área. Para el plancton este cálculo incluye sólo aquellas especies con registros confirmados en el área de estudio (fitoplancton) o considerados como las más frecuentes o importantes (zooplancton).

Los grupos más diversos representan a 187 especies macro-bentónicas (macroalgas e invertebrados), 122 especies de aves, 21 especies de mamíferos marinos y 68 especies de peces. Muchas de estas especies se encuentran en un estado vulnerable y algunos incluso, en peligro de extinción según el listado de la UICN. Otras especies poseen un valor importante dado su rol ecológico, pero también como recursos pesqueros. En el bentos, un 33% de las especies cumplen un rol ecológico fundamental como bio-ingenieros, por ejemplo, las macroalgas, los hidrocorales y las esponjas, y también un número considerable de estas especies son recursos importantes para la pesca artesanal.

2.4.1 Mamíferos marinos

La presencia de 21 especies de mamíferos marinos y entre ellos, la colonia de delfines nariz de botella residente del área, convierten a la zona de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt como el hot spot más importante de la zona norte y central de Chile para la observación, estudio y conservación de estos grupos taxonómicos (Capella *et al*. 1999; Pérez & Moraga 2005; Thiel *et al*. 2007; Flores *obs. pers;* Toro *et al*. 2016). En este sentido, sólo podría compararse con el Golfo de Corcovado en la X región y el Parque Marino Francisco Coloane en la región de Magallanes, en relación a la observación de mamíferos marinos, sin embargo, ninguno de los lugares mencionados anteriormente posee la riqueza y las condiciones ambientales de la zona de la bahía grande de Coquimbo, sumado además que estos sitios son accesibles sólo durante el verano.

2.4.2 Aves Marinas

En el área se han registrado 122 especies de aves, lo cual muestra una alta diversidad de aves y hace de este lugar un sitio altamente representativo de la avifauna marina y terrestre de la zona centro-norte del país. Si a esto, sumamos el hecho que, durante los meses de invierno, las especies de aves marinas australes utilizan esta zona como sitio de alimentación y crianza, esta área se convierte en un lugar prioritario para la conservación de las aves. Si bien las especies registradas para el área presentan, en general, un amplio rango de distribución geográfica, la presencia de las principales colonias de nidificación para el pingüino de Humboldt, yunco, piquero y otras aves marinas y terrestres hacen de este un lugar único en las costas de nuestro país (Vilina *et al*. 1994; Hertel *et al.* 2005; Luna-Jorquera *et al*. 2005; CONAF, no publicado).

2.4.3 Peces

Las 68 especies de peces presentes en el área, corresponden aproximadamente al 50 % de los peces conocidos en la zona norte de Chile y 32 % de la ictiofauna chilena. Destaca la alta presencia de los condrictios con un total de 18 especies de tiburones, lo que significa que todas estas especies conocidas en el norte de Chile se encuentran en el área, y junto con las 5 especies de rayas representando un 64 % de todos los condrictios registrados en aguas chilenas.
La anchoveta es posiblemente la especie fundamental del sistema pelágico del SCH. En el área se encuentra una biomasa considerablemente alta y distribuida de manera casi homogénea. Considerando su importante rol como alimento principal para numerosas especies, se puede interpretar la distribución especial presentada con valores de la abundancia más altos al norte de la isla Chañaral y al sur de islas Pájaros y valores más bajos entre las islas como resultado de una fuerte presión por depredadores en el resto del área, considerando que no existe una fuerte presión pesquera en el área.
El resto de las especies de la ictiofauna representa a todos los recursos importantes de la pesca artesanal del litoral central y norte. Considerando la alta biomasa planctónica se debe apreciar también al área como una importante zona de reproducción y de reclutamiento.

2.4.4 Biodiversidad Bentónica

Según los resultados del FIP 2006-56, gran parte de la fauna bentónica del área es representativa de las costas desde Puerto Montt hasta Arica. Camus (2001) recopiló toda la información biogeográfica disponible sobre distintos grupos de invertebrados; solo para los briozoos existe una separación de la composición de especies entre 28° y 32°S, lo que significa una fauna especial de briozoos en este sector. El bentos del área es representativo del centro-norte del país. Camus (2001) llega a la conclusión que Coquimbo significa un límite geográfico significativo para especies marinas en Chile.
Escribano *et al*. (2003) señalan un total de 1.597 especies de invertebrados [Porifera, Anthozoa, Polychaeta, Mollusca (Polyplacophora, Gastropoda, Bivalvia), Crustacea (Cirripedia, Amphipoda, Isopoda, Brachyura, Anomura), Echinodermata (Asteriodea, Ophiuroidea, Echinoidea,

Holothuroidea), y Ascidiacea] presentes entre 18º y 55ºS y Santelices (1980) de 508 especies de macroalgas. Considerando esa información, las 158 especies de invertebrados representan el 10% de la fauna bentónica chilena.

En el bentos por lo menos 10% de las especies cumplen un rol ecológico fundamental como bio-ingenieros (corales y esponjas), generando una alta diversidad de especies acompañantes. Dentro de estos bio-ingenieros destacan las colonias de gorgonias, presentes en forma de parches alrededor de cada isla. Aparte de ser especies vulnerables según la UICN y su alta importancia ecológica, los jardines de gorgonias en los alrededores de las islas representan un atractivo para el ecoturismo de buceo. Lugares similares con arrecifes de gorgonias, anémonas de mar, otros corales y esponjas se encuentran en Chile, por ejemplo, alrededor de Isla de Pascua, en Juan Fernández y en los fiordos australes.
Uno de los invertebrados bentónicos típicos del SCH es el loco *Concholepas concholepas* (abalón chileno); el cual tiene un alto valor de mercado nacional e internacional. Los estudios de Castilla y Paine (1987) y de Stotz (1997) indican, por un lado, su importancia ecológica como depredador tope del intermareal, y por otro, su importancia para la pesca artesanal. Según Thiel *et al*. (2007) el sector alrededor de Punta Choros es una zona de alta retención de larvas de este molusco, abundante en toda la costa centro-norte, y además, de intensos reclutamientos.

Otros recursos bentónicos importantes del Sistema de Corrientes de Humboldt y del área son las tres especies de langostinos, langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*), langostino amarillo (*Cervimunida johni*) y camarón nailon (*Heterocarpus reedi*), distribuidos entre la I y VIII regiones, siendo el recurso objetivo de la flota pesquera industrial más que de la pesca artesanal (Zilleruelo *et al*. 2015). Sin embargo, los focos de abundancia de estos pequeños crustáceos en el área representan una biomasa inferior a otros lugares y regiones (FIP 2008-16). Por otro lado, cumplen un rol importante de alimento para peces, mamíferos y aves marinos.

2.4.5 Producción Primaria

Existe una distribución muy homogénea de especies fitoplanctónicas en la zona comprendida desde el centro al norte de Chile (Thiel *et al*. 2007). Las variaciones en la composición de las especies se generan más que nada por los cambios en las condiciones oceanográficas físicas como la temperatura del agua durante las distintas estaciones del año. Además, la composición y biomasa planctónica puede cambiar drásticamente bajo eventos del ENSO (Ruttland & Montecinos, 2002), cambiando la composición del fitoplancton desde especies microplanctónicos a especies del pico y nanoplancton (Iriarte & Gonzalez, 2004). Pauly & Christensen (1995), indican a la producción primaria del fitoplancton como la clave para sostener las pesquerías pelágicas del mundo, señalando que los valores más altos de la biomasa fitoplanctónica se encuentran en los sistemas de surgencia. Actualmente se señala un promedio de 876 $mgCm^2$día para el SCH (proyecto Sea Aroundus; seaaroundus.org).

3. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS Y CULTURALES

Aledaña a esta zona de alta productividad y biodiversidad, se han desarrollado históricamente asentamientos de comunidades que han trabajado en el uso del territorio, marino y terrestre, como fuente de su economía. Para entender bien el contexto territorial, es necesario tener en cuenta el contexto socio-económico, integrando todos los actores que son parte y se relacionan con este ambiente, dado que, ellos son quienes conviven en el territorio y quienes convivirán con cualquier tipo de decisión que se tome al respecto.

3.1 Identificación y caracterización de usuarios de la zona costera

A continuación, se presentan las diferentes caletas ubicadas en la costa del área propuesta como Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU):

3.1.1 Chañaral de Aceituno (ubicación Geográfica: LAT. S. 29º 04‘, LONG. W. 71º 13´):

Las Caletas Chañaral de Aceituno y Carrizalillo se encuentran ubicadas en la comuna de Freirina, Provincia del Huasco, 50 km al sur de la Región de Atacama, al suroeste de Vallenar. La Caleta tiene red de agua potable y electricidad a nivel domiciliario sin embargo hay ausencia de alumbrado público. La red comunicacional es deficitaria: la telefonía fija es inexistente y sólo una compañía de telefonía celular tiene cobertura.
En esta localidad se encuentra la Isla de Chañaral, la más grande de las que conforman la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt.
En la Caleta existen tres grupos organizados: el Sindicato de Pescadores, la Agrupación de Turismo y la Junta de Vecinos. El Sindicato de Pescadores cuenta con 114 socios (todos hombres) y un total de 32 embarcaciones del tipo bote a motor (López y Chávez, 2005). No obstante, el número total de pescadores inscritos en Chañaral de Aceituno es de 207. De estos, los mariscadores son los más numerosos, seguidos por los algueros, de los cuales 5 son mujeres.

El Sindicato tiene a su cargo tres áreas de manejo de recursos bentónicos (AMERB) en las zonas aledañas a la caleta: Chañaral de Aceituno, Chañaral de Aceituno Sector B y Chañaral de Aceituno Sector C. La comunidad de pescadores está distribuida en Caleta Chañaral de Aceituno, Bahía Carrizalillo y Carrizalillo. Un número significativo (hasta un 60%) trabaja fuera de la caleta durante gran parte del año (hasta 10 meses), y vuelven para el período de cosecha de recursos de las áreas de manejo. Los pescadores emigrantes trabajan en labores de pesca tanto en el norte como en el sur del país y en minería o construcción en los centros urbanos mayores.
La población femenina sigue los patrones de asentamiento temporal de los pescadores. Aquella familia con hijos en edad escolar sobre quinto básico emigra durante el año a las urbes más

cercanas: Vallenar, La Serena y Coquimbo. En el sector de Carrizalillo hay sólo una escuela básica hasta cuarto básico y un centro de salud donde atiende un paramédico.

3.1.2 Punta de Choros[6] (ubicación Geográfica: LAT. S. 29º 19'LONG. W. 71º 30'):

Se origina de los asentamientos de pescadores de las caletas existentes y que se ubicaban en terrenos pertenecientes a la Comunidad Agrícola Los Choros. No cuenta con un servicio de transporte y el traslado desde La Serena se hace por medio de furgones que son coordinados con los lugareños. De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda de 2002, que incorpora Punta de Choros y Los Choros, ambas localidades se han clasificado como sectores rurales. En conjunto cuentan con 303 viviendas y una población de 569 habitantes. La población es mayoritariamente masculina, representando un 60% (Dirección Desarrollo Comunitario, Municipalidad de La Higuera, dic. 2007). Cuentan con escuelas básicas que ofrecen hasta sexto año básico. De acuerdo con el Censo de 2002, el promedio de años de escolaridad asciende a 6,58 años y el índice de alfabetización bordea el 80%. La salud de la población es atendida por un consultorio y cuatro postas rurales. Las comunidades cuentan con sistemas de electricidad de alumbrado público y domiciliario además de agua potable rural. Sin embargo, no hay alcantarillado ni plantas de tratamiento de aguas servidas, no obstante, las viviendas cuentan con pozos negros (44,7%) y fosas sépticas (55,3%) (Municipalidad de La Higuera).

La infraestructura vial de acceso a las localidades y de conexión con la carretera existe y está en estado regular. Los sistemas de telecomunicaciones son deficientes, la mayoría de las localidades cuentan con un teléfono de uso público y gran parte de la población posee teléfonos celulares.

La actividad laboral masculina predominante en la localidad en estudio corresponde a la pesca artesanal, la cual abarca prácticamente el 100% en Punta de Choros y aproximadamente el 68,8% de las actividades laborales en Los Choros. Entre ambas localidades agrupan a 222 pescadores[7], organizados en dos asociaciones gremiales[8] y administrando en conjunto 4 áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos.

Durante el verano y los fines de semana largos, se activa la actividad turística, recibiendo más de 54.000 turistas al año (CONAF, 2017).

---

[6] Las siguientes 5 unidades territoriales son definidas en el PLADECO 2006- 2013 de la comuna de La Higuera.

[7] Informe de la Pesca Artesanal 2008, SERNAPESCA Región de Coquimbo, en base a información entregada por las propias organizaciones de pescadores.

[8] A éstas organizaciones se debería agregar la Org. Comunitaria Funcional de Pescadores Unidos Comuna de la Higuera, ya que si bien incorpora a pescadores de varias organizaciones de la comuna de La Higuera, administran el área de manejo de Los Choros, y es esta la localidad utilizada por esta organización como lugar de inscripción.

3.1.3 Caleta Chungungo (ubicación geográfica: LAT. S. 29º 21‘, LONG. W. 71º 21‘):

Se origina del antiguo puerto de la Minera El Tofo, posteriormente ha subsistido al cierre de ella con el asentamiento de pescadores artesanales. En caleta Chungungo existen 4 organizaciones de pescadores, las cuales en conjunto agrupan a 80 pescadores inscritos en el RPA[9] (existen muchos pescadores afiliados a más de una organización). En total estas organizaciones administran cinco áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos.

3.1.4 Caleta Totoralillo Norte (ubicación geográfica: LAT. S. 29º 28‘, LONG. W. 71º 20´):

Caleta vecina a Caleta Chungungo también relacionada en su origen con la Minera El Tofo. En Totoralillo Norte existe una organización de pescadores, la que se compone de 36 miembros de los cuales 34 están inscritos en el RPA. Esta organización administra tres áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos: Totoralillo A, Totoralillo B y Totoralillo C.

3.1.5 Caleta Los Hornos (ubicación geográfica: LAT. S. 29º 37‘, LONG. W. 71º 18´):

Con una población aproximada de 585 personas, es una localidad que se inicia como caleta de pescadores y cuya evolución posterior está relacionada a su proximidad con la carretera 5 Norte. Es un tipo de caleta rural con 140 pescadores inscritos en el RPA. Cuenta con electricidad, agua mediante red, alcantarillado, una escuela y una posta médica. Existen cinco organizaciones de pescadores artesanales las cuales administran 3 áreas de manejo: Hornos, Hornos sector B y Las Minitas.

3.2 Usos actuales y potenciales en el área y zona de influencia

3.2.1 Turismo

La región de Coquimbo es visitada anualmente por más de 600 mil personas de acuerdo con cifras extraoficiales. En particular, según datos de la Corporación Nacional Forestal (Conaf), durante año 2017 más de 61 mil personas visitaron la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt (Estadísticas oficiales de visitantes a la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, CONAF. Departamento de Áreas Silvestres Protegidas del Estado. 2017).

La región presenta una demanda muy estacional y extremadamente concentrada en el litoral de La Serena y Coquimbo, donde además reside el mayor porcentaje de la oferta regional. De esta manera se hace imperioso lograr diversificar la oferta turística regional tanto en términos de destinos turísticos como en actividades.

[9] Siglas de Registro Pesquero Artesanal.

En la zona costera presentada en esta propuesta, la actividad turística ha aumentado en los últimos años y se visibiliza como potencial fuente de ingreso económico para los habitantes de la zona. El turismo de playa, buceo, pesca recreativa, avistamiento de cetáceos, gastronomía, naturaleza, paseo en bote, etc. muestra evidencias de una zona con altas peculiaridades en su paisaje, que despiertan el interés de turistas tanto nacionales, como internacionales. Sin embargo, el crecimiento del turismo en ciertas caletas ha sido desordenado dado lo rápido e inesperado de este incremento, además, existe la percepción en la comunidad de que este ámbito está siendo aprovechado más por actores externos que por la misma comunidad que habita el lugar. Según los habitantes de la zona, se considera que existe una baja inversión pública y poca capacitación respecto a las temáticas asociadas al turismo de naturaleza, según lo recopilado en el informe final del proyecto "Levantar iniciativas de conservación marina en la región de Coquimbo y Organizar el 4° Congreso Internacional de Áreas Marinas Protegidas" (Varas, 2017).

3.2.2 Pesca artesanal

Existen un total de siete caletas pesqueras con 14 organizaciones sindicales, gremiales y comunitarias, que involucran con la pesca artesanal a, por lo menos, 600 personas. Los principales recursos pesqueros son el loco, la lapa, las machas, las algas y las almejas, siendo esta zona la segunda más importante en el país en cuanto a la cosecha de locos. Cada caleta ha tenido un desarrollo diferente según las infraestructuras y administraciones con las que han contado. Existen en la actualidad 17 Áreas de Manejo y Extracción de Recursos Bentónicos (AMERBs) vigentes donde existe cierto seguimiento sobre la extracción de recursos. Las zonas de libre acceso, sin embargo, tienen una extracción desmedida y no está siendo evaluada ni registrada. La falta de regulación y administración genera conflictos entre las diferentes organizaciones de pescadores que extraen sus recursos en el área.

- Desembarques

El siguiente cuadro resume los desembarques pesqueros artesanales totales entre los años 2007 y 2016 de la comuna de La Higuera, la que conforma gran parte del área propuesta como AMCP-MU (Tabla 2) y los desembarques de esta comuna por especie dentro de las áreas de manejo (Tabla 3).

Tabla 2. Desembarques totales, en toneladas, entre 2007 y 2016 de la comuna de La Higuera

RECURSO	AÑO									
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Total general	1881.975	2533.020	2946.771	3468.777	2653.543	1899.523	3048.725	1819.873	2749.257	2442.651

Tabla 3. Desembarques en toneladas de las áreas de manejo entre 2007 y 2016 de la comuna de La Higuera

RECURSO	Año									
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
ALMEJA		6.700	7.000							
CULENGUE				50.896	4.551	15.237			16.368	
ERIZO							1.000			
HUIRO							39.000			
HUIRO NEGRO O CHASCON		98.060	7.300		35.011		46.360	32.000		111.312
HUIRO PALO			3.383							
LAPA			6.433	0.217	22.154					
LAPA NEGRA	34.931	27.348	40.982	25.135	6.680	27.621	7.288		4.500	
LAPA ROSADA	19.574	10.913	2.074	2.479	5.320	4.736	1.032		4.000	
LOCO	414.950	152.379	1058.437	626.467	194.004	89.288	318.775	26.159	482.050	491.489
MACHA									699.393	
PELILLO									5.669	
TOTAL	**469.455**	**295.400**	**1125.609**	**705.194**	**267.720**	**136.882**	**413.455**	**58.159**	**1211.980**	**602.801**

De acuerdo con los datos presentados en las tablas anteriores aquellos recursos explotados en AMERBs como el loco y la lapa, presentan una importancia mucho más alta que aquellos recursos obtenidos desde áreas de libre acceso (descontando a las algas). Lo anterior indicaría una alta productividad en recursos bentónicos de esta área en relación a otros sectores de la región (Stotz, *et al.* 2009).

La explicación de esta alta productividad vendría dada -de acuerdo con la literatura- por la surgencia descrita para el sector la cual es aprovechada por los organismos suspensívoros, tales como cirrípedos y piures, los cuales a su vez son las principales presas del loco. A su vez, esta producción más alta genera crecimiento y una productividad más alta del loco. A lo anterior se debe agregar que este sector se caracteriza por la alta retención y reclutamiento, especialmente el sector de Punta de Choros (Stotz, 2003, 2006).

Es indudable que entre las caletas de la IV región existe una fuerte asimetría en los resultados de sus áreas de manejo, particularmente en el caso del recurso loco. Claramente, Punta de Choros es la caleta con mayor número de desembarques de loco, y con los mayores ingresos fruto de estos desembarques. Esta diferencia implica potenciar el sector pesquero en las caletas al sur de la zona, pero es indispensable pensar en actividades económicas que sustituyan el pobre desempeño (relativo) de sus áreas de manejo, siendo el turismo la actividad con mayores probabilidades de éxito. En los siguientes gráficos se presentan los desembarques históricos de

loco por caleta, los ingresos brutos anuales por estos desembarques, los ingresos brutos totales del período y el ingreso bruto anual promedio para cada una de las caletas de la IV región (Chávez & Tirado, 2008).

- Inversión Pública en el Sector Artesanal, Análisis Regional

De acuerdo al Informe de Inversiones al sector artesanal en la década de los 90 (Montoya 2002), en la región de Atacama, la distribución regional de los recursos públicos destinados a la pesca artesanal tiene una relación inversa a la productividad del sector, medida como el desembarque total regional. Esto significa que los recursos públicos asignados a la pesca artesanal en esta región no se condicen con el aporte que esta hace a la productividad del sector artesanal nacional, lo que implica en los hechos un subsidio cruzado entre los pescadores de la región de Atacama y el resto de los pescadores del país.

Desde el punto de vista del número de embarcaciones la región de Coquimbo es una de las regiones que recibe menor cantidad de recursos públicos destinados a infraestructura (respecto al valor promedio) pese a ser una de las regiones con mayor número de embarcaciones.

En términos de la inversión pública realizada por pescador, la región de Coquimbo refleja una diferencia de casi 14 mil pesos bajo el promedio (178 mil) lo que señala una asignación poco equitativa desde esta perspectiva.

3.2.3 Acuicultura

Con la intención de diversificar un poco la actividad económica de la zona, algunas caletas han empezado a apostar por la acuicultura, enfocándose en recursos como el piure, el alga parda y el ostión del norte entre otros. Existen ya algunas concesiones asociados al ostión del norte y la ostra del Pacífico, y otras solicitudes para implementar salmonicultura y cultivo de dorado.

3.3 Zonificación

La región de Coquimbo cuenta con una macrozonificación y microzonificación, a nivel comunal, del borde costero. No obstante, no existe una planificación de carácter normativo actualizado.
De acuerdo a la Memoria de Zonificación (CRUBC, septiembre 2005), la propuesta de macrozonificación permitió establecer siete macro zonas, a saber: zonas de multiusos; zonas de caletas de pescadores fuera de zonas multiuso; zonas de restricción y protección; zonas de usos

variables; zonas de relevancia ecológica; zonas de protección legal; zonas de pesca artesanal e industrial y ejercicio de la acuicultura[10].

A partir de la macrozonificación y sus materiales se constituyó la estructura para trabajar las microzonificaciones en las seis comunas costeras de la región de Coquimbo, entre ellas la comuna de La Higuera.

De acuerdo con la Política Nacional de Uso del Borde Costero existen una serie de zonas definidas que son de competencia exclusiva de la Comisión Regional de Uso del Borde Costero (CRUB), entre las cuales tenemos: Zona Preferentemente Reservada para el Estado, Zona Preferentemente Portuaria, Zona Preferentemente de Industria de Construcción y Reparación de Naves, Zona Preferentemente de Pesca Artesanal y Caletas[11], Zona Preferentemente de Infraestructura de Apoyo a las Actividades Acuícola y Pesquera, Zona Preferentemente de Áreas Apropiadas para el Ejercicio de Acuicultura (AAA), Zona Preferentemente Turística y Recreacional, Zona Condicionada, Zona Preferentemente de Conservación de la Naturaleza[12] y Zona de Restricción por Riesgo.

Ahora bien, dentro del contexto de la zonificación del borde costero, la CRUB tiene la competencia para incluir dentro de los planes de los instrumentos de planificación territorial y los planes reguladores comunales, una serie de zonas de intención de usos, entre las cuales podemos mencionar para el caso de la región de Coquimbo: zona de asentamientos humanos, zona industrial (peligrosa, molesta e inofensiva), zona agropecuaria, zona minera, zona turística, zona de conservación de la naturaleza[13], zona de conservación del patrimonio cultural y arqueológico,

[10] Esta información se plasmó en tres mapas temáticos: Patrimonio Ambiental y Cultural; Usos del Territorio y Conflictos Ambientales; y Zonificación Zona Costera.

[11] Incluye: puertos pesqueros artesanales, zonas habituales de extracción y áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos.

[12] Corresponde a zonas que presentan características naturales y/o ambientales especiales, muchas veces únicas en riqueza de biodiversidad, y que además presentan grados de fragilidad ambiental, por lo cual se restringe la intervención antrópica con el objeto de permitir la protección y /o conservación del ecosistema o condiciones naturales del territorio. Eventualmente, podrían asociarse usos turísticos o recreativos de baja carga, siendo estos usos secundarios a su objetivo principal; en ningún caso dichas actividades podrán contravenir el objetivo de protección de uno o más elementos del medio ambiente.

[13] Son aquellas zonas que, en razón de sus características naturales, tanto físicas como de biodiversidad, deben ser reconocidas en forma especial con el fin de orientar su uso a la protección y/o al aprovechamiento adecuado y eficiente de los recursos naturales y su ambiente, con el objeto de asegurar su permanencia en el tiempo y su capacidad de regeneración.

zonas de protección (protección de la naturaleza[14], protección ecológica[15], santuario de la naturaleza[16], de protección legal[17], con valor paisajístico y zonas de restricción por riesgo.

Respecto a estas zonas es que la Comisión Regional de Uso del Borde Costero de Coquimbo zonifica el borde costero, atendiendo a los objetivos planteados en la Política Nacional de Uso del Borde Costero[18], en especial, procurando la compatibilización de todos los usos posibles del Borde Costero, en las distintas áreas y zonas, promoviendo su desarrollo armónico, integral y equilibrado, maximizando su racional utilización, precaviendo posibles requerimientos futuros y tomando en cuenta la realidad actual del uso del mismo.
De esta manera se proponen los usos preferentes del Borde Costero, teniendo en consideración factores geográficos, naturales, recursos existentes, planes de desarrollo, centros poblados próximos o aledaños y definiciones de usos ya establecidos por organismos competentes.

La macrozonificación de la IV región y posterior microzonificación de la comuna de La Higuera establecieron los siguientes usos preferentes:

1) Áreas de Manejo para la Explotación de Recursos Bentónicos (AMERBs)
    - Sector El Apolillado
    - Sector Pta. Choros (entorno Isla Gaviota)
    - Sector Los Choros B
    - Sector Choreaderos
    - Sector Chungungo A
    - Sector Chungungo B

[14] Son áreas en las cuales se permiten usos, pero bajo ciertas restricciones, de forma de cumplir con requerimientos de conservación, es decir, permitir usos que no generen impactos que alteren el nivel de riesgo del área, por ejemplo: "uso controlado".

[15] Corresponde a aquellas áreas que por su condición natural presentan un aporte importante para la conservación y/o protección de la biodiversidad, existiendo en estas áreas especies que se encuentren en algún estado de conservación según la legislación vigente. Dado las condiciones de estas áreas no se permiten usos en ellas a fin de no poner en riesgo su valor en términos de biodiversidad y, por cual deben ser mantenidas en su estado natural.

[16] Corresponde a todos aquellos sitios terrestres o marinos que ofrezcan posibilidades especiales para estudios o investigaciones geológicas, paleontológicas, zoológicas, botánicas o de ecología, o que posean formaciones naturales, cuya conservación sea de interés para la ciencia o para el Estado.

[17] Son áreas que están supeditadas a las normativas de protección que las declaran por lo cual tienen un carácter exclusivo, correspondiendo a algunas de las siguientes categorías: Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado (SNASPE), Santuarios de la Naturaleza, Lugares de Interés Científico y, en general, todas aquellas áreas que conforman Monumentos Naturales.

[18] En Punto IV. Objetivos Específicos. "Política Nacional de Uso del Borde Costero del Litoral de la República", D.S. Nº 475, de fecha 14 de diciembre de 1994, del Ministerio de Defensa Nacional.

- Sector Chungungo C
- Sector Chungungo D
- Sector Chungungo E
- Sector Totoralillo Norte A
- Sector Totoralillo Norte B
- Sector Totoralillo Norte C
- Sector Hornos
- Sector Hornos B
- Sector La Peña
- Sector Temblador

2) Caletas Artesanales
   - Apolillado
   - San Agustín
   - Los Corrales
   - Choreadero
   - Chungungo
   - Totoralillo Norte
   - Hornos

3) Industrial Inofensiva
   - Sector sur Punta de Choros
   - Sector Playa Totoralillo norte

4) Restricción Ecológica
   - Sector Punta Choros, hasta Caleta Choreadero.
   - Isla Chungungo
   - Isla Tilgo
   - Islote Pájaros
   - Islotes Los Farellones

5) Áreas Marinas Costeras Protegidas

Sistema Insular sector Punta Choros.

6) Reservas Marinas

Entorno a Isla Chungungo e Isla Dama.

7) Zona Turística
   - Sector Playa Choros
     - Sector Isla Damas

        - Sector Isla Gaviota
    - Bahía Choros
        - Sector Playa
    - Chungungo
        - Sector Playa
    - Totoralillo Norte
        - Sector Cruz Grande
        - Sector Playa
    - Temblador
    - Sector Playa Los Hornos

8) Zona Agropecuaria

Sector Los Choros

9) Sitios SNASPE

Reserva Pingüino de Humboldt, comuna La Higuera

10) Zona de Conservación Patrimonial

Sector Sur Playa Los Choros (Restos Arqueológicos)

11) Zona de Riesgo por Quebradas

Sector Los Choros

12) Áreas Aptas para la Acuicultura (A.A.A.)

Ciertos sectores costeros aledaños a Caleta Chungungo y a Punta de Choros. En general usados para el cultivo de mitílidos.

Por otro lado, de acuerdo a la Macrozonificación del Borde Costero de la Región de Atacama, el área de interés para esta propuesta está zonificada de la siguiente manera[19].

Isla Chañaral por ser parte de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, es un área que pertenece al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE), y por lo tanto es una zona oficial de protección ambiental. A esto se agrega la Reserva Marina Isla Chañaral la cual también es considerada zona oficial de protección ambiental.

[19] Comisión Regional de Uso del Borde Costero Región de Atacama "Zonificación de los Usos del Borde Costero Región de Atacama, Memoria Explicativa".

El sector Carrizalillo, que se ubica en la costa de la comuna de Freirina, frente a la isla Chañaral está considerado como sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad regional, registrándose un total de 52 especies de plantas nativas.

Chañaral de Aceituno es declarada zona de relevancia ecológica marina. Esto incluye el área que abarca aproximadamente entre cabo Leones hasta el límite con la IV región. El área concentra una diversidad importante de especies marina, incluyendo aves marinas, como por ejemplo el Pingüino de Humboldt, además de lobos marinos y chungungos. Fuera de la Reserva Marina, se observan delfines, y constituye una zona de tráfico de al menos cinco especies de ballenas.

Además, dos sectores en torno a Punta Rancagua son considerados zonas de relevancia turística marina. Uno localizado en Chañaral de Aceituno y el otro en Carrizalillo. Estas áreas son relevadas al Sindicato de Pescadores de Caleta Chañaral de Aceituno para la pesca submarina y el buceo. A lo anterior habría que agregar la caleta de pescadores y las 3 áreas de manejo que también son parte del interés para la pesca artesanal.

Finalmente, Chañaral de Aceituno es una zona terrestre de funciones múltiples. Esta área de aprox. 1.802 ha. abarca desde cabo Los Leones hasta el límite con la IV región, incluyendo la bahía Chañaral de Aceituno y Playa Carrizalillo. El carácter de funciones múltiples se da por la conjunción de usos asociados a la existencia de una caleta pesquera con usos habitacionales, AMERB, recolección de orilla y actividades turísticas (playas, pesca de orilla y ecoturismo). Adicionalmente, presenta un valor arqueológico relevado por la Agrupación Patrimonial de la Provincia de Huasco, mediante el trabajo de reconocimiento y catastro de sitios arqueológicos que están actualmente llevando a cabo. A esta zona se le ha asignado una gran extensión de litoral por cuanto se le quiere dar un carácter de bajo impacto a las actividades que en ella se desarrollen a futuro, potenciando el carácter sensible que tiene el espacio marítimo inmediato (Reserva Marina Isla Chañaral).

3.4 Amenazas

3.4.1 Instalación de mineras y puertos asociados

Desde 2012, varios proyectos mineros han entrado a evaluación ambiental, acompañados por puertos que se instalarían en la zona costera de esta propuesta. La preocupación por parte de la comunidad asociada tiene que ver con el gran impacto que pueden provocar este tipo de proyectos, cuya duración es limitada en cuanto a productividad, pero cuyas consecuencias en el medio natural pueden ser irreversibles. Algunas de estas consecuencias vienen asociadas a los diferentes mecanismos de desarrollo de estas empresas:

- Emisión de ruido: el tráfico de megabuques implica la emisión de ruido por parte de los motores de estos, lo que tiene consecuencias negativas sobre las poblaciones de cetáceos. La evidencia sugiere que los barcos motorizados provocan comportamientos de evasión por parte de estas especies y que afectan la comunicación entre individuos (Buckstaff 2004). Hace más de 40 años se sabe que el ruido antropogénico afecta a los cetáceos (Payne & Webb 1971, Weilgart 2007), documentándose recientemente cambios en el comportamiento de ballenas azules, fin y jorobadas frente al ruido de embarcaciones (Sousa-Lima & Clark 2008, Castellote *et al*. 2012, Melcón *et al*. 2012).

- Uso de luminarias: la instalación de proyectos que representan mega infraestructuras implica el uso de luminarias tanto en el puerto mismo como en los buques. El uso de luces artificiales durante las noches causa una alta mortalidad de aves marinas, uno de los grupos más amenazados de aves globalmente (Croxall *et al*. 2012). Los petreles del orden Procellariiformes, como el pato yunco, en peligro de extinción según la UICN, son especialmente atraídos hacia la luz y se ven desorientados por ésta (Imber *et al*. 1975, Rodríguez *et al*. 2017), lo que puede causar mortalidades en masa por colisión (Le Corre *et al*. 2002, Rodríguez *et al*. 2015).

- Tráfico de buques: el paso y tránsito de buques asociados a proyectos portuarios tendría un impacto directo en el incremento de colisiones con mamíferos marinos que viven y migran a esta zona en busca de alimentación (Currie *et al*. 2015). Además, probablemente se afectará la conducta del pingüino de Humboldt, específicamente el comportamiento de alimentación (Culik & Luna-Jorquera 1997, Culik *et al*. 1998). El aumento de la presencia humana cerca de sus colonias es preocupante, ya que estos pingüinos son una de las especies más tímidas del orden Sphenisciformes (Ellenberg *et al*. 2006), el contacto visual con los humanos aumenta su ritmo cardíaco y puede resultar en el abandono de nidos.

- Potenciales derrames de hidrocarburos: el aumento en el tráfico marítimo producto de la instalación de proyectos portuarios en la zona, amplía las probabilidades de derrames de hidrocarburos provenientes de estos buques. En las islas cercanas a la reserva se ha documentado una gran diversidad de esponjas y corales, y los derrames de petróleo significan una fuerte amenaza para estas especies filtradoras (Fisher *et al*. 2014, NOAA 2010).

3.4.2 Instalación de Plantas Termoeléctricas

Una de las amenazas más importantes lo constituye la instalación de centrales termoeléctricas en zonas costeras aledañas a áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos. Uno de los impactos más importantes de este tipo de centrales sobre el medio ambiente marino lo constituye el uso de agua del mar y su devolución a elevadas temperaturas. Una planta de este tipo puede succionar 80 mil metros cúbicos de agua del mar por hora, causando la muerte de larvas, plancton y una serie de organismos marinos fundamentales para el funcionamiento del ecosistema. A esto se debe sumar el uso de sustancias anti – fouling en sus instalaciones

submarinas[20]. En una tesis del Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas[21], CEAZA, se comprueba que ejemplares juveniles de loco (nombre científico: *Concholepas concholepas*) una de las especies más importantes de las AMERBs, expuestos a un efecto combinado de aumento de la temperatura en 6º C y la presencia de sustancias anti-fouling, genera una mortalidad del 100% al cabo de 1 a 3 semanas. Si el aumento de la temperatura es de 4º C (+ anti-fouling) los juveniles pueden sobrevivir sólo hasta un mes. Si bien los efectos aislados de la presencia de anti – fouling y del aumento de la temperatura en 6º C no generan tanta mortalidad (40 y 20%, respectivamente) como en el caso del efecto combinado, sí disminuyen drásticamente las tasas de alimentación y de crecimiento de los juveniles de loco.

Estos resultados constituyen una grave amenaza a la productividad de las AMERBs, con pérdidas importantes de ingresos para las comunidades de pescadores, considerando la relevancia que tiene esta actividad para los ingresos de las familias, ya que sólo en el caso de Pta. de Choros entregó ingresos brutos por más de 650 millones de pesos el año 2007, y se obtuvieron más de 1.170 millones de pesos, considerando todas las caletas de la comuna de la Higuera[22].

Es más, al dañar la productividad biológica de las AMERBs se estaría atentando contra un modelo de administración pesquera que ha logrado contribuir a la conservación de los recursos bentónicos y a la sustentabilidad económica de la actividad pesquera artesanal[23]. Además, se ha demostrado el aporte que hace este tipo de medida de administración pesquera al Fisco vía pago del IVA ya que de acuerdo a las cuotas autorizadas el año 2004 del total de las áreas de manejo del país se recaudó más de 2.800 millones de pesos[24].

---

[20] La gran cantidad de químicos anti-fouling utilizados en pinturas para revestir las instalaciones submarinas de la central se deben considerar como una fuente de emisión de contaminantes de las plantas termoeléctricas. La dilución de estas pinturas representa otro riesgo para la fauna marina, siendo los copépodos y bivalvos (en particular) los más afectados. Una vez más, estas especies marinas son objetivos importantes para las comunidades de pescadores artesanales en nuestro país

[21] Efecto del aumento de la temperatura y la presencia de pintura antifouling sobre la supervivencia, crecimiento y alimentación en juveniles de loco *Concholepas concholepas*, Tesis en curso, Rodrigo Roco. Profesora Guía: Katherine Brokordt, CEAZA.

[22] Zuñiga *et al.* 2008, calcula el ingreso neto de 2 AMERBs en la zona de estudio para el año 2004: El Apolillado en Los Choros y Hornos en la Caleta del mismo nombre. Más de 94 millones de pesos para la primera y más de 34 millones para la segunda. Para realizar lo anterior los autores realizan una estimación de los costos de las AMERBs, divididos en costos de captura y costos de tareas.

[23] SERNAPESCA, 2005

[24] Ídem.

Por otro lado, la zona costera de la comuna de La Higuera está valorizada económicamente en 1.779.579.100 pesos (Sfeir, 2015), por otro lado como vimos previamente de acuerdo con el informe del proyecto FIP 2008-56, la valoración de las reservas marinas I. Chañaral y Choros Damas alcanzaría en el año 2009 más de 28,8 mil millones de pesos, los que se perderían al instalarse las plantas termoeléctricas, y lo más grave, es que de manera perpetua se perderían más de 367,5 mil millones de pesos, que es el valor a perpetuidad de los atributos ambientales asociados a ambas reservas marinas de acuerdo al proyecto FIP 2008-56.

Otro impacto importante de las plantas termoeléctricas dice relación con la emisión al ambiente de metales pesados como el mercurio.

Las emisiones de mercurio pueden producir severos problemas en la salud de especies marinas y los seres humanos que las consumen. El mercurio es tóxico, persistente y puede viajar largas distancias, lo que transforma sus emisiones en un problema que afecta más allá de una realidad local. Este metal pesado es una conocida neurotoxina que puede alterar el normal desarrollo cerebral de los niños y la salud cardiopulmonar de los adultos. En países como Estados Unidos, las agencias competentes han alertado a la población de no comer más de cierta cantidad a la semana de aquellos pescados con alta presencia de mercurio como el atún, entre otros. El compuesto orgánico de mercurio más peligroso es el metilmercurio, el cual tiene la capacidad de acumularse en los organismos. Esta acumulación se magnifica al ascender en la cadena alimenticia alcanzando los niveles más peligrosos en los grandes depredadores como tiburones, atunes y peces espada. Es por esto que el consumo humano de estas especies es altamente riesgoso ya que pueden superar ampliamente el valor límite establecido de 1 mg/Kg. La bioacumulación de metilmercurio acarrea serios problemas especialmente en el cerebro en desarrollo de bebes en gestación, neonatos y niños pequeños causando, entre otros efectos, discapacidad mental y trastornos de la función motora gruesa (Harada, 1995; Eto *et al* 2002) e incluso la muerte.

El fenómeno de bioacumulación de metales pesados en ecosistemas marinos ha sido ampliamente estudiado (Méndez *et al*. 2001). Los altos niveles de liberación antrópica de mercurio al ambiente, han incrementado la cantidad de mercurio en distintas fuentes de agua, como estuarios, lagos y océanos. Bacterias presentes en los sedimentos de estas fuentes transforman el mercurio desde su forma elemental o metálica al compuesto orgánico metilmercurio, que es extremadamente peligroso para el ser humano y la fauna en general. El problema con el metilmercurio radica en sus propiedades fisicoquímicas, ya que tiene afinidad con los lípidos, lo que le permite traspasar fácilmente la barrera hemato-cefálica y la placenta, además de unirse fuertemente a los sulfuros del aminoácido cisteína, por lo que su eliminación del cuerpo es lenta, produciéndose un fenómeno de bioacumulación. Este compuesto se traspasa al plancton por filtración o consumo de bacterias, y luego asciende por la cadena trófica al

depredar los animales más grandes sobre aquellos más pequeños. Dentro de una cadena trófica, los niveles de acumulación no son iguales, obteniéndose valores mayores en los depredadores tope, los que consumen animales más grandes y por tanto con mayor contenido de metales en sus tejidos. En grandes depredadores como el pez espada (*Xiphias gladius*), incluso se ha establecido como un fenómeno independiente de la contaminación humana, ya que al analizar tejidos de especímenes recolectados en museos entre 1878 y 1909 (antes de que grandes industrias comenzaran a contaminar los mares) se encontraron concentraciones de mercurio en un rango entre 0,45 y 0,9 mg/Kg (Méndez *et al*. 2001). Actualmente, con el gran incremento en las emisiones de mercurio, los valores registrados para la especie superan fácilmente los 2 mg/Kg dependiendo del tamaño o edad del espécimen.

Otros depredadores importantes de los mares son los tiburones, tanto por su distribución a lo largo de todos los océanos como por su rol ecológico de control de tamaños poblacionales de distintas especies marinas. Estos peces son longevos, algunos de gran tamaño y de lento crecimiento, y pueden demorar muchos años en llegar a la madurez sexual. Un ejemplo extremo se tiene del Quelvacho Negro (*Centrophorus squamosus*) cuya edad reproductiva, se ha estimado, comienza entre los 20-40 años de vida, viviendo al menos unos 70 años (Last & Stevens 2009). Debido a estas características, son capaces de acumular grandes cantidades de metilmercurio durante su vida.

Estudios realizados en diferentes partes del mundo han detectado niveles de metilmercurio en tejidos de tiburones que superan los estándares de salud exigidos internacionalmente, y han demostrado una correlación entre el tamaño (o edad) con la cantidad de mercurio acumulado, que aumenta de forma exponencial para individuos más grandes (Walker 1976, Caputi 1979, Penedo de Pinho *et al*. 2002). La cantidad de esta toxina encontrada en tiburones depende tanto de la especie, tamaño (edad), sexo y el lugar en que habitan, pero en general especímenes que miden 200 cm o más superan el estándar de 1µg/gr (Hueter *et al*. 1995).

Especies piscívoras tienen una mayor bioacumulación que aquellas que se alimentan de invertebrados, así como también un mayor porcentaje de metilmercurio respecto del mercurio total en el cuerpo (Penedo de Pinho *et al*. 2002). Pero además del tipo de alimentación, importa la forma de alimentarse ya que especies como el tiburón martillo (*Sphyrna zygaena*) que consumen especies bentónicas, acumulan más mercurio que aquellas que depredan sobre organismos pelágicos en un mismo sistema (Storelli *et al*. 2002). Pueden incluso alcanzar concentraciones de hasta 18,29 mg/Kg en especímenes del Mar Mediterráneo. Con respecto a esto se ha postulado que la estrecha relación con los sedimentos hace que organismos bentónicos presentan mayores niveles de metales en sus tejidos.

Esta enorme cantidad de metilmercurio acumulado en grandes depredadores hace que el consumo de ellos sea muy peligroso para otras especies de vida silvestre. Tal es el caso de las poblaciones de orca (*Orcinus orca*), el mayor depredador de los mares, que consumen calamares y peces de todos los tamaños, incluyendo distintas especies de tiburón (Fertl *et al*. 1996, Visser *et al*. 2000, Visser 2005), e incluso mamíferos como focas y cetáceos (Law *et al*. 1997). Se han registrado altos niveles de bioacumulación de mercurio en orcas provenientes de Japón (Endo *et al*. 2006) con hasta 1,06 y 1,41 µg/wet g de metilmercurio en tejido muscular e hígado respectivamente, y un mercurio total promedio de 62,2 µg/wet g en hígado.

Otro tema dice relación con las emisiones de dióxido de carbono (CO_2). La quema continua de combustibles fósiles, como el carbón, está aumentando los niveles de dióxido de carbono en la atmósfera, para ser en gran parte absorbido por los océanos. Esta cantidad cada vez mayor de dióxido de carbono en los mares está causando su acidificación. Cuando el dióxido de carbono entra en el océano, se combina con el agua de mar para producir el ácido carbónico, que consiguientemente aumenta la acidez del agua, bajando su pH. Una de las consecuencias más serias del aumento de la acidez del océano es la reducción en la cantidad de carbonato disponible para el uso por parte de animales marinos, dado que una de las aplicaciones más importantes del carbonato en el océano es la formación del carbonato de calcio y las estructuras de caliza que forman los esqueletos coralinos, las conchas y las perlas, así como las conchas de algunos organismos planctónicos marinos. La acidificación del océano afectará seriamente la capacidad de criaturas, como moluscos, langostas, entre muchos otros, de crear sus estructuras protectoras, y probablemente interrumpirá algunas de las funciones químicas y biológicas más importante de los océanos.

3.4.3 Perforaciones Industriales en las 5 millas Reservadas a la Pesca Artesanal

De acuerdo con la Ley General de Pesca y Acuicultura (Artículo 47) la pesca artesanal cuenta con una franja del mar territorial de 5 millas marinas medidas desde las líneas de base normales (a la que se suman las aguas interiores) exclusiva para su actividad. Sin embargo, en el mismo artículo de la Ley se abre la posibilidad a que opere la flota industrial dentro de estas áreas, si es que no se realiza pesca artesanal o mientras sea posible el desarrollo de ambos sectores pesqueros.

Sin embargo, todo este tipo de medidas no han considerado idóneamente todos los aspectos ambientales que implica el uso de redes de arrastre de fondo. Estudios de OCEANA (2009) y OCEANA 2016 señalan la fragilidad de ciertos espacios del bentos dentro de las 5 millas del área que pretende ser protegida y que están siendo gravemente amenazados por la posibilidad de que buques arrastreros de fondo ejerzan su actividad en ellos.

En el fondo del océano los bosques de algas submarinas, los bancos de moluscos, la gran variedad de corales y las esponjas de aguas frías, forman verdaderos refugios para que los peces y demás animales se críen y alimenten. Se trata de hábitats que, en algunos casos, han demorado cientos, e incluso miles, de años en crearse y que, sin embargo, pueden ser destruidos en pocos minutos si sobre ellos pasa una red de arrastre. Muchos de estos hábitats se encuentran en el área que se propone proteger.

La destrucción que la pesca de arrastre de fondo produce en las complejas comunidades que habitan el fondo oceánico, contribuye a la declinación de las pesquerías ya que tales comunidades proporcionan las condiciones para resguardar y proteger el crecimiento de una gran variedad de especímenes juveniles de peces e invertebrados marinos (Gray *et al*. 2006). En definitiva, una vez que el hábitat esencial ha sido destruido producto de la pesca de arrastre de fondo, stocks de peces de valor comercial, así como otras especies que dependen del fondo marino para su desove, cría, protección, alimentación y refugio, declinan drásticamente y pueden desaparecer, si no se limitan estas prácticas oportunamente (Gray *et al*. 2006).

La pesca de arrastre, tanto de fondo como de media de agua, es la menos selectiva de todas, pues consiste en un arte activo que va agresivamente en busca de aquellos que viven sobre el fondo marino o cerca del mismo (Walting & Norse, 1998). De esta forma, la red de arrastre no sólo extrae los peces que son objetivo de la pesca, sino que también captura una gran diversidad de otros organismos que constituyen el llamado “bycatch” o fauna acompañante y además daña el fondo marino donde se encuentran estas especies (Hiddink *et al*. 2006; Tillin *et al*. 2006; Puig *et al*. 2012, OCEANA 2016). La fauna acompañante puede ser conservada o descartada, ya sea porque una especie determinada de fauna acompañante excede la cuota permitida o porque su valor económico es muy bajo y por ende no es considerada dentro de los desembarques totales (Harrington *et al*. 2005). La a pesca incidental, y el descarte ha provocado gran inquietud por las consecuencias ecológicas que puede tener sobre la biodiversidad marina (Alverson & Hughes, 1996; Crowder & Murawski, 1998; Broadhurst 2000).

La amenaza del arrastre de fondo en esta área es real al momento que se aprueba la perforación industrial a las 5 millas de exclusividad artesanal en la IV región a través de la R. E. 3.080 de septiembre del 2009, para usar redes de arrastre de fondo en las pesquerías de crustáceos en esta zona marina por 5 años a contar de la publicación de esta resolución en el Diario Oficial. Por otro lado, la R. E. 2.657 de agosto del 2009 autoriza la perforación industrial en las pesquerías de crustáceos, que usan arrastre de fondo en la III región por un período de 5 años desde la publicación de dicha resolución en el Diario Oficial.

4. FUNDAMENTACIÓN GENERAL PARA PROPONER UN ÁREA MARINA COSTERA PROTEGIDA DE MÚLTIPLES USOS

Para OCEANA, el objetivo principal detrás de la creación de un Área Marina Costera Protegida de Múltiples usos (AMCP-MU) es proteger y restituir un ecosistema marino para que pueda proveer diversos servicios ecosistémicos propios de éste, como lo son el aprovisionamiento de recursos pesqueros, provisión de lugares para la educación e investigación científica y la recreación a través del turismo, entre otros, que ayuden al desarrollo de una economía sustentable. Es importante destacar que el éxito de la conservación marina y de un AMCP-MU depende de la selección de ciertos aspectos ecológicos y económicos que ayuden a tomar decisiones de manejo y gestión que garanticen el buen estado del ecosistema como un todo a largo plazo, así como la participación activa de la comunidad en la toma de decisiones.
A continuación, se describen los motivos por los que esta área necesitaría una figura de conservación, así como las características que definen a la figura seleccionada para este lugar y sus peculiaridades.

4.1. Objetos de Conservación

Al momento de planear la conservación de la biodiversidad de un ecosistema, es recomendado seleccionar un limitado número de Objetos de Conservación (OdC) sobre los cuales centrar los esfuerzos. El término “Objetos de Conservación” se refiere a especies, comunidades naturales, hábitats y procesos biológicos que mantienen la biodiversidad de un paisaje en el espacio y tiempo (Parrish *et al.* 2003).

En esta propuesta se identificaron las especies, hábitats y procesos que son relevantes para la conservación. De acuerdo a la metodología de estándares abiertos este grupo se clasificó en siete Objetos de Conservación.

Para esto, primero se identificaron aquellos organismos o especies de importancia ecológica que son relevantes para la conservación o la protección, considerando por un lado el estado de conservación a nivel de especies según criterios internacionales estandarizados como el de la UICN o, por otro lado, el estado de explotación en el caso de los recursos pesqueros (Tabla 4).

Tabla 4. Criterios para la selección de especies de importancia ecológica.

Clasificación	Explicación
Especies Vulnerables (VU)	Su estado o importancia de conservación según UICN y otras instituciones se considera desde vulnerable hasta en peligro de extinción.
Especies de Forraje (FO)	Contribuyen como forraje al alimento principal de por lo menos una especie clave y considerada como importante dentro del ecosistema.
Especies Bio-Ingenieras (BI)	Forman con su cuerpo estructuras tridimensionales, que constituyen el hábitat de otras especies. Incluye corales y esponjas, bancos de bivalvos, pero también microalgas, las que forman bosques marinos.
Productores Primarios (PP)	Especies fundamentales de la cadena trófica, representan el alimento para los consumidores herbívoros (incluyendo larvas) o el alimento directo para una especie de alta importancia ecológica.
Recursos Pesqueros (RP)	Recursos pesqueros (peces-invertebrados-macroalgas) los cuales hacen una contribución importante para la pesca y por sobreexplotación muchas veces son manejados con régimen de pesca como veda y/o cuota.

Usando los mismos criterios anteriores se puede aplicar el mismo concepto para la identificación de hábitats importantes para la conservación o *Hábitats de Importancia Ecológica*, los que se definen como aquellos espacios que ocupan una o varias especies importantes ya sea en forma permanente o temporal para su alimentación, reproducción o descanso.

Los requisitos de estos hábitats deberían abarcar los siguientes parámetros fundamentales:

- Requisitos específicos del hábitat de la(s) especie(s) objetivo(s), lo cual incluye el tipo de sedimento de los fondos para especies bentónicas, o temperatura/salinidad para especies pelágicas.
- Función o rol ecológico importante, que va desde zonas de alta producción primaria (de microalgas) que garantizan el éxito reproductivo de especies importantes como larvas planctónicas, hasta bosques de macroalgas como zonas de protección para reclutas o juveniles.
- Función o rol operacional, como la tasa de producción de biomasa, sitio de migración, reproducción o descanso (para aves marinas) y también el estado de vulnerabilidad del hábitat en el caso de los bio-ingenieros.

Como se señaló anteriormente, se identificaron 96 especies, hábitats y procesos relevantes para la conservación, los que se agruparon de acuerdo a la metodología de estándares abiertos, en siete Objetos de Conservación (Tabla 5).

Tabla 5. Agrupación de las especies, hábitats y procesos identificados como de importancia ecológica para la conservación dentro del área propuesta en Objetos de Conservación, de acuerdo a la metodología de estándares abiertos.

Objeto de Conservación	Especies, hábitats y procesos importantes para la conservación
Mamíferos Marinos	*Balaenoptera musculus*
	Balaenoptera physalus
	Balaenoptera bonaerensis
	Megaptera novaeangliae
	Physeter macrocephalus
	Kogia simus
	Phocoena spinipinnis
	Lagenorhynchus obscurus
	Delphinus delphis
	Tursiops truncatus
	Lissodelphis peronii
	Orcinus orca
	Pseudorca crassidens
	Globicephala macrorhynchus
	Globicephala melas
	Grampus griseus
	Ziphius cavirostris
	Otaria flavescens
	Arctocephalus australis
	Mirounga leonina
	Lontra felina
Aves Marinas	*Diomedea epomophora*
	Thalassarche bulleri
	Thalassarche eremita
	Thalassarche salvini
	Pterodroma externa
	Procellaria aequinoctialis
	Procellaria cinerea
	Procellaria westlandica
	Puffinus creatopus
	Puffinus griseus
	Pelecanoides garnotii
	Spheniscus humboldti
	Spheniscus magellanicus
	Sula variegata
	Pelecanus thagus
	Phalacrocorax bougainvillii

Objeto de Conservación	Especies, hábitats y procesos importantes para la conservación
Aves Marinas	*Phalacrocorax gaimardi*
	Larus modestus
	Larosterna inca
Peces Cartilaginosos	*Aculeola nigra*
	Alopias vulpinus
	Apristurus nasutus
	Caelorinchus aconcagua
	Caelorinchus chilensis
	Callorhinchus callorhynchus
	Centroscyllium nigrum
	Centroscymnus crepidater
	Etmopterus granulosus
	Galeorhinus galeus
	Mustelus mento
	Myliobatis chilensis
	Myliobatis peruvianus
	Myliobatis spp.
	Schroederichthys chilensis
	Squatina armata
	Isurus oxyrinchus
Peces Óseos	*Engraulis ringens*
	Sardinops sagax
	Merluccius gayi
	Trachurus murphyi
	Scomber japonicus
	Graus nigra
	Chromis crusma
	Aplodactylus punctatus
	Cheilodactylus variegatus
	Semicossyphus darwini
	Scartichthys sp.
Biodiversidad Bentónica	Esponja calcárea
	Amphilectus fucorum cf
	Clionaopsis platei cf
	Polymastia sp
	Trachycladus sp
	Scleractinia sp1
	Gorgonacea sp1
	Hidrozoo sertulárido
	Plumulárido sp1
	Plumulárido sp1

Objeto de Conservación	Especies, hábitats y procesos importantes para la conservación
Biodiversidad Bentónica	*Concholepas concholepas*
	Fisurella latimarginata
	Fisurella cumingi
	Cervimunida johni
	Pleuroncodes monodon
	Heterocarpus reedi
	Euphausia mucronata
	Bosques de Macroalgas
	Arrecifes de hidrocorales
Producción Primaria	Zonas de alta producción de fitoplancton
Paisaje Natural	Zonas de alimentación de tiburones
	Zonas de reproducción de aves marinas
	Zonas de crianza de aves marinas
	Zonas de alimentación de aves marinas
	Zonas de alimentación de mamíferos marinos
	Corredor de migración de mamíferos marinos
	Intermareal rocoso
	Intermareal arenoso

4.1.1 Mamíferos Marinos

Para las aguas del Sistema de Corriente de Humboldt (SCH) se ha señalado una riqueza de mamíferos marinos de al menos 21 especies (Thiel *et al*. 2007). Adicionalmente, Rendell *et al* (2004) señalan que la región de surgencia entre los 18ºS y 30ºS son estaciones de alimentación importantes dentro de las rutas de migración de ballenas. Las aguas específicas de la comuna de La Higuera se han descrito como un sitio de alimentación y de residencia durante los meses de verano de la ballena fin (*Balaenoptera physalus)* (Toro *et al*. 2016).

La presencia de estos mamíferos marinos, entre ellos, la colonia de delfines nariz de botella residente del área, convierten a la zona de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt en el *hotspot* más importante de la zona norte y central de Chile para la observación, estudio y conservación de estos grupos taxonómicos (Capella *et al*. 1999; Pérez & Moraga 2005; Thiel *et al*. 2007; Flores *obs. pers;* Toro *et al*. 2016). Sin embargo, la proximidad de asentamientos humanos y las interacciones que esto implica, por ejemplo, con el tráfico de embarcaciones, interacción con pesquerías, alteración y modificación de hábitats y una creciente industria de turismo no regulado, constituyen las principales amenazas para los mamíferos marinos en el área.

Las 21 especies identificadas como de importancia ecológica que conforman el Objeto de Conservación "Mamíferos Marinos" y pertenecen a 9 familias distintas (Figura 4). Del total de estas, cuatro presentan problemas de conservación de acuerdo a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), y seis de acuerdo a la clasificación del Ministerio del Medio Ambiente (Tabla 6)

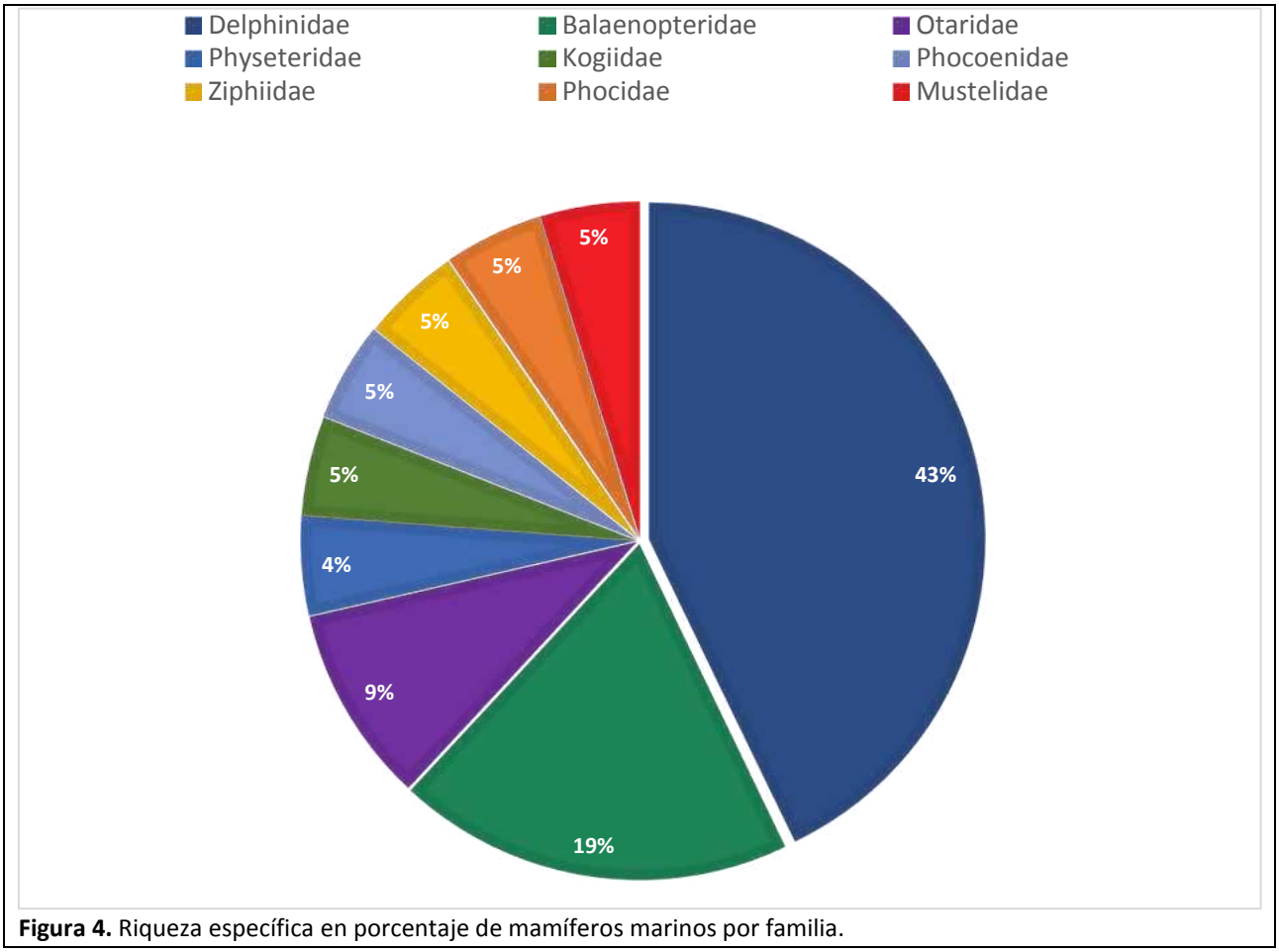


Figura 4. Riqueza específica en porcentaje de mamíferos marinos por familia.

El estado o importancia de conservación de estas especies está definido por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y otras instituciones. El rango de esta calificación varía desde "vulnerable" hasta "en peligro de extinción".

Asimismo, el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) y el chungungo (*Lontra felina*) son considerados como indicadores del desempeño de la Reserva Marina Islas Choros-Damas, y como especies objetivos de esta misma, de acuerdo al Plan de Administración de esta área protegida.

Tabla 6. Especies de mamíferos marinos de importancia ecológica en las aguas del área propuesta, y su categoría de conservación (CR: En peligro crítico; EN: En peligro; VU: vulnerable; LC: De preocupación menor; FP: Fuera de peligro; IC: Insuficientemente conocida; DD: Datos insuficientes)

OdC	Nombre científico	Nombre común	Estado de Conservación UICN	Estado de Conservación MMA
Mamíferos Marinos	*Balaenoptera musculus*	Ballena azul	EN	EN
	Balaenoptera physalus	Ballena fin	EN	CR
	Balaenoptera bonaerensis	Ballena minke	DD	
	Megaptera novaeangliae	Ballena jorobada	LC	VU
	Physeter macrocephalus	Cachalote	VU	VU
	Kogia sima	Cachalote enano dentado	DD	IC
	Phocoena spinipinnis	Marsopa espinosa	DD	IC
	Lagenorhynchus obscurus	Delfín oscuro	DD	IC
	Delphinus delphis	Delfín común	LC	IC
	Tursiops truncatus	Delfín nariz de botella	LC	EN
	Lissodelphis peronii	Delfín liso	DD	
	Orcinus orca	Orca	DD	IC
	Pseudorca crassidens	Falsa orca	DD	IC
	Globicephala macrorhynchus	Calderón de aleta corta	DD	IC
	Globicephala melas	Calderón común	DD	IC
	Grampus griseus	Delfín gris	LC	IC
	Ziphius cavirostris	Ballena picuda de Cuvier	LC	IC
	Otaria flavescens	Lobo marino común	LC	LC
	Arctocephalus australis	Lobo fino del sur	LC	FP
	Mirounga leonina	Elefante marino	LC	IC
	Lontra felina	Chungungo	EN	VU

.

4.1.2 Aves Marinas

Las Islas Choros, Damas y Chañaral forman parte de un complejo mayor de islas e islotes ubicados entre los 29°01'S y los 29°34'S, una zona de alta productividad biológica que permite la existencia de colonias y apostaderos de aves que encuentran alimento en cantidad y lugares predecibles para ellos (Luna-Jorquera 2003). Las islas confieren el sustrato apropiado para el establecimiento de colonias reproductivas y, al estar separadas del continente, otorgan protección frente a los depredadores que se pueden encontrar en la costa (*e.j.* zorros, perros y gatos domésticos). La protección que brindan las islas y su ubicación en un sistema costero productivo, entre otros factores, generan condiciones óptimas para la existencia de una gran diversidad de aves.

Según todos los antecedentes disponibles, para el área solicitada se ha registrado un total de 122 especies, pertenecientes a 13 órdenes y 38 familias, correspondiendo al 26,40% del total de especies del país. Las familias mejor representadas corresponden a Procellariidae (11), Laridae (11), Scolopacidae (9) y Furnariidae (8).

Del total de especies de aves identificadas, 19 se consideran dentro del Objeto de Conservación Aves Marinas por ser de importancia ecológica para la conservación, las cuales corresponden a ocho familias distintas (Figura 5)

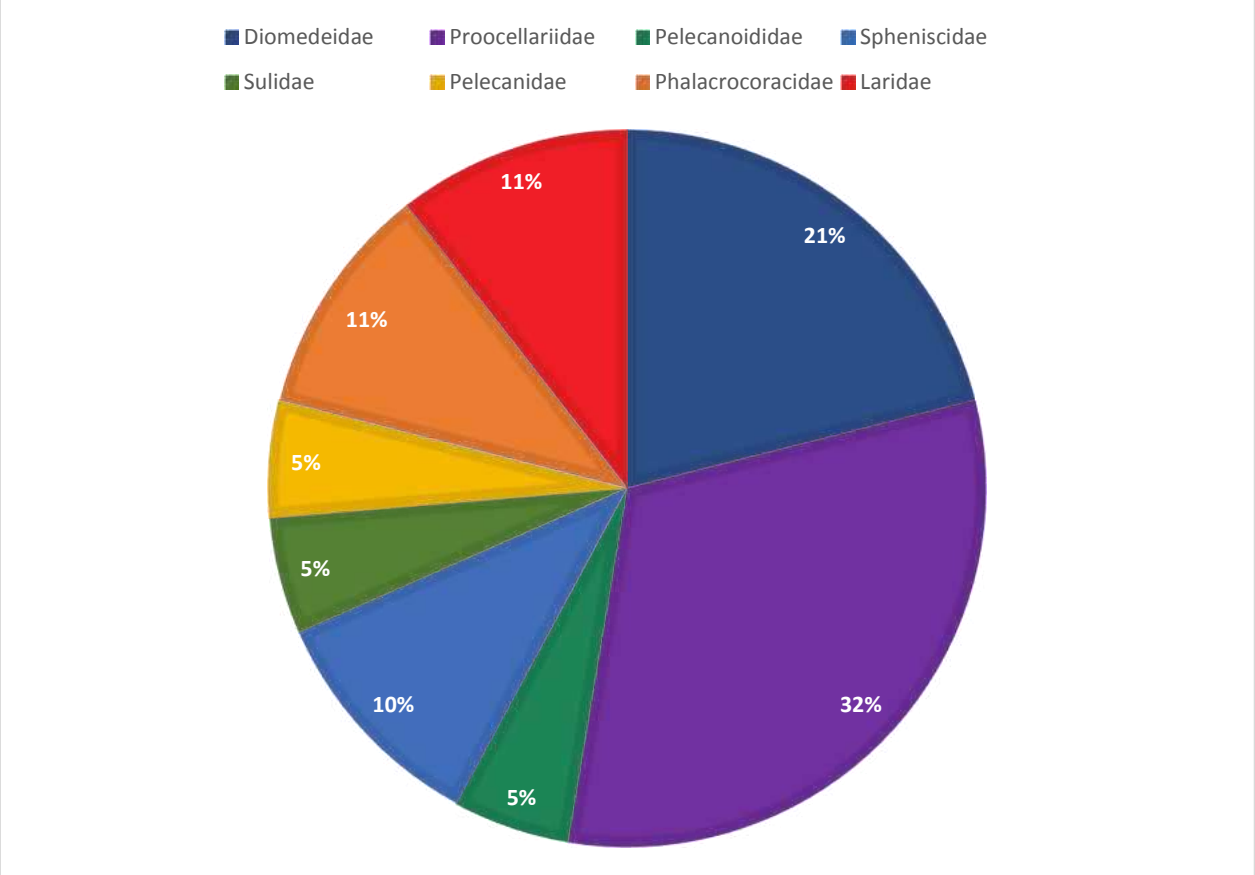


Figura 5. Riqueza de aves marinas en el área propuesta, en cuanto a familias.

Por otro lado, del total de especies de aves marinas consideradas dentro de este Objeto de Conservación (OdC), la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) cataloga a nueve con problemas de conservación, mientras que el Ministerio del Medioambiente (MMA) considera que seis especies se encuentran con problemas de conservación. Cabe destacar que de las 19 especies identificadas como parte de este OdC, en el listado del MMA solo se encontraban clasificadas nueve, lo que puede explicar esta diferencia con la clasificación de la UICN (Tabla 7).

Tabla 7. Especies de aves marinas de importancia ecológica en las aguas del área propuesta, y su categoría de conservación (EN: En peligro; VU: vulnerable; LC: De preocupación menor; NT: Casi amenazada; FP: Fuera de peligro; IC: Insuficientemente conocida; DD: Datos insuficientes; R: Rara)

OdC	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación UICN	Estado de conservación MMA
Aves Marinas	*Diomedea epomophora*	Albatros real del Sur	VU	
	Thalassarche bulleri	Albatros de Buller	NT	
	Thalassarche eremita	Albatros de Chatham	VU	
	Thalassarche salvini	Albatros de frente blanca	VU	
	Pterodroma externa	Petrel de Juan Fernández	VU	EN
	Procellaria aequinoctialis	Petrel de barba blanca	VU	
	Procellaria cinerea	Pardela gris	NT	
	Procellaria westlandica	Pardela Westland	EN	
	Puffinus creatopus	Pardela patirrosa	VU	EN
	Puffinus griseus	Pardela sombría	NT	
	Pelecanoides garnotii	Yunco	EN	VU
	Spheniscus humboldti	Pingüino de Humboldt	VU	VU
	Spheniscus magellanicus	Pingüino de Magallanes	NT	
	Sula variegata	Piquero	LC	IC
	Pelecanus thagus	Pelícano	NT	
	Phalacrocorax bougainvillii	Cormorán guanay	NT	VU
	Phalacrocorax gaimardi	Cormorán gris	NT	IC
	Larus modestus	Gaviota gris	LC	R
	Larosterna inca	Gaviotín monja	NT	VU

4.1.3 Peces cartilaginosos

Los tiburones se encuentran amenazados por la pesca en todo el mundo, sea como especie objetivo o como fauna acompañante (o descarte) de otras pesquerías (Camhi *et al*., 2004). Son

depredadores topes que cumplen un rol vital para mantener los ecosistemas marinos sanos. La desaparición de estos depredadores puede desestabilizar la cadena trófica y provocar diversos impactos ecológicos negativos en las estructuras y funciones de las comunidades. Por otro lado, estas especies representan un buen indicador del estado de los ecosistemas de los que son parte, debido a su crecimiento lento y longevidad.

En el área de la propuesta se indica la presencia de 17 especies de peces cartilaginosos (Ojeda *et al*. 2000; FIP 2006-53; FIP 2006-11; FIP 2006-56), los que conforman este Objeto de Conservación y corresponden a 11 familias distintas (Tabla 8). La importancia ecológica de estas especies es muy alta ya que son depredadores topes y su disminución puede causar cambios drásticos en la cadena trófica.

De estas especies registradas en el área de la propuesta, tres tienen problemas de conservación según la UICN (Tabla 8)

Tabla 8. Especies de peces cartilaginoso de importancia ecológica en las aguas del área propuesta, su categoría de conservación (EN: En peligro; VU: vulnerable; LC: De preocupación menor; NT: Casi amenazada; FP: Fuera de peligro; IC: Insuficientemente conocida; DD: Datos insuficientes; R: Rara), y la familia a la que pertenecen.

OdC	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación UICN	Familia
Peces Cartilaginosos	*Aculeola nigra*	Quelvacho tizón	DD	Etmopteridae
	Alopias vulpinus	Tiburón azotador	VU	Alopiidae
	Apristurus nasutus		DD	Pentanchidae
	Coelorinchus aconcagua			Macrouridae
	Coelorinchus chilensis			Macrouridae
	Callorhinchus callorynchus	Pejegallo	LC	Callorhinchidae
	Centroscyllium nigrum	Tollo diente de peineta	DD	Etmopteridae
	Centroscymnus crepidater	Sapata negra	LC	Somniosidae
	Etmopterus granulosus		LC	Etmopteridae
	Galeorhinus galeus	Cazón	VU	Triakidae
	Mustelus mento	Tollo	NT	Triakidae
	Myliobatis chilensis		DD	Myliobatidae
	Myliobatis peruvianus		DD	Myliobatidae
	Myliobatis sp.			Myliobatidae
	Schroederichthys chilensis	Tiburón pintarroja	DD	Scyliorhinidae
	Squatina armata		DD	Squatinidae
	Isurus oxyrinchus	Tiburón mako	VU	Lamnidae

4.1.4 Peces Óseos

Pequeños peces pelágicos como la anchoveta (*Engraulis ringens*) y la sardina española (*Sardinops sagax*) representan el alimento principal del pingüino de Humboldt, del yunco, del piquero y de lobos marinos, formando parte clave de la cadena trófica de estas especies, la que es muy corta entre el plancton y las aves marinas, por lo que son de gran relevancia ecológica (Thiel *et al*., 2007). El jurel (*Trachurus murphi*) y la merluza son otras fuentes alimenticias de aves marinas y de lobos marinos, y además están expuestos a una fuerte presión pesquera. Todas estas especies valorizadas como de alta importancia para el ecosistema y su conservación se encuentran en toda el área, con una biomasa significativa entre Punta Totoralillo y Coquimbo (FIP 2005-26).

De este total de 45 especies, 11 son consideradas de importancia ecológica y conforman el Objeto de Conservación "Peces Óseos". Estas especies pertenecen a 11 familias distintas (Tabla 9).

Tabla 9. Especies de peces óseos registrados en el área propuesta como AMCP-MU, su estado de conservación de acuerdo a la UICN (DD: datos insuficientes; LC: de preocupación menor); y la familia a la que pertenecen.

OdC	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación UICN
Peces Óseos	*Engraulis ringens*	Anchoveta	LC
	Sardinops sagax	Sardina española	LC
	Merluccius gayi	Merluza	DD
	Trachurus murphyi	Jurel	DD
	Scomber japonicus	Caballa	LC
	Graus nigra	Vieja	
	Chromis crusma	Castañeta	
	Aplodactylus punctatus	Jerguilla	
	Cheilodactylus variegatus	Bilagay	
	Semicossyphus darwini	Pejeperro	DD
	Scartichthys sp.		

4.1.5 Biodiversidad Bentónica

Una impresión general y actualizada sobre las comunidades bentónicas de la zona centro –norte es entregada por la publicación de Thiel *et al.* (2007) con muchos detalles sobre la relación entre los distintos tipos de fondos, hábitats y la fauna bentónica asociada a estos.

En 2006 se realizó un estudio sobre las comunidades bentónicas del intermareal y submareal alrededor de las islas Chañaral, Choros y Damas (FIP 2006-56), siendo este estudio uno de los más completos para toda la zona centro – norte del país, con descripciones geo-referenciadas de los distintos fondos marinos y la fauna bentónica asociada. Posteriormente, la Universidad Católica del Norte (UCN) realizó un estudio similar denominado "Diagnóstico Implementación Reserva Marina I. Choros la Higuera" (Código BIP: 30006824-0), en el que se analizaron las zonas submareales alrededor de isla Choros e isla Damas. Ambos estudios presentan listados de las especies encontradas, completados con valores de densidades e índices de riqueza y diversidad para cada área de estudio.

Por su parte, OCEANA ha complementado los resultados de los estudios de la UCN con cinco expediciones a la zona entre 2009 y 2017, para documentar visualmente con un robot submarino y buzos el fondo marino entre los 20 y 100 metros alrededor de los islotes Pájaros, isla Chañaral, isla Choros, isla Damas y el bajo "El Toro".

Todos estos estudios suman un total de 158 especies de invertebrados. Los moluscos y los crustáceos son los grupos más diversos y numerosos de especies, seguidos por filtradores sésiles como los hidrocorales (Cnidaria) y esponjas que, en conjunto se co,mponen de 36 especies, una fracción importante de la fauna bentónica.

Dentro de los macro-invertebrados destacan dos grupos de especies de importancia para la conservación: los bio-ingenieros y los recursos de la pesca artesanal. Entre los bio-ingenieros, se encuentran esponjas e hidrocorales, grupos taxonómicos que según la UICN son especies vulnerables.

Este Objeto de Conservación Biodiversidad Bentónica está compuesto por 17 especies de invertebrados marinos de importancia ecológica para la conservación, además de dos tipos de hábitat: los bosques de macroalgas y los bancos de corales (Tabla 10).

Tabla 10. Especies de invertebrados marinos y hábitats que conforman este Objeto de Conservación.

OdC	Nombre científico	Nombre común	Familia
Biodiversidad Bentónica	Calcarea sp.	Esponja calcárea	
	Amphilectus fucorum cf		Esperiopsidae
	Clionaopsis platei cf	Esponja zapallo	Clionaidae
	Polymastia sp		Polymastiidae
	Trachycladus sp		Trachycladidae
	Scleractinia sp1		
	Gorgonacea sp1		
	Hidrozoo sertulárido		
	Plumulárido sp1		
	Plumulárido sp1		
	Concholepas concholepas	Loco	Muricidae
	Fisurella latimarginata	Lapa negra	Fissurellidae
	Fisurella cumingi	Lapa rosada	Fissurellidae
	Cervimunida johni	Langostino amarillo	Munididae
	Pleuroncodes monodon	Langostino colorado	Munididae
	Heterocarpus reedi	Camarón nailon	Pandalidae
	Euphausia mucronata	Krill	Euphausiidae
		Bosques de macroalgas	
		Bancos de corales	

4.1.6 Producción Primaria

Como fue mencionado anteriormente, donde se propone la creación del AMCP-MU es una de las principales zonas de surgencia de Chile. Como consecuencia de esta surgencia de aguas frías ricas en nutrientes, la producción primaria es alta, por lo que puede sustentar diversas tramas tróficas. Por este motivo, la producción primaria es considerada como uno de los Objetos de Conservación de la zona.

Entre los criterios propuestos para valorizar la importancia ecológica del fitoplancton, la mejor medida es a través de la biomasa y la productividad. La expresión de la productividad primaria se puede medir como la concentración de clorofila. Los valores observados cerca de las islas Choros y Damas no superan los 3 mg/m^3 (Cubillos 2000; Marín *et al*. 2003 y Peñalver 2005). Según estos estudios, las mayores concentraciones de fitoplancton se encuentran cerca de la superficie (0 – 10 m). Considerando que existe una alta disponibilidad de nutrientes en la zona (BIP: 30006824-0), se puede llegar a la conclusión de que el área es poco productiva, pero se debe

tener en cuenta que en todo el sector existe una biomasa zooplanctónica alta, de aproximadamente 1.200 individuos por cada 100 m^3 (BIP: 30006824-0), ejerciendo una presión herbívora enorme y limitando el crecimiento de la biomasa fitoplanctónica. En este tipo de efecto, llamado top-down, el consumo del fitoplancton por parte del zooplancton es un factor importante en el desarrollo del ecosistema en general.

El proyecto FIP N° 2009-38 "Monitoreo de las condiciones bioceanográficas entre la XV y IV Regiones" entrega datos oceanográficos y del fito y zooplancton para la zona entre Arica y Coquimbo. Estos monitoreos mensuales confirman que existe una producción primaria importante en el área.

La biomasa planctónica cerca de la costa corresponde a microfitoplancton (>20 µm); mientras que el pico y nanofitoplancton (pico: 0.7–2.0 µm; nano: 2.0–20 µm) es más abundante hacia el mar abierto (Morales *et al*. 1996, Iriarte & González 2004). Según datos para las zonas de surgencias de Antofagasta y Concepción, sólo unas 6 especies de diatomeas forman la biomasa fitoplanctónica en la zona centro-norte, entre ellos *Chaetoceros spp*., *Thalassiosira spp*., *Guinardia delicatula*, *Rhizosolenia spp*., *Detonula pumila* y *Eucampia cornuta* (Rodríguez *et al*. 1996, Thiel *et al.* 2007).

Considerando todos estos antecedentes se puede concluir que, aunque el fitoplancton es poco diverso, hay pocas especies en el área que producen biomasa y que éstas son de una productividad muy alta, por lo que la importancia ecológica de cada una de estas especies debiera ser valorizada como muy alta.

4.1.7 Paisaje natural

Dentro del Paisaje Natural se incluyen las zonas de alimentación, reproducción, crianza y migración de depredadores tope, por estar asociados a beneficios culturales como la recreación a través del turismo sustentable. Dentro de este Objeto de Conservación también se incluyen el intermareal rocoso y las playas arenosas por estar asociados a un alto valor de funcionalidad relacionado con las especies de importancia económica presentes en la zona de la propuesta.

En definitiva, este Objeto de Conservación está compuesto por 7 hábitats y procesos distintos que destacan por su importancia para las comunidades que viven en la zona (Tabla 11).

Tabla 11. Hábitats y procesos que conforman el Objeto de Conservación "Paisaje Natural"

OdC	Hábitats y procesos
Paisaje Natural	Zonas de alimentación de tiburones
	Zonas de reproducción de aves marinas
	Zonas de crianza de aves marinas
	Zonas de alimentación de aves marinas
	Zonas de alimentación de mamíferos marinos
	Corredor de migración de mamíferos marinos
	Intermareal rocoso
	Intermareal arenoso

4.2 Exclusividad

El sistema marino constituido por las Islas Choros, Damas y Chañaral, ubicado en las comunas de La Higuera (región de Coquimbo) y Freirina (región de Atacama), es un sistema representativo de la región de transición templada del Sistema de la Corriente de Humboldt (SCH) y posee numerosas características que lo hacen particularmente interesante para desarrollar iniciativas de conservación en la costa de Chile:

1) Físicamente se encuentra en una zona donde hasta ahora el impacto de la actividad antrópica es limitado, al no existir grandes centros urbanos o industrias en sus cercanías.

2) Es el hábitat de numerosas especies emblemáticas y amenazadas de acuerdo a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) como el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus)*, el chungungo (*Lontra felina)*, el yunco (*Pelecanoides garnotii)* y la especie emblemática, el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti)*.

3) Es un área que presenta surgencia permanente, por lo tanto, es altamente productiva,

4) Es una zona con altas densidades, tasas de retención y reclutamientos de larvas de especies de gran importancia comercial y comunitaria, como la anchoveta (*Engraulis ringens*) o el loco (*Concholepas concholepas*).

5) Es una de las zonas con mayores tasas de desembarque de pesquerías bentónicas de la región, siendo el primer lugar de desembarque de loco en la región y el segundo a nivel nacional.

6) Es un área de interés turístico, con visitantes concentrados durante el período estival, y que posee gran potencial para el desarrollo de actividades eco-turísticas considerando el aumento exponencial del número de visitantes en los últimos años, los que han llegado a más de 60 mil en 2017 según CONAF.

7) Existen comunidades de pescadores en el sector que dependen de las actividades pesqueras y de los ingresos obtenidos a partir de las actividades turísticas.

La creación del AMCP-MU La Higuera - Isla Chañaral será una contribución importante por parte del Estado chileno a la conservación de los ecosistemas. Esta área es una de las más importantes del gran ecosistema de la corriente de Humboldt, que ha sido definido como uno de los 10 grandes ecosistemas marinos con alta prioridad para ser protegido en el mundo (Boersma *et al*. 2004).

Desde el punto de vista biológico, ecológico y pesquero, el área destaca por ser un ecosistema marino autosustentable. Hay índices que señalan que las biomasas de especies claves e importantes, como la anchoveta o el loco, representan poblaciones independientes de aquellos distribuidos más al norte o al sur de esta zona, dada la retención de nutrientes al sur de las islas Choros y Damas. La existencia de poblaciones separadas dentro del área se confirma por la alta abundancia de larvas y de reclutas de anchoveta y de loco. Además, se puede asumir que la riqueza planctónica y el reclutamiento de la anchoveta en el área sustenta poblaciones de adultos más al norte o al sur de esta zona, donde existe una fuerte presión pesquera sobre este recurso. Por lo tanto, el área destaca como un hábitat crítico de peces de la zona centro-norte del país.

El área se caracteriza no solo por una alta diversidad de aves y mamíferos marinos, sino que también por presentar un alto porcentaje de especies vulnerables, e incluso algunas declaradas en peligro de extinción, donde destaca la presencia de parte de la colonia más grande del mundo del pingüino de Humboldt. Además, será la única AMCP-MU del país en la que se registra la presencia de, por un lado, especies importantes para la conservación, y por otro, recursos pesqueros importantes, lo cual transforma el área en una zona de alto valor socio-económico.

Cabe señalar que el informe final del proyecto "Estudio de Análisis de Omisiones y Vacíos de Representatividad en los Esfuerzos de Conservación de la Biodiversidad en Chile (GAP-Chile 2009)", elaborado por un equipo de científicos multidisciplinarios del Instituto Milenio de Ecología y Biodiversidad (IEB), selecciona dentro de la región de Coquimbo al área de esta propuesta como una zona prioritaria para formar parte de un sistema de áreas protegidas desde el norte al sur del país (Squeo *et al*. 2010). Estos resultados son de suma importancia, ya que son el respaldo estadístico de la propuesta de AMCP-MU acá expuesta, considerando que los científicos aplicaron el programa computacional *Marxan*, actualmente utilizado para este tipo de análisis a nivel

mundial y también en el GEF Marino, sobre una amplia base de datos tanto especies como hábitats marinos y terrestres en todo el país. Los resultados de este tipo de análisis, además, respetan el hecho de que, dentro de una gran área, como un país, continente u océano, un sitio contiene el mayor número de objetos de conservación importantes de la ecorregión que representa, con alta importancia de conservación en base a criterios ampliamente reconocidos, tales como las categorías propuestas por la UICN.

Destaca el hecho de que, en un solo sector, entre la Isla Chañaral y las islas Choros y Damas, se pueden observar ballenas, delfines y pingüinos, siendo este sector accesible desde cualquier caleta del área. En contraste, en el AMCP-MU Isla Grande de Atacama o en el AMCP-MU Francisco Coloane en la Patagonia, los atractivos turísticos son los pingüinos y/o las ballenas, pero no en abundancias y frecuencias tan altas, tampoco en conjunto como se pueden observar en el área propuesta. Además, los arrecifes rocosos alrededor de cada isla, con bancos de corales, anémonas de mar y peces representan un lugar único para el ecoturismo de buceo, comparable solo con lugares como Isla de Pascua o Juan Fernández, ambos alejados de la costa chilena.

4.3 Servicios Ecosistémicos

Se conocen como Servicios Ecosistémicos (SE) a todos aquellos productos y procesos que provienen del medio natural y que suponen un beneficio para el ser humano. Se clasifican en servicios de aprovisionamiento, culturales, de soporte y de regulación.
Los Objetos de Conservación identificados dentro del área propuesta proveen un total de 12 servicios ecosistémicos, clasificados de la siguiente manera (Tabla 12):

Tabla 12. Servicios Ecosistémicos provistos por los Objetos de Conservación presentes en el área propuesta.

Objeto de Conservación	Tipo de Servicio	Servicios Ecosistémicos
Mamíferos Marinos	Cultural	Turismo de avistamiento
		Turismo de buceo
		Investigación científica
	Soporte	Depredador tope
		Consumidor de zooplancton
		Diversidad genética
Aves Marinas	Cultural	Turismo de avistamiento

Objeto de Conservación	Tipo de Servicio	Servicios Ecosistémicos
Aves Marinas		Investigación científica
	Soporte	Depredador tope
		Diversidad genética
Peces Cartilaginosos	Cultural	Investigación científica
	Provisión	Pesca o extracción
	Soporte	Depredador tope
		Diversidad genética
Peces Óseos	Cultural	Tursimo de buceo
		Investigación científica
	Provisión	Pesca o extracción
	Soporte	Consumidor de zooplancton
		Alimento para especies clave
		Diversidad genética
Biodiversidad Bentónica	Cultural	Turismo de buceo
		Investigación científica
	Provisión	Pesca o extracción
	Soporte	Alimento para especies clave
		Hábitat de crianza
		Formadores de hábitat
Producción Primaria	Cultural	Investigación científica
	Soporte	Producción de oxígeno
	Regulación	Regulación de la calidad del aire
Paisaje Natural	Cultural	Turismo de avistamiento
	Soporte	Hábitat de crianza

Al analizar la distribución de SE dentro del área propuesta para su conservación, se observa que todos los SE son provistos en la zona oceánica. En las islas, en general se observa que no hay mayores diferencias entre los servicios entregados por las islas que son parte de la Reserva

Nacional Pingüino de Humboldt y los otros sectores, lo que lleva a concluir que es igualmente importante proteger la Reserva como los sitios adyacentes a ella (Figura 6).



Figura 6. Distribución de los servicios ecosistémicos en las distintas áreas de la zona propuesta como AMCP-MU.

Es importante resaltar la presencia de estos SE, ya que es la conexión entre la comunidad adyacente al área y el mar, cuanto más consciente es la comunidad de la presencia de estos beneficios por parte del océano, más será la intención de protegerlo y preservarlo.

4.3 Definición figura de conservación

Un AMCP-MU es la herramienta más adecuada para gestionar el territorio y conjugar armónicamente el desarrollo económico y la protección ambiental, de tal manera de ir contribuyendo al mejoramiento de la calidad de vida de la población involucrada.

En particular, un AMCP-MU contribuye a que las comunidades costeras involucradas se integren a su entorno natural ya que:

- Aporta a la identificación de las comunidades con sus caletas por el reconocimiento al valor patrimonial y natural de esta zona y que la destacan a nivel regional, nacional e internacional.

- Posiciona a cada una de las caletas como “marcas” en ambas regiones y en el país, lo que le agrega ventajas a la integración comercial de la zona con el mundo, y a la vez refuerza la identidad de la población con su territorio.

Por otro lado, un AMCP-MU es una forma innovadora de administrar y organizar la gestión de las caletas en el ámbito territorial, como así también en el desarrollo económico local. Respecto de este punto se puede destacar:

- Un AMCP-MU promueve el uso sustentable del mar para romper la tendencia negativa respecto a la productividad de las Áreas de Manejo y Extracción de Recursos Bentónicos (AMERBs) en los últimos años[25], permitiendo atraer inversiones que doten de una infraestructura adecuada a la zona, además de impulsar el desarrollo de investigaciones científicas que permitan potenciar su uso.

- A través del AMCP-MU se revaloriza e instaura a esta zona costera como eje de acción y núcleo de expresión patrimonial, y se promueve el trabajo intersectorial, transversal e interdisciplinario en el tratamiento de las temáticas locales.

- Un AMCP-MU facilita la gestión, la promoción y el desarrollo de actividades productivas y de servicios no tradicionales, al darle un carácter de protección especial y con certeza jurídica a la zona. En especial, se levanta la demanda por actividades "no tradicionales" ya que resultan estratégicas para su desarrollo productivo y se plantea la necesidad de fortalecer la industria turística y las actividades relacionadas con los centros de investigación científica.

- Un AMCP-MU genera las condiciones que permiten a la comunidad desarrollar iniciativas innovadoras, a través de un plan de administración que priorice la autonomía y la capacidad de autogestión de los usuarios del área para el desarrollo de actividades económicas.

- El AMCP-MU es una herramienta que permite optimizar los recursos humanos, técnicos y financieros para preservar el patrimonio natural, social y cultural de esta zona costera.

Finalmente, un AMCP-MU puede ayudar a mejorar las destrezas y habilidades de la población requeridas para que ésta se integre al crecimiento de las caletas a través de:

- La capacitación en aquellas habilidades y destrezas productivas orientadas a las nuevas demandas del mercado generadas por el nuevo estatus de la zona.

[25] SUBPESCA, (2005)

- La promoción del compromiso de la comunidad con su calidad de vida, especialmente con su medio ambiente natural.

- La optimización de recursos a través de una adecuada complementariedad entre diversas iniciativas que tengan como destino final el uso de los recursos marinos por parte de la población.

- El fortalecimiento de las relaciones sociales entre las distintas organizaciones de la comunidad local y usuarios de la potencial área de protección.

Es importante mencionar que esta área costera ya cuenta con dos reservas marinas, lo que en los hechos implica la relevancia que se le da desde el Estado a la conservación y preservación de ciertas áreas dentro de la zona. En esta perspectiva, un AMCP-MU tiene la fortaleza de complementar los instrumentos anteriores y darle un marco adecuado a la gestión de los recursos naturales, especialmente marinos, potenciando dos sectores económicos en particular: la pesca artesanal y el turismo.

Lo relevante en este punto es lograr que el AMCP- MU se adecue al contexto socioeconómico local involucrando a la comunidad tanto en la promoción del AMCP-MU como así también en la recepción de los beneficios económicos que esta iniciativa podría traer. Para lograr lo anterior, se necesita que la gestión del AMCP-MU contemple como objetivos de largo plazo:

- Disponer de un equipo promotor legítimo de la iniciativa a nivel local.
- Inserción de una cultura sistemática de integración local en la administración del AMCP-MU.
- Disponibilidad de las herramientas funcionales necesarias para el desarrollo de la integración local.
- Disponer de herramientas de control de los efectos económicos del AMCP-MU.
- Organizar una repartición equitativa de los beneficios económicos en un perímetro ampliado.
- Agrupar la competencia declarada entre los diferentes grupos de usuarios.
- Velar por la reinversión local de las rentas económicas (excedentes).
- Disponer de un modo de autofinanciamiento parcial en beneficio del AMCP-MU.
- Disponer de herramientas de evaluación que garanticen el equilibrio, la conservación y explotación de la biodiversidad.
- Hacer participar a la población en la vida del AMCP-MU.

4.4 Pertinencia del instrumento de protección propuesto

Desde un punto de vista conceptual, un AMCP-MU es una figura con propósito de conservación y uso sustentable, que puede admitir usos en distintos niveles, desde los más "restrictivos" hasta los más "permisivos" en el contexto definido por los objetivos de creación del área. Esto implica que las actividades económicas que se desarrollen en su interior estarán supeditadas a niveles establecidos mediante criterios como la capacidad de carga y/o la compatibilidad de usos, entre otros. En este sentido, un AMCP-MU no pretende regular actividades como la pesca artesanal o el turismo ya que estas se rigen por sus propias regulaciones sectoriales, sino que más bien, busca gestionar de manera sustentable un territorio determinado para lograr objetivos de conservación y desarrollo sustentable, así como lograr que los beneficios de ese desarrollo lleguen a las comunidades locales. Si para lograr estos objetivos se requiere excluir determinadas actividades, la propia figura de AMCP-MU debe definirlo.

Lo anterior implica socializar con la comunidad local las implicancias de la aplicación del AMCP-MU, entre los usuarios del área, de tal modo de que estos conozcan, evalúen y acepten los grados de restricción que conlleva la búsqueda de los objetivos de conservación. Lo anterior es relevante en el caso de actividades de alto impacto ambiental que no sólo afectan las condiciones naturales únicas del área, sino que abiertamente constituyen una amenaza al desarrollo de otras actividades económicas como la pesca artesanal y el turismo.

Dado que Chile no cuenta con un marco institucional y jurídico que otorgue gobernabilidad a los AMCP-MU, el proyecta contempla involucrar al máximo a la comunidad y a los actores interesados en la medida, a través de la elaboración de un plan de trabajo contenido en el Plan de Administración que establezca objetivos de corto, mediano y largo plazo, así como actividades, personas responsables y plazos concretos.

En conclusión, un AMCP-MU en la zona costera norte de la región de Coquimbo y la zona costera sur de Atacama, sería el instrumento más adecuado para coordinar y articular a los actores locales y regionales en los objetivos de conservación y desarrollo sustentable, integrando las actividades contenidas en los respectivos PLADECOs, PLADETUR, supervisando la microzonificación, desarrollando los planes de manejo de los instrumentos de conservación ya existentes e impulsando nuevas medidas de conservación, todo articulado en una visión y un plan estratégico común.

4.5 Análisis de actores locales

Este proyecto en su génesis busca alcanzar objetivos tanto de conservación como de desarrollo económico local. Por tal motivo, una de las mayores preocupaciones ha sido comunicar los alcances de un AMCP-MU entre las comunidades locales (los principales beneficiarios), los grados de restricción que conlleva esta iniciativa, así como levantar información relativa a las necesidades de los usuarios y las posibles competencias existentes respecto al uso del borde costero y del espacio marítimo.

Durante la primera etapa de este informe (2010) se logró identificar 2 grupos de usuarios diferentes. El primer grupo corresponde a los habitantes de las caletas que se encuentran al norte del área: Chañaral de Aceituno, Los Choros y Punta de Choros. Estas localidades han sido las principales beneficiadas con la creación de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt y las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros – Damas, siendo capaces de levantar una oferta turística con mucho potencial, especialmente en lo que concierne a la mayor demanda turística desde el extranjero. Además, sus áreas de manejo para la explotación de recursos bentónicos son las más productivas de la comuna**.**

El segundo grupo de usuarios corresponde a los habitantes de las caletas que se encuentran al sur del área: Chungungo, Totoralillo Norte y Caleta Hornos. Estas caletas mantienen como principal actividad económica la pesca artesanal, específicamente la explotación de recursos bentónicos, aunque sus áreas de manejo son menos productivas que las áreas de manejo que se encuentran más al norte. En nuestras conversaciones con la comunidad se nos confirma que la baja sostenida en el precio del recurso loco, así como la continua migración de su población hacia las ciudades de la región, ha provocado el empobrecimiento y envejecimiento sostenido en estas localidades. Si bien una fracción de estas comunidades -por su situación de extrema necesidad- se abre a la posibilidad de negociar con las empresas que pretenden instalar las plantas termoeléctricas, existe un amplio consenso respecto a terminar con las perforaciones industriales a las 5 millas exclusivas de la pesca artesanal por la flota industrial arrastrera, y en este sentido se sienten atraídos por iniciativas como un AMCP-MU. En este último punto existe un consenso general de las 6 caletas que componen el área a proteger.

En 2017, el Ministerio del Medio Ambiente solicitó una consultoría para hacer un levantamiento de las percepciones por parte de la comunidad frente a la conservación marina. Para este informe se contempló trabajar tanto con los servicios públicos de la zona, como con todas las agrupaciones de pescadores. Como resultado de este estudio, las organizaciones participantes se mostraron en su mayoría a favor de generar estrategias de conservación de la zona, siempre y cuando exista una administración ordenada y una regulación de uso que promueva mejorar las prácticas, no acabar con ellas. Dentro de los diferentes talleres realizados, se pudo hacer un análisis sobre el

conocimiento que los actores tienen sobre el concepto de conservación marina, mostrando diferentes grados de información en cada caleta y falta de conocimiento sobre las posibles herramientas de conservación aplicables en la zona. Además, se pudo generar un mapa de actores, resaltando los diferentes grados de influencia que la propuesta de conservación puede tener sobre ellos (Varas, 2017).

Como resumen de este informe, se destaca un posicionamiento positivo por parte de los pescadores hacia la conservación en contraste al posicionamiento negativo respecto a la instalación de grandes proyectos portuarios que puedan afectar la continuidad de la actividad económica asociada al lugar. Sin embargo, la consultoría no tuvo tiempo de validar la propuesta del AMCP-MU y sugiere ajustar la propuesta a los requerimientos levantados durante el trabajo realizado (Varas, 2017).

4.6 Incidencia de un Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU)

4.6.1 Un AMCP-MU y su aporte a la actividad pesquera

En la zona propuesta como AMCP-MU al norte de la región de Coquimbo se encuentran 7 caletas de pescadores artesanales con 14 organizaciones sindicales, asociaciones gremiales y organizaciones comunitarias. De acuerdo con datos del Registro Pesquero Artesanal publicados por Sernapesca en 2008 había 522 pescadores artesanales inscritos. Al 19 de enero de 2010 esta cifra había aumentado a 581 pescadores inscritos y activos.

En el caso de la única caleta dentro del área propuesta que pertenece a la región de Atacama, Chañaral de Aceituno, el Sindicato de Pescadores cuenta con 114 socios (todos hombres) y un total de 32 embarcaciones del tipo bote a motor (López & Chávez, 2005). No obstante, el número total de pescadores inscritos en Chañaral de Aceituno es de 207. De éstos, los mariscadores son los más numerosos, seguidos por los algueros, de los cuales 5 son mujeres.

En términos pesqueros administrativos la zona propuesta como AMCP- MU se encuentra dividida entre áreas de manejo para la explotación de recursos bentónicos (AMERBs), áreas de libre acceso y dos reservas marinas. De acuerdo con Aburto (2006) un 60% del área que va desde el límite norte de la región de Coquimbo a Caleta Hornos se encuentra bajo el régimen de AMERBs. En total se tienen 17 AMERBs en la comuna de La Higuera (región de Coquimbo) a los cuales se les suma tres AMERBs de Caleta Chañaral de Aceituno (región de Atacama).

Un AMCP-MU tendrá importantes impactos sobre la pesca artesanal. Más allá de darle protección especial a una extensa zona litoral y marítima, la administración del área orientada por criterios de sustentabilidad y enfocada en planes de manejo y evaluación ambiental estratégica permite a

esta actividad proyectarse de manera interesante como una fuente relevante de desarrollo económico.

Desde el punto de vista estrictamente económico, un AMCP-MU:

- Da la posibilidad de generar una actividad económica que entregue ingresos estables a los pescadores artesanales y sus familias.

- Permite convertir la pesca en una actividad económica y ambientalmente sustentable de alta tecnología, alto impacto social y que desincentive la sobreexplotación de los recursos pesqueros.

- Abre la posibilidad a que la zona se transforme en un polo importante de desarrollo para las economías de las regiones de Atacama y Coquimbo al incrementar de manera importante, ya sea en términos de pesca extractiva como en áreas de manejo, la oferta de productos pesqueros de alto precio en los mercados internacionales.

- Incrementa la investigación científica, permitiendo el descubrimiento e identificación de nuevos bancos naturales de recursos hidrobiológicos, lo que se transformará en ventana para el lanzamiento de nuevas actividades económicas.

- Hace posible desarrollar una industria procesadora paralela, lo que redunda en mayor empleo directo e indirecto en las áreas urbanas y otros sectores económicos (transporte, servicios, etc.) a través de los eslabonamientos productivos.

- Desde un punto de vista político, un AMCP-MU consolida la importancia geopolítica de esta zona litoral al producir el arraigo de los pescadores a sus caletas, consolidando los poblados con presencia permanente, así como recibiendo nuevos flujos de inmigrantes.

Para cumplir los puntos anteriores es necesario que la futura administración del AMCP-MU contemple entre sus objetivos:

- Asociar a los pescadores a la gestión del AMCP-MU para que esta sea eficaz hasta la zona de costa, incluyendo las áreas de manejo y de libre acceso, para así preservar los sectores con recursos claves.
- Identificar las necesidades de los pescadores y sus expectativas, con el fin de evaluar lo que es realizable y no.
- Seguimiento biológico de las pesquerías para una mejor explotación del stock en el tiempo.

4.6.2 El Aporte de un AMCP-MU al Sector Turístico

Adoptar una perspectiva de sostenibilidad o de largo plazo implica asumir la responsabilidad explícita de identificar el impacto de la actividad turística, cuidando cada uno de sus componentes de la cadena de valor, ya que si alguno de ellos no tiene la solidez suficiente, será altamente probable que lo haga colapsar y ponga en riesgo o detrimento a la población local. Ciertos aspectos que ejemplifican el fenómeno anterior son el manejo de los residuos sanitarios domiciliarios, la gestión turística del territorio y las políticas de precios.

Con lo anterior, un AMCP-MU da respuesta a este desafío al plantear el desarrollo de la actividad turística a partir del resguardo ambiental de esta área marina y la definición de un proyecto estratégico en torno al capital natural que posee esta zona. Con esto, se potencian dos de los circuitos turísticos definidos en el Plan de Desarrollo Turístico de la Comuna de La Higuera, como lo son el corredor Caleta Hornos – Punta de Choros y parte del circuito minero Chungungo – El Tofo –La Higuera (PLADETUR, 2008).

Más aún, un AMCP-MU tiende a consolidar áreas turísticamente explotadas, como Punta de Choros y Los Hornos, y desarrollar otra área potencial como Chungungo-Totoralillo Norte (PLADETUR, 2008).

En particular un AMCP-MU potencia la actividad turística porque:

- Contribuye a la creación de cultura y conciencia turística entre la población local, en especial la relacionada al turismo sustentable.

- Mejora la gestión turística y entrega oportunidades de capacitación a la comunidad local en materias relacionadas con la actividad.

- Permite dar mayor visibilidad de los productos turísticos, dando más énfasis a las actividades asociadas a los destinos, y a través de esta herramienta de gestión territorial lograr establecer alianzas estratégicas (gobiernos, agencias internacionales, privados, etc.) para penetrar el mercado por múltiples canales.

- Aumenta el conocimiento de los atractivos y destinos turísticos del área, permitiendo configurar nuevas ofertas turísticas a partir del aprovechamiento de los nuevos hallazgos en materia biológica y de biodiversidad que se pueda realizar en la zona.

- Permite mejorar sustancialmente la infraestructura y el equipamiento de los servicios turísticos.

- Crea una referencia clara respecto a la protección ambiental y ordenamiento territorial de la actividad turística con el fin de resguardar los recursos turísticos naturales y culturales.

- Puede constituir un modelo de gestión integral del sistema turístico posible de replicar a nivel comunal y regional.

Todos estos son los beneficios que un AMCP-MU aporta a la actividad turística y pueden aumentar el nivel de competitividad que enfrenta el sector, no sólo en estas localidades, sino que en toda la región de Coquimbo y en parte de la región de Atacama, respecto de otros mercados similares.

Lo anterior tiene directa relación con alcanzar mayores grados de productividad, lo que pasa necesariamente por una integración eficiente y eficaz entre los atractivos turísticos, las inversiones de capital y los recursos humanos, donde un AMCP-MU puede tornarse en una herramienta clave.

Finalmente, es importante mencionar el aporte que puede tener un AMCP-MU al cumplimiento de los objetivos del plan de desarrollo turístico de la comuna de La Higuera, cuyo eje establecido en el PLADETUR 2008 es el de generar un turismo sustentable, en especial en fortalecer las potencialidades diagnosticadas en el mismo plan, las que se encuentran relacionadas a su medio natural poco modificado a lo largo del tiempo y a la existencia de expresiones culturales propias. Estos objetivos se pueden lograr a través de la limitación que puede poner un AMCP-MU al crecimiento de actividades antrópicas que puedan alterar negativamente el patrimonio natural y cultural.

De acuerdo al PLADETUR 2008, la zona de la propuesta de AMCP-MU que comprende a parte de la IV región contiene los siguientes circuitos turísticos, que en las siguientes tablas se indican juntan a los tipos de turismo predominante y las actividades turísticas asociadas a cada uno de ellos. Estos, sin lugar a dudas, deberían potenciarse con el establecimiento de un AMCP-MU en la zona.

4.6.2.1 Turismo de intereses especiales

La zona que se propone como área marina costera protegida, es junto a la Antártica chilena, la zona más estudiada de Chile en la temática de los cetáceos. La diversidad biológica que alberga,

y que ya dio pie a la configuración de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt y dos reservas marinas[26], es única en el mundo.

A partir de esta premisa, las condiciones para desarrollar un turismo de intereses especiales en esta zona son evidentes. Entre estas condiciones podemos mencionar la necesidad de diversificar la estructura productiva en el área, la necesidad de innovar en la oferta turística local, la oportunidad de generar un negocio rentable que vaya en directo beneficio de las comunidades locales, las condiciones políticas e institucionales favorables al impulso de actividades económicas emergentes, así como la iniciativa de los grupos locales.

Sin embargo, existe una serie de cuestiones a las cuales se debe responder para lograr la viabilidad de este tipo de iniciativas turísticas y configurarlas como oportunidades de negocio dentro de un AMCP-MU. Estos van desde el diseño de un Plan de Acción y Administración del área protegida, la inclusión en éste de un Plan de Negocios basado en el desarrollo del turismo y avistamiento de cetáceos, a un Plan de Manejo que dé certeza acerca de la sustentabilidad ambiental de la actividad turística basado en la evaluación ambiental estratégica del área, en la capacidad de carga del ecosistema y en el ordenamiento territorial del área que defina los espacios y usos de ésta. Todo debiera converger en una figura legal que administre el área de tal manera de asegurar la participación real y efectiva de las comunidades locales, así como en compromisos a mediano y largo plazo respecto al desarrollo sustentable de la zona sujeta a protección.

[26] RESERVA MARINA ISLA CHAÑARAL, el 11 de Julio de 2005, la Subsecretaría de Pesca -SUBPESCA, declara la "Reserva Marina Isla Chañaral". Consistiendo en la zona de mar de una milla náutica (1852 metros) en torno al perímetro costero de Isla Chañaral, ubicada en la III Región de Chile (29º01'S-71º37'W). La SUBPESCA, mediante el Decreto que declara esta Reserva Marina, procura mediante el Artículo 2, *"conservar y proteger los ambientes marinos representativos de Isla Chañaral, asegurando el equilibrio y la continuidad de los procesos bio-ecológicos a través del manejo y uso sustentable de la biodiversidad y patrimonio natural"*.
RESERVA MARINA CHOROS – DAMAS, el 11 de Julio de 2005, la Subsecretaría de Pesca –SUBPESCA, declara la "Reserva Marina Choros-Damas". Consistiendo la zona de mar de una milla náutica (1.852 metros) en torno al perímetro costero de las islas Damas (29º13‘S – 71º32‘W) y Choros (29º15‘S – 71º33‘W), ubicadas en la IV Región de Chile. El objetivo principal de la reserva de Islas Choros- Damas es *“conservar y proteger los ambientes marinos representativos del sistema insular constituido por las Islas Choros e Isla Damas, asegurando el equilibrio y la continuidad de los procesos bio-ecológicos a través del manejo y uso sustentable de la biodiversidad y el patrimonio natural.”*

5. ANÁLISIS ESTRATÉGICO

A continuación se presenta un análisis que justifica la consideración de esta área para efectos de conservación.

5.1. Fortalezas

- Patrimonio Natural Único:

  Esta zona costera presenta características naturales únicas, reconocidas internacionalmente. Lo anterior genera que la zona sea de un gran atractivo turístico y científico por la alta presencia de especies catalogadas como únicas, representativas y emblemáticas.

  A lo anterior se agrega que esta zona, junto a la Antártica chilena, es una de las zonas de nuestro país donde más se estudia a los cetáceos. Esta fortaleza intrínseca del área propuesta la hacen única en el ecosistema marino nacional, y parte del patrimonio ambiental de Chile que debe estar sujeta a conservación.

- Oportunidades para la Generación de Empleo:

  La alta biodiversidad detectada en la zona, además de su alto valor paisajístico, son los pilares en los cuales se puede asentar una importante oferta turística de naturaleza.

  Un Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos en esta zona permitiría gestionar de mejor manera la actividad pesquera, principalmente a través de áreas y planes de manejo para recursos marinos tanto pelágicos como bentónicos.

  Todo lo anterior constituye la base para iniciar un proceso de diversificación económica de la zona y de aumento en el ingreso de las familias. Esto implica generar estrategias de negocios y planes de inversión que conjuguen los objetivos de desarrollo de la comunidad local y de los pescadores artesanales de la región, con el objetivo de conservación y manejo sustentable de los recursos naturales propios del área propuesta.

- Prioridades de Conservación Regional:

  Dentro del área propuesta ya se encuentran declaradas dos reservas marinas, Reserva Marina Isla Chañaral y Reserva Marina Islas Choros – Damas, lo que confirma la relevancia ecológica que tiene esta zona y la alta prioridad para conservarla.

Un AMCP-MU sería un paso adelante como una herramienta capaz de dar soporte institucional a la gestión del uso del borde costero, incluyendo las reservas marinas dentro de un contexto de administración pesquera mucho más amplia.

- Reconocimiento de Instituciones Gubernamentales, Privadas y de la Comunidad Local:

  Una serie de agencias gubernamentales regionales han expresado su interés por proteger y darle un status especial a esta área como Sernapesca y CONAF. Asimismo, la comunidad local se ha organizado para proteger su medio natural, especialmente de aquellas industrias de alto impacto ambiental como las termoeléctricas, y los sindicatos de pescadores buscan aumentar la productividad de sus áreas de manejo y cuidar sus recursos pesqueros de la flota industrial arrastrera.

- Existencia de Información de Línea de Base Científica:

  El área cuenta con una base de datos oceanográficos (físicos, biológicos, químicos), geológicos y climáticos que ha sido desarrollada principalmente por investigadores de la Universidad Católica del Norte, que abarca un período de tiempo relativamente amplio y que ha generado varias publicaciones científicas en distintos ámbitos. Mucha de esta información ha sido compilada y analizada a propósito de la creación de las reservas marinas Isla Chañaral, Islas Choros – Damas y el Reserva Nacional Pingüino de Humboldt.

  Esto constituye una fortaleza en el sentido que se cuenta con una línea de base científica y, por lo tanto, las inversiones en investigación pueden ser orientadas a áreas específicas, que aporten al logro de los objetivos de conservación del área y al conocimiento científico internacional.

- Condiciones Climáticas y Ubicación del Área:

  Las buenas condiciones climáticas, de logística y geográficas del área, constituyen una fortaleza para el desarrollo de las actividades propuestas como la investigación científica, el turismo y la fiscalización y vigilancia en forma general del AMCP-MU.

5.2 Oportunidades

- Sinergia con Otras Actividades de Conservación Terrestre:

  De acuerdo al PLADETUR 2008, la zona propuesta como AMCP-MU presenta una serie de circuitos turísticos en su borde costero, los que incluyen a su vez una serie de potenciales actividades turísticas por desarrollar. Lo anterior da pie a la configuración de áreas de conservación más amplias, que incluyan la relación de integración tiera-mar. Además, se apoya la consecución del objetivo del PLADETUR 2008 para la comuna de La Higuera que consiste en maximizar las potencialidades y fortalezas de un medio natural poco modificado a lo largo del tiempo además de las expresiones culturales propias.

  Lo anterior cobra relevancia estratégica si se piensa en la generación de una oferta turística de naturaleza de primer nivel y el aseguramiento de flujos de inversión que vayan en esta dirección.

- Cumplimiento de Compromisos Internacionales:

  Hay una serie de compromisos internacionales asumidos por el Estado chileno en materia de conservación de áreas marinas. En este sentido, la iniciativa de generar un AMCP-MU en esta parte de la costa de Chile contribuiría a posicionarnos como un país que respalda y hace valer sus compromisos en materia de conservación de la biodiversidad.

- Desarrollo de Actividades Productivas con Altos Estándares de Calidad Ambiental:

  Hoy en día los mercados destino de nuestras exportaciones se hacen cada vez más exigentes en cuanto al origen materia medioambiental. Por lo tanto, no es indiferente el que muchos de los productos generados por actividades económicas en el área propuesta, adquieran altos estándares ambientales como fruto de un plan más general de acuerdo a las directrices de administración de una futura AMCP-MU que vinculen la actividad económica con la conservación ambiental.

5. 3 Debilidades

- Desarrollo de la Institucionalidad de AMCP-MU en Regiones:

  Si bien la región de Coquimbo cuenta con una Comisión Regional de Uso del Borde Costero, no cuenta con una Comisión Regional de Áreas Marinas Costeras Protegidas que priorice la formación y administración de AMCP-MU en la región. La inexistencia de un órgano especializado en AMCP-MU podría traer complicaciones pensando en un trabajo fluido y dinámico entre los actores públicos y privados con interés en la conservación de los ecosistemas marinos.

- Potencialidad de Conflictos entre Actividades Emergentes y Objetos de Conservación:

  La zona propuesta para la formación de un AMCP-MU es un área que ya ha estado sometida a la actividad industrial pesquera, en especial la que utiliza el arrastre de fondo, lo que obviamente puede chocar con actividades que se desean potenciar con el AMCP-MU como la pesca artesanal y el turismo. Por lo tanto, es fundamental que la administración del AMCP-MU contemple planes de manejo para los diferentes recursos presentes en la zona, así como también someter todos los proyectos productivos que se deseen realizar en el área al SEIA a través de EIAs que deben ser parte de un plan estratégico general evaluado a través de un plan piloto de evaluación ambiental estratégica.

5.4 Amenazas

- Capacidad Institucional:

  Actualmente, se encuentra en desarrollo la institucionalidad para la formación, supervisión y administración de los AMCP-MU bajo el esquema público-privado planteado para las otras AMCP-MU creadas al amparo del proyecto GEF-Marino, y por lo tanto es un modelo que está en fase de prueba. En tal sentido, la institucionalidad necesaria para una buena supervisión y administración del área es aún parcial y no ha probado su eficiencia en las tareas que le son de competencia. A esto se suma la reforma ambiental puesta en marcha por el Gobierno de Michelle Bachelet, la que ha dejado pendiente aún la creación del Servicio Nacional de Parques y Biodiversidad.

- Escaso Conocimiento de los Beneficios de un Área de Conservación y de Difusión de los Alcances de la Iniciativa:

  En general, existe un bajo conocimiento de los beneficios de establecer un área marina costera protegida de múltiples usos a nivel nacional. Las experiencias más exitosas de esta modalidad de protección son de carácter internacional y las nacionales aún presentan grandes déficits en cuanto al conocimiento que se tiene de ellas. Además, el conocimiento de los beneficios de los AMCP-MU fluye muy poco hacia los usuarios locales (comunidades locales, pescadores artesanales, inversionistas turísticos) que viven o desarrollan su actividad en las áreas de interés para efectos de conservación.

- Aumento de la Tramitación Ambiental:

  La creación de un AMCP-MU es reconocida por la ley ambiental como área protegida, lo que implica que los proyectos, programas o actividades que se realicen o que se planean realizar dentro o en las inmediaciones de ésta, deben someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, lo que implicará un aumento en la carga de trabajo del sistema de gestión ambiental regional, y un aumento en los trámites necesarios para el desarrollo de las actividades, con el consecuente aumento en los requerimientos de recursos humanos y financieros tanto públicos como privados, para una adecuada administración y desarrollo del área protegida.

5.5 Análisis FODA

ANALISIS FODA	OPORTUNIDADES ● **Sinergia con otras actividades de Conservación Terrestre** ● **Cumplimiento de Compromisos Internacionales** ● **Desarrollo de Actividades Productivas con Altos Estándares de Calidad Ambiental**	AMENAZAS ● **Capacidad Institucional** ● **Escaso Conocimiento de los Beneficios de un Área de Conservación y de Difusión de los Alcances de la Iniciativa** ● **Aumento de la Tramitación Ambiental**
FORTALEZAS ● **Patrimonio Natural Único** ● **Oportunidades para la Generación de Empleos** ● **Prioridades de Conservación Regional** ● **Reconocimiento de Instituciones Gubernamentales, Privadas y de la Comunidad Local** ● **Existencia de Información de Línea de Base Científica** ● **Condiciones Climáticas y Ubicación del Área**	El área propuesta tiene **potencialidades** para ser declarada Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos en consideración de sus características naturales intrínsecas (representatividad, exclusividad, potencialidad y complementariedad). Asimismo, puede generar sinergias para el desarrollo de actividades de conservación bajo el principio tierra-mar y estimularía el mejoramiento de estándares de calidad ambiental para la sostenibilidad de las actividades productivas que en ella se realicen, destacando entre estas el turismo de naturaleza y la pesca sustentable.	La institucionalidad, el aumento del deterioro ambiental y el hecho de ser un área protegida oficial aumentan la tramitación ambiental asociada porque requiere que todos los proyectos, programas y actividades se presenten al SEIA, constituyendo **riesgos** para el éxito de la propuesta. Lo anterior, es en parte controlado por las zonificaciones del borde costero de las regiones de Coquimbo y Atacama, y el reconocimiento de usos actuales y potenciales del área. Dado que se requieren ciertos grados de restricción para el buen funcionamiento de los ecosistemas a proteger, y así cumplir los objetivos de conservación propuestos, se hace imperioso generar un Plan de Administración que haga partícipes a las comunidades locales.
DEBILIDADES ● **Desarrollo de la Institucionalidad de AMCP-MU en Regiones** ● **Potencialidad de Conflictos entre Actividades**	Las debilidades identificadas constituyen **desafíos** para el proyecto de área protegida. La sinergia que puede construirse entre el proyecto y otras alternativas de conservación, pueden ayudar a evitar eventuales conflictos entre las actividades emergentes con los objetivos de	La principal **limitante** del proyecto es la capacidad institucional, especialmente la inexistencia de una instancia nacional especializada en áreas de conservación. Este vacío debiera neutralizarse en la medida que se consolide la nueva institucionalidad ambiental, en especial el nuevo Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas.

Emergentes y Objetos de Conservación	conservación, a través de alianzas estratégicas entre cada iniciativa. La propuesta de un AMCP-MU instalaría un instrumento de gestión ambiental relevante para el buen uso de los recursos naturales, dando además continuidad a la planificación del borde costero iniciado por la zonificación de las regiones de Coquimbo y Atacama.	

Fuente: Elaboración Propia

6. RECOMENDACIONES FINALES

De acuerdo a los datos y antecedentes presentados en este informe, el área propuesta tiene **potencialidades** para ser declarada Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU), en consideración de sus características naturales intrínsecas: representatividad, exclusividad, potencialidad y complementariedad. Asimismo, puede **generar sinergias** para el desarrollo de actividades de conservación bajo el principio tierra-mar, y estimular el **mejoramiento de estándares de calidad ambiental** para la sostenibilidad de las actividades productivas que en ella se realicen, destacando entre éstas el turismo de naturaleza.

En términos de **biodiversidad**, considerando toda la información disponible, incluyendo datos sobre el fito- y zooplancton, se encuentran desde por lo menos unas 352 hasta unas 560 especies marinas dentro del área solicitada. Los grupos más diversos representan a 187 especies macro-bentónicas (macroalgas e invertebrados), a 122 especies de aves, 21 especies de mamíferos marinos y 68 especies de peces. Muchas de estas especies, y casi el 50 % de las especies de aves y de mamíferos marinos, se encuentran en un estado vulnerable y algunos incluso en peligro de extinción según el listado de la UICN.

En términos de **Objetos de Conservación**, un 75% de los peces representan especies relevantes para la conservación, siendo el grupo de los tiburones el más grande, con 18 especies y con una de ellas (tollo de profundidad) en peligro de extinción según la UICN. Las otras especies poseen un valor importante dado su rol ecológico, pero también como recursos pesqueros para la pesca artesanal del área y sujeto a regímenes de pesca. En el bentos, un 33% de las especies cumplen un rol ecológico fundamental como bio-ingenieros (macroalgas, hidrocorales y esponjas) y también un número considerable de estas especies son recursos importantes para la pesca artesanal. Entre todos los grupos de organismos marinos se suma un total de 194 especies de importancia para el ecosistema y la conservación. En resumen, casi el 50% de la fauna marina es importante para sostener los ecosistemas marinos del área solicitada como AMCP-MU.

Por otro lado, **en total el área comprende ocho hábitats de importancia ecológica para la conservación**. Sin embargo, se puede localizar la mayoría de los hábitats importantes dentro de tres sectores: en los alrededores de la isla Chañaral, alrededor de las islas Pájaros y entre estas islas y la costa que va de Caleta Totoralillo a Caleta Hornos, donde ocurren los eventos de surgencia y donde la micro-circulación dentro de la bahía grande de Coquimbo produce la retención de nutrientes en el plancton.

En términos de la representatividad e importancia del área para la conservación y un manejo sustentable de la diversidad marina y sus recursos, el área propuesta representa y reúne todas las características para solventar los beneficios de una reserva marina, las cuales incluyen la protección de hábitats, la conservación de la biodiversidad, la protección de los servicios ecológicos, la recuperación de poblaciones y especies sobre-explotadas, exportar individuos a áreas explotadas y asegurar el ambiente para las ciencias, la educación, recreación e inspiración.

El AMCP-MU La Higuera-Isla Chañaral sería el AMCP-MU más grande del Sistema de la Corriente de Humboldt y aumentaría la superficie de conservación de estos ecosistemas marinos únicos del mundo en su riqueza y diversidad a un 0,2%. En este sentido, la creación del AMCP-MU La Higuera-Isla Chañaral será una contribución importante por parte del Estado chileno a la conservación de los ecosistemas, generando un avance importante para lograr mayor representatividad de los ecosistemas costeros en las áreas marinas protegidas que se han creado últimamente en nuestro país.

En **términos socioeconómicos,** en el contexto definido por los objetivos de creación del área, un AMCP – MU permitiría usos en distintos niveles, desde los más “restrictivos” hasta los más “permisivos”. Esto implica que las actividades económicas que se desarrollen en su interior estarán supeditadas a niveles establecidos mediante criterios como la capacidad de carga y/o la compatibilidad de usos, entre otros. En este sentido, el AMCP-MU no pretende regular actividades como la pesca artesanal o el turismo, ya que están se rigen por sus propias regulaciones sectoriales, sino que más bien, busca gestionar de manera sustentable un territorio determinado para lograr objetivos de conservación y desarrollo sustentable, así como lograr que el beneficio de ese desarrollo llegue a las comunidades locales. Si para lograr estos objetivos se requiere excluir determinadas actividades, la propia figura de AMCP-MU debe definirlo.

Lo anterior es relevante ya que el AMCP-MU buscaría proteger a la zona de aquellas actividades industriales de alto impacto ambiental como la instalación de mega-puertas, la pesca de arrastre dentro de las 5 millas marinas y plantas termoeléctricas.

En conclusión, un AMCP-MU en la zona costera norte de la región de Coquimbo y la zona costera sur de Atacama, sería **el instrumento más adecuado para coordinar y articular a los actores locales y regionales en los objetivos de conservación y desarrollo sustentable**, integrando las actividades contenidas en los respectivos PLADECOs, PLADETUR, supervisando la microzonificación, desarrollando los planes de manejo de los instrumentos de conservación ya existentes, e impulsando nuevas medidas de conservación, todo articulado en una visión y un plan estratégico común.

Para impulsar este instrumento, es indispensable que exista un **procedimiento participativo** por parte de la comunidad, donde se pueda **nivelar el conocimiento** en cuanto a conservación marina y a la figura propuesta, logrando así una mayor posibilidad de contar con una comunidad informada que apoye la iniciativa, lo que posteriormente tendrá consecuencias positivas sobre la futura administración del área por parte de la comunidad.

7. REFERENCIAS

ABURTO J (2006) Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos: su efecto sobre los desembarques, ingresos y distribución de pescadores en la zona norte de la cuarta región. Tesis para optar al Grado de Magíster de Ciencias del Mar. *Universidad Católica del Norte*. 99 pp.

AINLEY DG (1980). Birds as marine organisms: a review. CalCOFI Rep, 21, 48-53

ALVERSON D & S HUGHES (1996) Bycatch: from emotion to effective natural resource management. Reviews in Fish Biology and Fisheries 6: 443-462

ARNTZ WE & E VALDIVIA (1985) Incidencia del fenómeno El Niño en el litoral peruano. En: "El Niño" Su impacto en la fauna marina. (Editores Arntz W.E., A. Landa y J. Tarazona). Boletín Instituto Mar del Perú. Callao, Perú. Volumen extraordinario: 91-101.

ARNTZ WE & E FAHRBACH (1991) El Niño — Klimaexperiment der Natur. Physikalische Ursachen und biologische Folgen. Basel: Birkhäuser Verlag.

ARNTZ WE, GALLARDO VA, GUTIÉRREZ D, ISLA E, LEVIN LA, MENDO J, NEIRA C, ROWE GT, TARAZONA J, & M WOLF (2006) El Niño and similar perturbation effects on the benthos of the Humboldt, California, and Benguela Current upwelling ecosystems. Advances in Geosciences 6, 243–265.

BOERSMA D, J OGDEN, G BRANCH, R BUSTAMANTE, C CAMPAGNA, G HARRIS & EK PIKITCH (2004) Lines on the Water: Ocean-Use Planning in Large Marine Ecosystems. In: Glover, L.K. & Earle, S.A. (eds.), Defying Ocean's End: An Agenda for Action. Island Press, Washington, USA. Pp, 125-138.

BONFIL, R. (1994). Overview of world elasmobranch fisheries (No. 341). Food & Agriculture Org.

BROADHUSRT MK (2000) Modifications to reduce bycatch in prawn trawls: a review and framework for development. Reviews in Fish Biology and Fisheries 10(1) 26-60

CAMUS PA (2001) Marine biogeography of continental Chile. Revista Chilena de Historia Natural 74, 587–617.

CAPELLA J, Y VILINA & J GIBBONS (1999) Observación de Cetáceos en Isla Chañaral y nuevos registros para el área de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, Norte de Chile. Estudios Oceanológicos 18: 57-64.

CAPUTI N, JS EDMONDS & DI HEALD (1979) Mercury content of shark from South-Western Australian waters. Mar. Pollut. Bull. 10, 337}340.

CASTELLOTE M, CW CLARK & MO LAMMERS (2012) Acoustic and behavioural changes by fin whales (*Balaenoptera physalus*) in response to shipping and airgun noise. Biological Conservation 147(1): 115-122

CASTILLA JC & RT PAINE (1987) Predation and community organization on eastern Pacific, temperate zone, rocky intertidal shores. Revista Chilena de Historia Natural 60, 131–151.

CEBRIAN E & MJ URIZ (2007) Contrasting effects of heavy metals and hydrocarbons on larval settlement and juvenile survival in sponges. Aquatic Toxicology 81(2): 137–143

CHÁVEZ & TIRADO (2008) "Informe Pesquero Artesanal SERNAPESCA Región de Coquimbo", Programa Pesca Artesanal, Coquimbo.

CROXALL JP, SHM BUTCHART, B LASCELLES, AJ STATTERSFIELD, B SULLIVAN, A SYMES & P TAYLOR (2012) Seabird conservation status, threats and priority actions: a global assessment. Bird Conservation International 22: 1-34.

CROWDER L & S MURAWSKI (1998) Fisheries bycatch: implications for management. Fisheries 23: 8-16 Davies RWD, SJ Cripps, A Nickson & G Porter (2009) Defining and estimating global marine fisheries bycatch. Marine Policy 33(4): 661-672

CUBILLOS GA (2000) Estudio a mesoescala de frentes costeros en la zona centro norte de Chile (30° - 26,2°S) y sus implicancias biológicas. Tesis Biólogo Marino, Fac. Ciencias del Mar. UCN, Coquimbo

CULIK BM & G LUNA-JORQUERA (1997) Satellite tracking of Humboldt penguins (*Spheniscus humboldti*) in northern Chile. Marine Biology 128:547-556.

CULIK BM, G LUNA-JORQUERA, H OYARZO & H CORREA (1998) Humboldt penguins monitored via VHF telemetry. Marine Ecology Progress Series 162:279-286.

CURRIE JJ, SH STACK, SK EASTERLY, GD KAUFMAN & E MARTINEZ (2015) Modeling whale-vessel encounters: the role of speed in mitigating collisions with humpback whales (*Megaptera novaeangliae*).

DAYTON PK (1975) Experimental studies of algal canopy interactions in a sea otter dominated kelp community at Amchitka Island, Alaska. United States National Marine Fisheries Service Fishery Bulletin 73:230-237.

ELLENBERG U, T MATTERN, PJ SEDDON & G LUNA-JORQUERA (2006) Physiological and reproductive consequences of human disturbance in Humboldt penguins: The need for species-specific visitor management. Biological Conservation 133: 95-106

ESCRIBANO R, FERNÁNDEZ M, & A ARANÍS (2003) Physical-chemical processes and patterns of diversity of the Chilean eastern boundary pelagic and benthic marine ecosystems: an overview. Gayana 67, 190–205.

FERTL D, A ACEVEDO-GUTIERREZ & FL DARBY (1996) A report of killer whales (*Orcinus orca*) feedin on a carcharhinid shark in Costa Rica. Marine Mammal Science 12: 606-611

FISHER CR, PY HSING, CL KAISER, DR YOERGER, HH ROBERTS, WW SHEDD, EE CORDES, TM SHANK, SP BERLET, MG SAUNDERS, EA LARCOM & JM BROOKS (2014) Footprint of Deepwater Horizon impact to deep-water coral communities. Proceedings of the National Academy of Sciences 111(32): 11744-11749

FONSECA T & M FARÍAS (1987) Estudio del proceso de surgencia en la costa Chilena utilizando percepción remota. Invest.Pesq. (Chile) 34:33-46.

GAYMER C (2008) Evaluación de línea base de las reservas marinas "Isla Chañaral" e "Isla Choros-Damas". Informe Final FIP Nº 2006-56, 532 pp.

HIDDINK JG, S JENNINGS, MJ KAISER, AM QUEIRÓS, DE DUPLISEA & GJ PIET (2006) Cumulative impacts of seabed trawl disturbance on benthic biomass, production, and species richness in different habitats. Canadian Journal of F isheries and Aquatic Sciences 63(4): 721-736

HORMAZÁBAL S, G SHAFFER & O LETH (2004) Coastal transition zone off Chile, J. Geosphys. Res., 109, 10.1029/2003JC00156.

HUETER RE, WG FONG, G HENDERSON, MF FRENCH & MANIRE CA (1995) Methylmercury concentration in shark muscle by species, size and distribution of sharks in Florida coastal waters. Water, Air, & Soil Pollution, Volume 80, Numbers 1-4, pp 893-899 1995.

IMBER MJ (1975) Behaviour of petrels in relation to the moon and artificial lights. Notornis 22: 302-306

IRIARTE JL & HE GONZÁLEZ (2004) Phytoplankton size structure during and after the 1997/1998 El Niño in a coastal upwelling area of the northern Humboldt Current System. Marine Ecology Progress Series 269, 83–90.

LAST, P.R., STEVENS, J.D., 2009. Sharks and Rays of Australia second edition CSIRO Publishing, Collingwood, Australia 644 pp.

LAW RJ, CR ALLCHIN, BR JONES, PD JEPSON, JR BAKER & CJH SPURRIER (1997) Metals and organochlorines in tissues of a Blainville's beaked whale (*Mesoplodon densirostris*) and killer whale (*Orcinus orca*) stranded in the United Kingdom. Mar. Pollut. Bull. 34, 208e212.

LE CORRE M, A OLLIVIER, S RIBES & P JOUVENTIN (2002) Light-induced mortality of petrels: a 4-year study from Réunion Island (Indian Ocean). Biological Conservation 105: 93-102.

LETH OK & G SHAFFER (2001) A numerical study of seasonal variability in the circulation off central Chile, J. Geophys. Res., 106, 22229-22248.

LUNA-JORQUERA G, A SIMEONE & R AGUILAR (2003) Ecofisiología de animales endotermos en un desierto cálido y un mar frío: El caso de las aves marinas de la corriente de Humboldt. En: Bozinovic F (ed). Fisiología Ecológica y Evolutiva: Teoría y casos de estudios en animales. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. Pp.297-316.

LUNA-JORQUERA, G., FERNÁNDEZ, C. E., & RIVADENEIRA, M. M. (2012). Determinants of the diversity of plants, birds and mammals of coastal islands of the Humboldt current systems: implications for conservation. *Biodiversity and conservation*, *21*(1), 13-32.

MARÍN VH, DELGADO L & G LUNA-JORQUERA (2003) S-chlorophyll squirts at 30° S off the Chilean coast (Eastern South Pacific): feature-tracking analysis. Jour. Geophysical Res.108(C12)3378

MÉNDEZ JP, CAG RAMÍREZ, ADR GUTIÉRREZ & FP GARCÍA FP (2009). Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, *10*(1), 29-44.

MELCÓN ML, AJ CUMMINS, SM KEROSKY, LK ROCHE, SM WIGGINS & JA HILDEBRAND (2012) Blue whales respond to anthropogenic noise. PLoS One 7(2) 32681

MONTOYA M (2002) Análisis de las Inversiones Realizadas en el Sector Pesquero Artesanal entre 1992 Y 1999, Subsecretaría de Pesca, Chile.

MORAGA J, A VALLE-LEVINSON & JL BLANCO (1994) Hidrografía y dinámica de la capa superior del océano en la zona costera del Pacífico Suroriental (30°S). Invest. Pesq. (Chile) 38:55-73

MORALES CE, JL BLANCO, M BRAUN, H REYE & N SILVA (1996) Chlorophyll-a distribution and associated oceanographic conditions in the upwelling region off northern Chile during the winter and spring 1993. Deep-Sea Research I 43, 267–289.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION, CORAL REEF CONSERVATION PROGRAM (2010) NOAA Strategic Plan for Deep-Sea Coral and Sponge Ecosystems: Research, Management, and International Cooperation. Silver Spring, MD: NOAA Coral Reef Conservation Program. NOAA Technical Memorandum CRCP 11. 67 pp

OJEDA P, F LABRA & A MUÑOZ (2000) Biogeographic patterns of Chilean littoral fishes. Revista Chilena de Historia Natural 73, 625-641.

PARRISH JD, DP BRAUN DP, & UNNASCH RS (2003) Are we conserving what we say we are? Measuring ecological integrity within protected areas. BioScience, 53(9), 851-860.

PASKOFF R (1993) Geomorfología de Chile Semiárido. Ediciones Universidad de La Serena.

PAULY D & V CHRISTENSEN (1995) Primary production required to sustain global fisheries. Nature (374): 255-257

PAYNE R & D WEBB (1971) Orientation by means of long range acoustic signaling in baleen whales. Annals of the New York Academy of Sciences 188(1): 110-141

PENEDO DE PINHO A, JRD GUIMARÃES, AS MARTINS, PAS COSTA, G OLAVO, A & J VALENTIN (2002) Total mercury in muscle tissue of five shark species from brazilian offshore waters: effects of feeding habit, sex, and length, Environmental Research Section A 89, 250-258

PEÑALVER EA (2005) Dinámica de la capa superior de la zona costera frente a Coquimbo y su relación con la distribución de nutrientes y clorofila. Tesis Magíster Ciencias del Mar, Fac. Ciencias del Mar, UCN, Coquimbo. 136 pp.

PÉREZ MJ & R MORAGA (2005) Cetáceos en las Aguas adyacentes a la reserva nacional pingüino de Humboldt, periodo 2003-2005. Informe de Avance presentado a CONAF IV región. 7 pp. En literis.

PIZARRO O (1999) Low frequency fluctuations in the eastern boundary current off South America: remote and local forcing, Ph.D. Thesis, University of Gothenburg, Sweden.

PUIG P, M CANALS, JB COMPANY, J MARTIN, D AMBLAS, G LASTRAS, A PALANQUES & AM CALAFAT (2012) Ploughing the deep sea floor. Nature 489 (7415) 286-289

QUINTANILLA, V. 1982. Biogeografía de Chile. Geografía de Chile. Tomo III. Instituto Geográfico Militar. Santiago. 230 pp.

RENDELL L, H WHITEHEAD & R ESCRIBANO (2004) Sperm whale habitat use and foraging success off Northern Chile: evidence of ecological links between coastal and pelagic systems. Marine Ecology Progress Series. 275: 289-295.

RODRÍGUEZ L, R ESCRIBANO, G GRONE, C IRRIBARREN & H CASTRO (1996) Ecología del fitoplancton en la Bahía de Antofagasta (23°S), Chile. Revista de Biología Marina, Valparaíso (Chile) 31, 65–80.

RODRÍGUEZ A, B RODRÍGUEZ & JJ NEGRO (2015) GPS tracking for mapping seabird mortality induced by light pollution. Scientific Reports 5: 10670

RODRIGUEZ A, J MOFFETT, A REVOLTÓS, P WASIAK, RR MCINTOSH, DR SUTHERLAND, L RENWICK, P DANN & A CHIARAIDA (2017) Light pollution and seabird fledgings: targeting efforts in rescue programs. The Journal of Wildlife Management 81:734-741

ROJAS R & N SILVA (1996) Atlas oceanografico de Chile (18 21'S–50 00'S). Volumen I, 1-234

RUTLLANT, J. O. S. É., & MONTECINO, V. I. V. I. A. N. (2002). Multiscale upwelling forcing cycles and biological response off north-central Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, *75*(217), e231.

SANTELICES B (1980) Phytogeographic characterization of the temperate coast of Pacific South America. Phycologia 19, 1–12.

SANTELICES B, JC CASTILLA, J CANCINO & P Schmiede (1980) Comparative ecology of *Lessonia nigrescens* and *Durvillaea antarctica* (Phaeophyta) in central Chile. Marine Biology 59, 119–132.

SIMEONE A, G LUNA-JORQUERA, M BERNAL, S GARTHE, F SEPÚLVEDA, R VILLABLANCA, U ELLENBERG, M CONTRERAS, J MUÑOZ & T PONCE (2003) Breeding distribution and abundance of seabirds on islands off north-central Chile. Revista Chilena de Historia Natural 76: 323-333.

SOTO MV, M MAERKER M, G RODOLFI, SA SEPULVEDA & M CABELLO (2014). Assessment of geomorphic processes affecting the paleo-landscape of Tongoy Bay, Coquimbo Region, central Chile. Geografía Fisica e Dinámica Quaternaria, 37, 51-66

SOUSA-LIMA RS & CW CLARK (2008) Modeling the effect of boat traffic on the fluctuation of humpback whale singing activity in the Abrolhos National Marine Park, Brazil. Canadian Acoustics 36(1): 174-181

SQUEO FA, L LETELIER, CF GAYMER, A STOLL, C SMITH et al. (2010) Estudio de Análisis de Omisiones y Vacíos de Representatividad en los Esfuerzos de Conservación de la Biodiversidad en Chile (GAP-Chile 2009). Instituto de Ecología y Biodiversidad, Santiago, Chile. Informe Final Proyecto 1588-76-LE09. 266 pp.

STORELLI MM, R GIACOMINELLI-STUFFLER & G MARCOTRIGIANO (2002) Mercury Accumulation and Speciation in Muscle Tissue of Different Species of Sharks from Mediterranean Sea, Italy. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 68:201–210

STOTZ W (1997) Las áreas de manejo en la ley de pesca y acuicultura: primeras experiencias y evaluación de la utilidad de esta herramienta para el recurso loco. Estudios Oceanológicos. 16: 67-86.

STOTZ WB, SA GONZÁLEZ, L CAILLAUX & J ABURTO (2003) Quantitative evaluation of the diet and feeding behaviour of the carnivorous gastropod *Concholepas concholepas* (Bruguiere, 1789) (Muricidae) in subtidal habitats in the southeastern Pacific upwelling system. Journal of Shellfish Research 22(1): 147-164.

STOTZ W, J ABURTO & L CAILLAUX (2006) Actividad Pesquero Artesanal en el Sector Costero entre el límite norte de la Región de Coquimbo y Caleta Totoralillo Norte. 14pp.

THIEL M, EC MACAYA, E ACUÑA, WE ARNTZ, H BASTÍAS, K BROKORDT, PA CAMUS, JC CASTILLA, LR CASTRO, M CORTÉS, CP DUMONT, R ESCRIBANO, M FERNÁNDEZ, JA GAJARDO, CF GAYMER, I GÓMEZ, AE GONZÁLEZ, HE GONZÁLEZ, PA HAYE, J-E ILLANES, JL IRIARTE, DA LANCELLOTTI, G LUNA-JORQUERA, C LUXORO, PH MANRÍQUEZ, V MARÍN, P MUÑOZ, SA NAVARRETE, E PÉREZ, E POULIN, J SELLANES, H SEPÚLVEDA, W STOTZ, F TALA, A THOMAS, CA VARGAS, J VÁSQUEZ, JMA VEGA (2007) The Humboldt Current System of Northern and Central Chile: Oceanographic processes, ecological interactions and socioeconomic feedback. Oceanography and Marine Biology: An Annual Review 45: 150 pp.

TILLIN HM, JG HIDDINK, S JENNINGS & MJ KAISER (2006) Chronic bottom trawling alters the functional composition of benthic invertebrate communities on a sea-basin scale. Marine Ecology Progress Series 318: 31-45

TORO F, YA VILINA, JJ CAPELLA & J GIBBONS (2016) Novel coastal feeding area for Eastern South Pacific fin whales (*Balaenoptera physalus*) in mid-latitude Humboldt Current Waters off Chile. Aquatic Mammales 42(1): 47-55

VARAS K (2017) Levantar iniciativas de conservación marina en la región de Coquimbo y Organizar el 4° Congreso Internacional de Áreas Marinas Protegidas "Licitación Nº 612228-4-LE16 de la Subsecretaría del Medio Ambiente.

VILINA, Y. A., & GAZITUA, F. J. (1999). The birds of Sala y Gómez Island, Chile. *Waterbirds*, 459-462.

VISSER IN, D FERTL, J BERGHAN & R VAN MEURS (2000) Killer whale (*Orcinus orca*) predation on a shortfin mako shark (*Isurus oxyrinchus*), in New Zealand water. Aquatic Mammals. 26 (3): 229-231

VISSER I (2005) First Observations of Feeding on Thresher (*Alopias vulpinus*) and Hammerhead (*Sphyrna zygaena*) Sharks by Killer Whales (*Orcinus orca*), Which Specialise on Elasmobranchs as Prey. Aquatic Mammals 2005, 31(1), 83-88, DOI 10.1578/AM.31.1.2005.83

WALLACE RS, GRZYBOWSKI K, DIEBOLD E, MICHAELS MG, TEARE JA & MJ WILLIS (1999) Movements of Humboldt penguins from a breeding colony in Chile. Waterbirds 22(3):441-444.

WALLACE, R. S., & ARAYA, B. (2015). Humboldt penguin *Speniscus humboldti* population in Chile: counts of moulting birds, February 1999–2008. *Marine Ornithology*, *43*, 107-112.

WALKER TI (1976) Effects of species, sex, length and locality on the mercury content of school shark *Mustelus antarticus* (Guenther) from south-eastern Australian waters. Aust. J. Mar. Freshw. Res. 27, 603-616.

WATLING L & EN NORSE (1998) Disturbance of the seabed by mobile fishing gear: a comparison to forest clearcutting. Conservation Biology 12: 1180-1197

WEILGART LS (2007) A brief review of known effects of noise on marine mammals. International Journal of Comparative Psychology 20: 159-168

ZILLERUELO L, D PÁRRAGA & C BRAVO (2015) Informe Final IFOP. Convenio desempeño 2014, Programa de seguimiento de pesquerías de crustáceos demersales 2014: Crustáceos demersales 2014. Instituto de Fomento Pesquero

Informes de Proyectos

Gaymer C, Dumont C, Garay-Flühmann R, Sfeir R, Pérez E, Luna G. Stotz W, Vásquez J, Moraga J, Berríos M, Rojas U, Aburto J, Peñalver E & P Robert. 2007. Diagnóstico Implementación Reserva Marina I. Choros la Higuera. Informe de Avance – Etapa I: Diagnósitco situación sector de Punta Choros. Proyecto FNDR Código BIP 30006824-0.

Acuña E, Alarcón R, Arancibia H, Cortés A, Cid L, Cubillos L & R León. 2008. “Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2007”. Informe Final. Proyecto FIP Nº 2007-19, 418 pp.

Acuña E, Alarcón R, Arancibia H, Cortés A, Cid L, Cubillos L & R León. 2009. “Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2008”. Informes Técnicos FIP. FIP/IT Nº 2008-16, 420 pp.

Chávez y Tirado (2008) “Informe Pesquero Artesanal SERNAPESCA Región de Coquimbo”, Programa Pesca Artesanal, Coquimbo.

González, J., C. Tapia, A. Wilson, W. Stotz, J. M. Orensanz, A. M. Parma, J. Valero, M. Catrilao, and J. Garrido (2005) Bases biológicas para la evaluación y manejo de metapoblaciones de loco en las III y IV Regiones. IFOP (Chile). IFOP, Valparaíso. Informe Final Corregido, Proyecto FIP 2002-16.

Reyes RH, Letelier PJ, Pizarro RM, Braun AM, Valenzuela CV, Catasti BV, Saavedra NJ, Castillo PJ & F Espíndola. 2008. Monitoreo de condiciones bio-oceanográficas entre la I y IV Regiones, año 2007. Informe Final FIP Nº 2007-11, 408 pp.

Castillo J, Saavedra A, Hernández C, Reyes RH, Pizarro RM, Letelier PJ, Hernández S, C. Cerna T., F., López A.,A., Mujica R., A., Uribe T., E., Nava S., M.L. 2008. Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta en la III y IV Regiones, año 2008. Informe Final FIP Corregido Nº 2007-03, 378 pp.

Gaymer C. 2008. Evaluación de línea base de las reservas marinas "Isla Chañaral" e "Isla Choros-Damas". Informe Final FIP Nº 2006-56, 532 pp.

Acuña E, Villarroel JC, Araya M, Hernández S, Andrade M, Cortés A & J Peñailillo. 2007. Estudio biológico-pesquero de los recursos cabinza, machuelo, sierra y blanquillo en la III y IV Regiones. Informe Final Corregido FIP Nº 2006-53, 247 pp.

Comisión Regional de Uso del Borde Costero Región de Atacama “Zonificación de los Usos del Borde Costero Región de Atacama, Memoria Explicativa”. Gobierno Regional de Atacama, División de Planificación y Desarrollo

Comisión Regional de Uso del Borde Costero Región de Coquimbo “Zonificación de los Usos del Borde Costero Región de Coquimbo, Memoria Explicativa”. Gobierno Regional de Coquimbo, División de Planificación y Desarrollo, Septiembre 2005.

Ilustre Municipalidad de la Higuera “Actualización Plan de Desarrollo Comunal La Higuera 2009-2013”, Consultor Nahur Meléndez Castillo, La Higuera, Chile.

Ilustre Municipalidad de la Higuera “Estudio Básico Diagnóstico y Plan de Desarrollo Turístico,Comuna de la Higuera”, Informe Final, 2007.

Acuña E, Villarroel JC, Cortés A, Alarcón A, Cid L, Arancibia H, León R, Cubillos L, Bahamonde R, Canales C, Montenegro C, Leiva B & F Contreras. 2007. Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2006. Informe Final Proyecto FIP Nº 2006-11, 275 pp.

Castillo P, Saavedra G, Leiva DF, Reyes RH, Pizarro RM, Hernández SC, Cerna TF, López AA, Herrera L & G Claramount 2008. Evaluación hidroacústica del recurso anchoveta en la III y IV Regiones. Informe Final FIP Nº 2005-26, 370 pp.

Araya M, Cubillos L & J Peñailillo. 2005.Validación de la edad de la anchoveta en la costa de Chile. Informe Final Corregido 2ª Versión FIP Nº 2004-38, 138 pp.

Castillo PJ., Blanco G. , J. L., Braun, M., Reyes R., H. Robotham V., H. 1994. Evaluación directa del stock de sardina española, anchoveta y jurel (I a IV regiones). 1993. Informe Final FIP Nº 1993-01, 256 pp.

OCEANA, 2016. Informe final Propuesta para la eliminación progresiva de la Pesca de Arrastre en Chile.

López Chávez, Herman (2005) Estado de Situación del Sector Pesquero Artesanal Región de Atacama 2005. Programa Pesca Artesanal Sernapesca, III Región.

CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Norte en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales recibidos a través del memo interno recibido el 09 de julio del 2024, cuyo nombre de archivo es el siguiente:

” propuesta AMCP MU La Higuera.mp4”

“VIDEO RESERVAS REGION COQUIMBO IMPAC.mp4”



Nombre	Fecha	Tipo	Tamaño	Duración
propuesta AMCP MU La Higuera.mp4	16-08-2024 17:58	Archivo MP4	102.879 KB	00:02:14
VIDEO RESERVAS REGION COQUIMBO IMPAC.mp4	05-09-2017 16:34	Archivo MP4	52.192 KB	00:02:15

Informe sobre la relevancia ecológica y pesquera del Archipiélago de Humboldt: una zona de biodiversidad de importancia mundial

Antecedentes oceanográficos de relevancia

El sector costero entre Caleta Hornos (por el sur) y Caleta Chañaral de Aceituno (por el norte), es de los más productivos de las regiones de Atacama y Coquimbo debido al foco de surgencia en el sector que lleva a la superficie del mar aguas profundas frías y ricas en nutrientes (Figueroa & Moffat 2000; **Figs. 1 y 2**). Los cambios de orientación de la costa, así como su topografía (salientes de costa con varias islas y bahías asociadas) y los vientos predominantes, son determinantes de esta productividad. Estudios directos de transporte y experimentos de simulación numérica, cuando son realizados en todas las estaciones del año, muestran que existe una conectividad desde y hacia Punta Choros con las bahías del sur (Hornos y Chungungo), de la misma manera que observación directa de deriva de boyas muestra un transporte hacia el norte desde el sur de la comuna de La Higuera debido a los vientos predominantes del sur. La circulación de corrientes predominantes tendría como consecuencia la llegada de masas de agua con gran cantidad de larvas del sur, las cuales además son retenidas en estas zonas a través de procesos locales, donde los sistemas de islas son fundamentales (Gaymer et al. 2007)

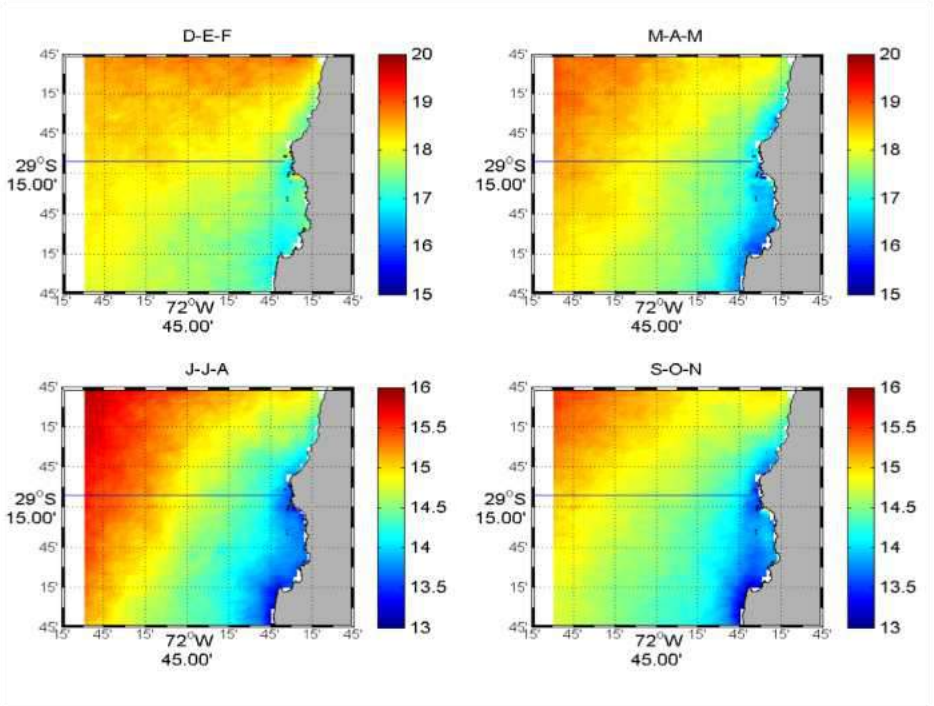


***Figura 1**. Temperatura superficial del mar extraída de imágenes satelitales. Las bajas temperaturas (azul) indican las principales zonas de surgencia del sistema costero de Coquimbo-Atacama.*

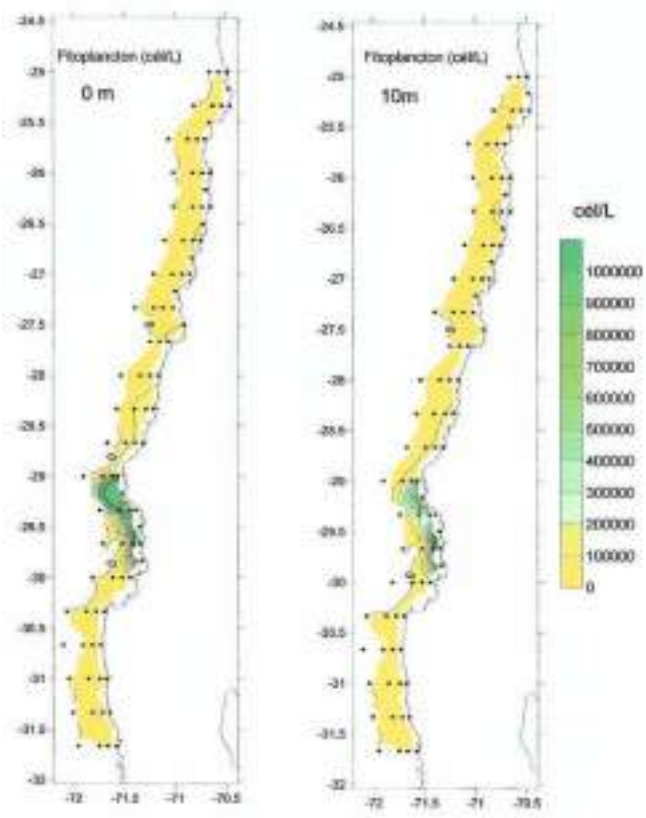


***Figura 2**. Productividad primaria medida como abundancia de fitoplancton (cel/L) en el centro- norte de Chile. La zona de mayor productividad (verde) corresponde al Archipiélago de Humboldt.*

Antecedentes pesqueros

Las condiciones oceanográficas del área y su alta productividad (**Figs. 1 y 2**) se traducen en grandes reclutamientos de varios organismos de la trama trófica, incluyendo locos y otros recursos pesqueros como lapas, crustáceos y peces (**Fig. 3**).

En esta zona se produce el 80% del total de la producción de loco y lapa de la región de Coquimbo, además de numerosas otras especies de mariscos y pescados. Las áreas de manejo del Archipiélago de Humboldt son las más productivas (e.g. locos por hectárea) de las regiones de Coquimbo y Atacama, destacando las de Totoralillo y Chungungo (**Fig. 4**, Thiel et al. 2007).

Alrededor de un 70% de la costa de la comuna de La Higuera está bajo el régimen de área de manejo, siendo esta la principal actividad económica de las comunidades costeras.

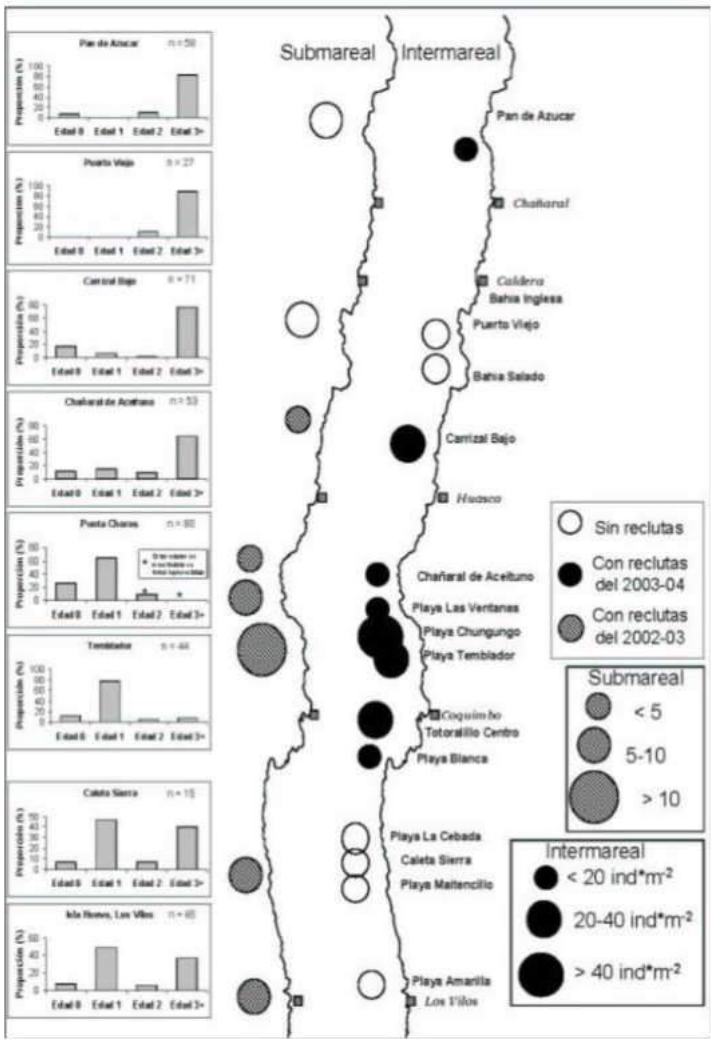


***Figura 3**. Reclutamiento de locos en el intermareal y submareal de las regiones de Atacama y Coquimbo. Los valores máximos de las dos regiones se observan frente a las playas de Chungungo y Temblador (González et al. 2005).*

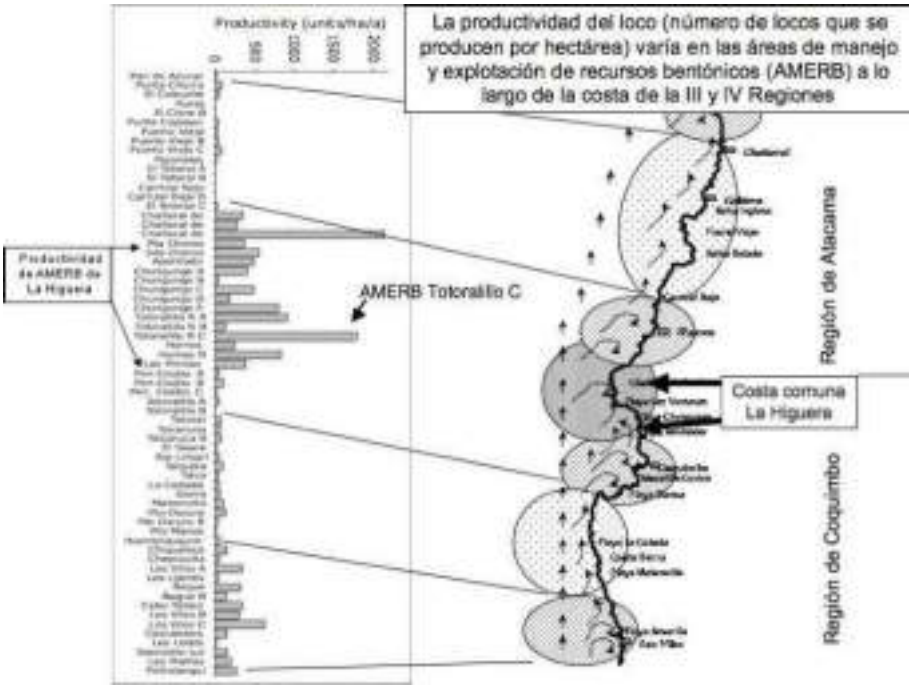


***Figura 4**. Productividad (locos/ha/a) de las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos (AMERBs) de las regiones de Atacama y Coquimbo.*

En esta zona se concentran las larvas de langostino amarillo que sostienen las pesquerías más importantes de esta especie en Chile (**Fig. 5**).

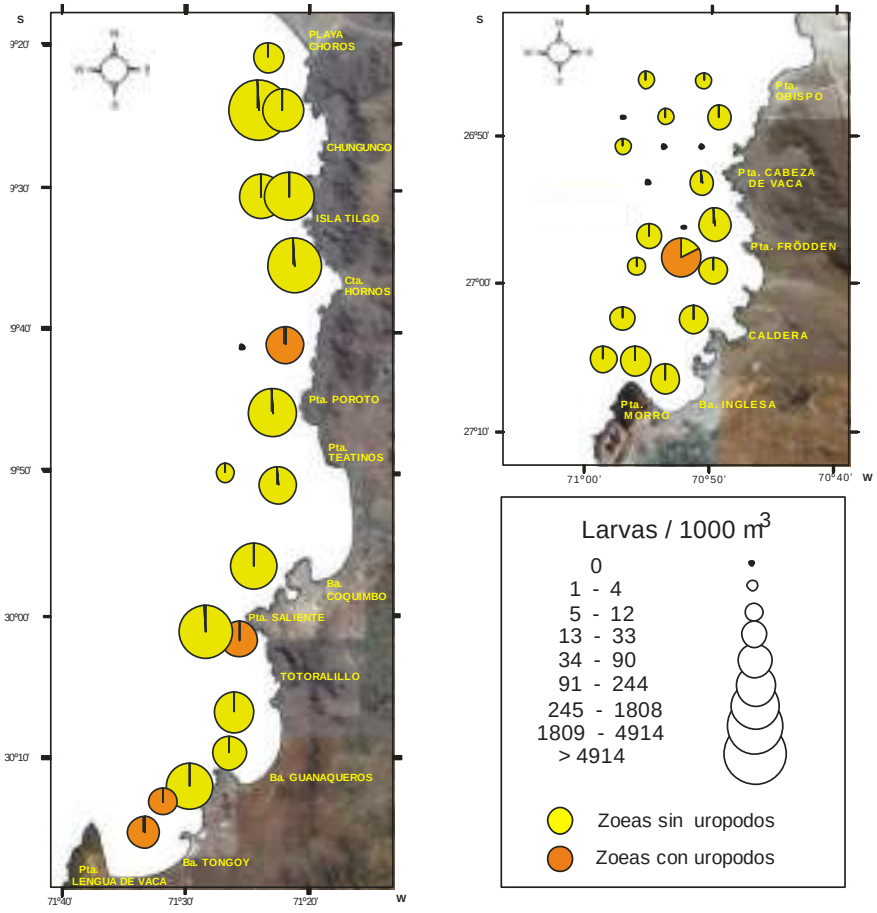


***Figura 5**. Distribución y abundancia de larvas de langostino amarillo en el sistema costero de Coquimbo (izquierda) (Mujica y Nava 2009, Mujica et al. 2011).*

Antecedentes sobre biodiversidad y conservación

En el sector se encuentran las Reservas Marinas Islas Choros-Damas e Isla Chañaral, y la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt (Cárcamo & Gaymer 2013). Las 2 primeras representan un 40% de las áreas marinas protegidas del centro y norte de Chile y por lo tanto, son fundamentales para el objetivo de protección del 10% de los ecosistemas marinos acordado por el gobierno chileno en el marco del convenio de biodiversidad (CBD) (Thiel et al. 2007).

El Archipiélago de Humboldt alberga el 80% de la población mundial de Pingüino de Humboldt (Luna-Jorquera et al. 2000). Esta especie está en categoría vulnerable en la lista de la UICN y está protegida por la legislación chilena. En la Isla Choros la población reproductiva de Yuncos ha aumentado en forma sostenida entre 1980 y 2014, hasta llegar en la actualidad a ca.11900 parejas reproductivas, que equivale al 95% del total para Chile (Fernández et al. 2020). Otras especies de aves marinas también han aumentando en Isla Choros y hoy vemos un aumento en el número de parejas de tres especies cormoranes, de piqueros y gaviotín monja. Así, la protección de la que ha gozado la isla, ha permitido un incremento en los tamaños poblaciones de varias especies de aves marinas endémicas del Sistema de la Corriente de Humboldt (Sepúlveda et al. 2020).

Esta zona es el hábitat de numerosas especies emblemáticas y amenazadas como la ballena azul, la ballena fin, la ballena jorobada, el calderón gris o delfín gris, el delfín nariz de botella, el chungungo o nutria de mar (en peligro, IUCN 2016), el yunco o petrel buceador (en peligro, IUCN 2016), el piquero y los cormoranes guanay y lile (Gaymer et al. 2007, 2008, Toro et al. 2010, Galletti-Vernazzani et al. 2017). La razón es que Archipiélago de Humboldt es la zona de alimentación de aves y mamíferos marinos. De hecho, la única colonia residente de delfín nariz de botella de Chile habita este sector costero.

La ballena fin utiliza gran parte del Archipiélago de Humboldt y de las Reservas Marinas Islas Choros-Damas e Isla Chañaral (**Fig. 6**, Sepúlveda 2017). Las ballenas azules y fin se alimentan en la zona. Particularmente, la ballena fin se alimenta en el sector costero (**Fig. 7**, Sepúlveda 2017) sobre krill *Euphausia mucronata*. Esta zona es el sitio de alimentación, residencia y paso de 14 especies de cetáceos, muchas de ellas en peligro (Thiel et al. 2007, IUCN 2016).

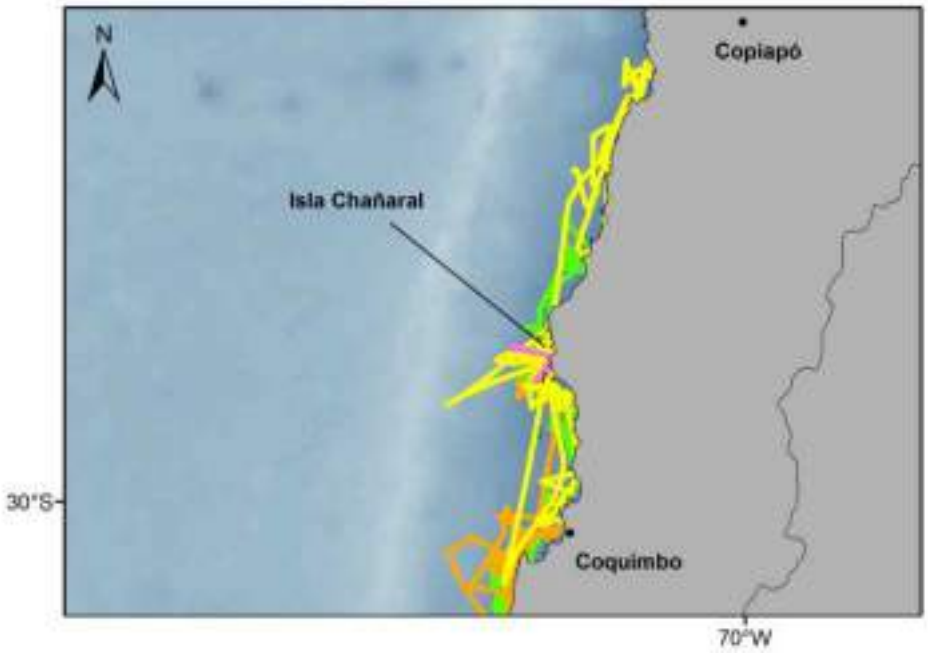


***Figura 6**. Detalle de los movimientos costeros de algunas de las ballenas fin marcadas satelitalmente en las cercanías de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros-Damas. Cada color indica un animal diferente (Sepulveda 2017).*

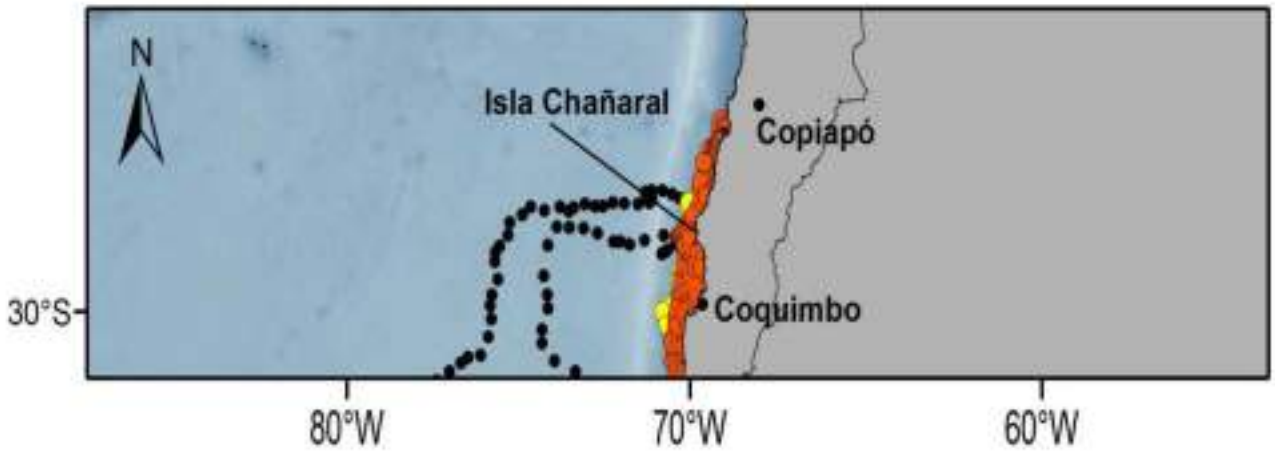


***Figura 7**. Tipos de conductas realizadas ballenas fin durante seguimiento satelital de sus movimientos. Los puntos rojos corresponden a la conducta de alimentación, mientras que los negros corresponden a desplazamiento y finalmente los amarillos a comportamientos inciertos.*

El pingüino de Humboldt, el Yunco y el piquero se alimentan principalmente en el sector costero de La Higuera (frente a la zona de emplazamiento del puerto de Dominga (**Fig. 8**), donde se concentran sus alimentos principales, las anchovetas y el krill (Weichler et al. 2004, Quispe et al. 2020). De hecho, esta zona concentra las más altas abundancias de Krill y Anchovetas de todo el centro-norte de Chile (**Fig. 9**; Leiva et al. 2014, 2015, Mujica et al. 2016).

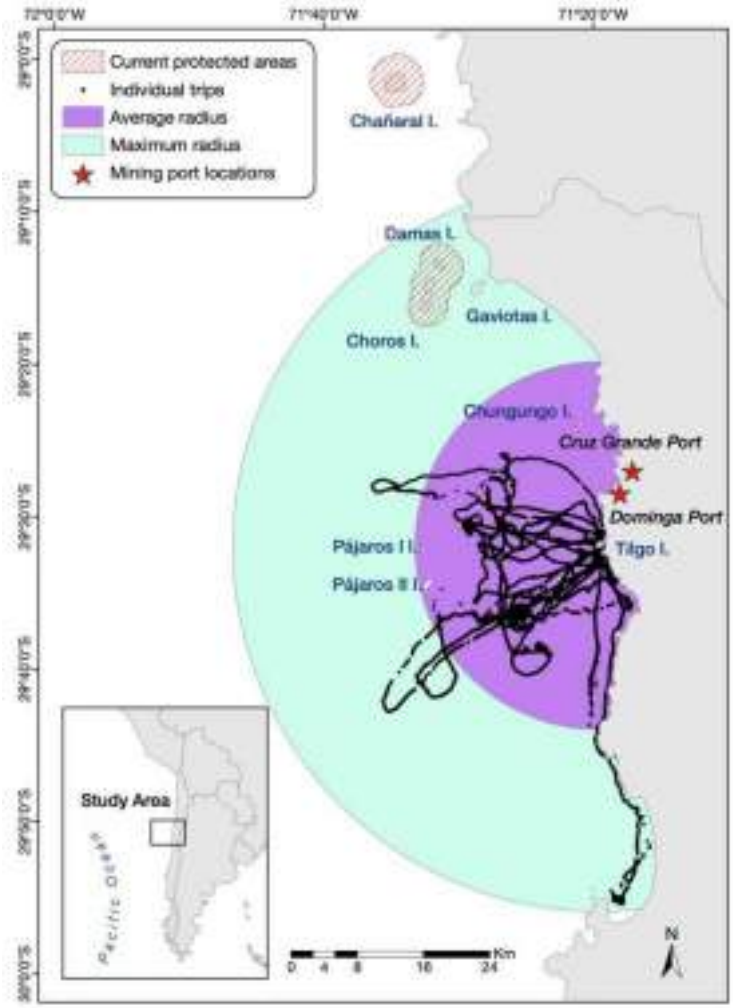


***Figura 8**. Viajes individuales de alimentación de pingüinos de Humboldt con nidos activos y polluelos en la colonia de la isla Tilgo en la primavera de 2018. Los nombres en azul indican las islas del archipiélago de Humboldt. Las estrellas rojas muestran las ubicaciones previstas para la construcción de dos puertos mineros. Las áreas con rayas rojas muestran las áreas protegidas actuales. El círculo violeta representa el radio de alimentación promedio en el mar basado en 11 pingüinos en periodo de reproducción. El*

círculo verde es el radio de la distancia máxima de alimentación observada. Las líneas punteadas representan viajes individuales (Quispe et al. 2020).

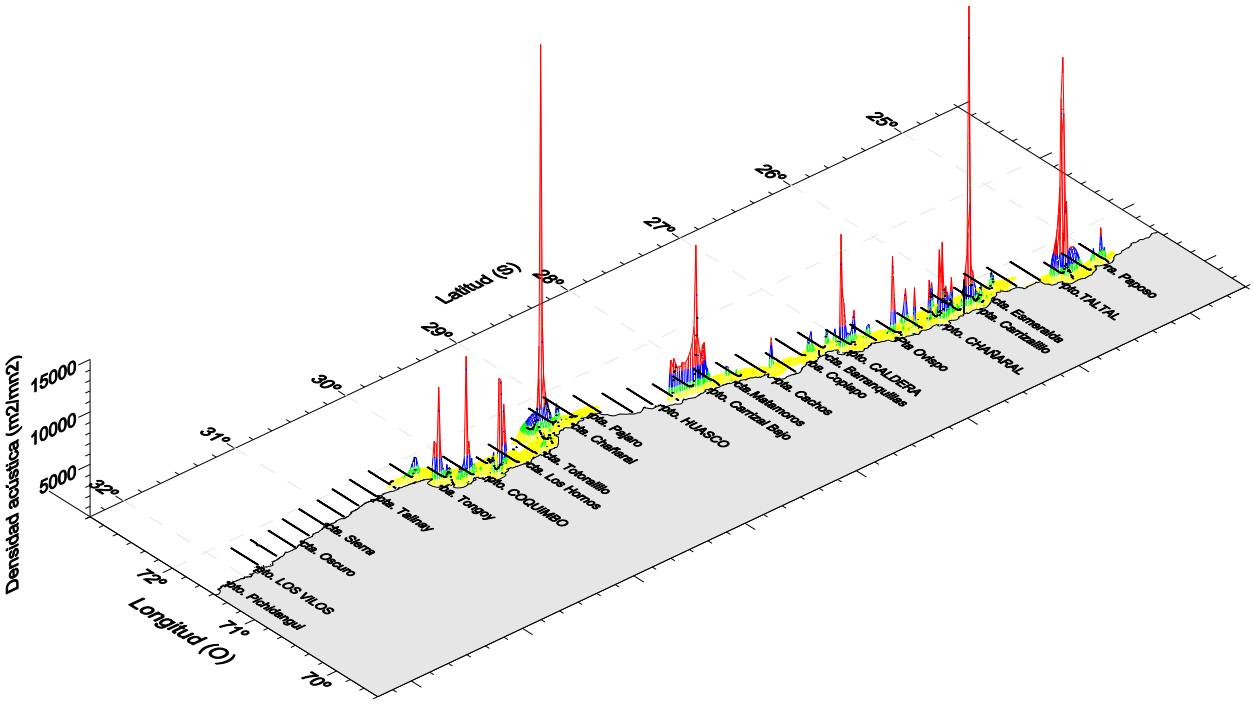


***Figura 9**. Abundancia de Anchoveta en todo el centro-norte de Chile.*

El área terrestre donde se emplazaría Dominga es un *hotspot* de biodiversidad de importancia mundial, con un total de 207 especies vegetales, de las cuales 134 (64,73%) son endémicas de Chile (Squeo et al. 2001) e incluso del sector costero de La Higuera. Varias de estas especies presentan una distribución exclusiva del borde costero de Las tacas a Cruz Grande, como es el caso del Lucumillo (En peligro), el Lirio del campo y el Chagual chico crecen en el borde costero desde Punta Teatinos a Cruz Grande (Vulnerables). Según el estado de conservación de las plantas que crecen en el área estudiada, se ha registrado 2 especies en estado de conservación en Peligro (EP), 23 especies en estado de conservación Vulnerables (VU) y 2 especies casi amenazadas (NT). Recientemente en el sector se encontró una nueva planta, Celestina, sobre la que no hay mayores estudios sobre ellas. Además, varias especies vegetales, como el Guayacán (VU), presentan su límite norte de distribución en este sector.

En el Desierto Costero de Los Choros (DCLCH) existe una conjunción de especies de animales de alto valor biológico y para la conservación, que no están convenientemente representadas en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado. El DCLCH es uno de los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad de la

Región de Coquimbo (Zuleta et al. 2010). Existen especies emblemáticas como el Guanaco y el Loro Tricahue, así como también un marsupial (*T. elegans*), tres especies de roedores y una nueva especie de micro-mamífero del género *Eligmodontia*. Otros mamíferos emblemáticos son los cururos, los zorros Chilla y Culpeo, el Quique y el Puma. Los reptiles del sector son los que presentan la mayor cantidad de especies con problemas de conservación, destacando el lagarto de Silva, dos especies de culebras y los gekos (Zuleta et al. 2010). La mayoría de la biota terrestre se encuentra vulnerable o en peligro de extinción, muy vulnerables a diferentes tipos de amenaza antrópica. Numerosos artrópodos caracterizan el DCLCH, como el escarabajo pelotero, 4 especies de arácnidos, incluyendo una nueva especie de escorpión que presenta una restringida distribución asociada a la vegetación del sector. Además existen otras tres especies de escorpiones, solífugos y numerosos coleópteros y avispas (Zuleta et al. 2010).

Las 8 islas del Archipiélago de Humboldt contienen 68 especies de plantas, 40 especies de aves terrestres, 6 especies de aves marinas nidificantes y 4 especies de mamíferos terrestres nativos de Chile. En ellas se encuentran las colonias de aves más importantes del centro y norte de Chile (Fernández 2010, Luna-Jorquera et al. 2012). El Islote Chungungo es el único sitio del mundo conocido de nidificación del petrel golondrina de mar chica.

En el sector frente al emplazamiento proyectado de Dominga existe fauna marina asociada al fondo del mar poco profundo (bentos somero) única y de gran fragilidad. Entre otros, bosques de gorgónidos y esponjas (Gaymer et al. 2008), corales negros (Gorny 2018) e incluso una pradera de pasto marino (Gaymer et al. 2008).

Esta zona alberga uno de los hitos biogeográficos más importantes de la costa del Pacifico Sur-Este. Estudios recientes demuestran que la zona entre Caleta Los Hornos y Chañaral de Aceituno representa una zona única de contacto de diferentes biotas del norte y del sur, con densidad de especies y diversidad genética que no se encuentra en otras partes de Chile. En esta zona cohabitan especies de las provincias biogeográficas del norte y del sur. Por ejemplo, el huiro negro del sur, *Lessonia spicata*, que ocupa toda la costa del sur de Chile, cohabita en esta misma zona con el huiro negro del norte, *L. berteroana*, que monopoliza las costas de todo el norte de Chile hasta el norte del Perú (**Fig. 10**). Diversas algas muestran una diversidad genética única en la zona entre Caleta Los Hornos y Chañaral de Aceituno (Montecinos et al. 2012, Lopez et al. 2017).

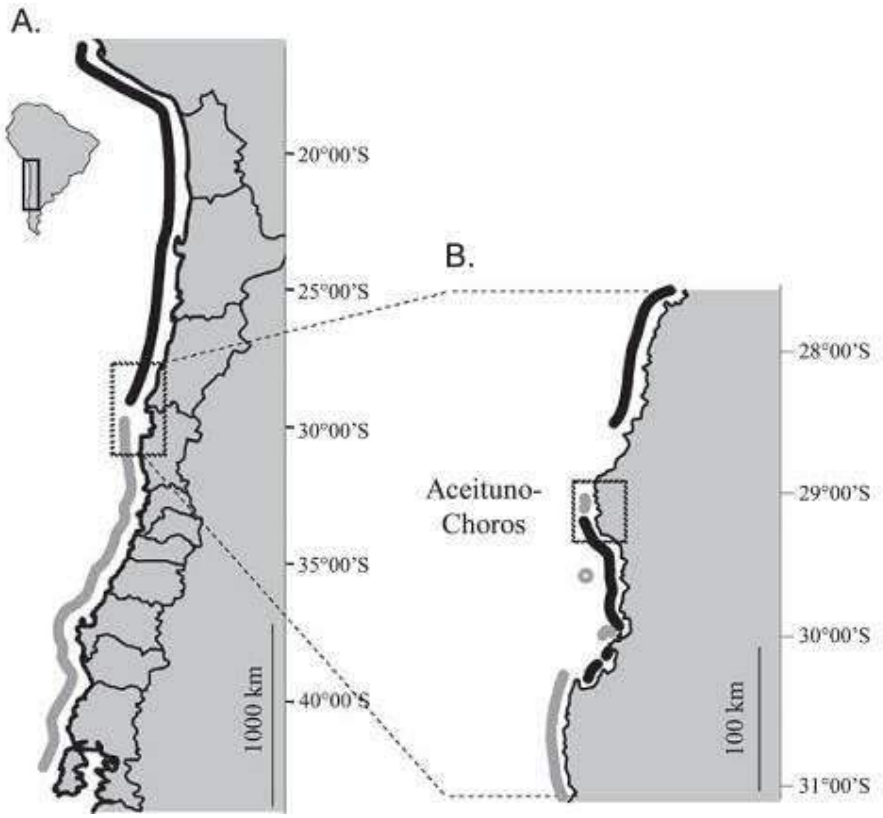


Figura 10: Rango de distribución del huiro negro del sur *Lessonia spicata* (línea gris) y del huiro negro del norte *L. berteroana* (línea negra) y zona de contacto entre Coquimbo y Chañaral de Aceituno (tomado de Tellier et al. 2011).

Dada la importancia de la biodiversidad del sector, el año 2004 una Subcomisión de Área Marina Costera Protegida de la región, con participación de todos los servicios públicos competentes y las universidades y centros de investigación regionales, empezó a trabajar para la protección del sector costero de La Higuera. El año 2009 el sector costero de la comuna de La Higuera y Freirina fue solicitado a la CONAMA como sitio prioritario por SERNAPESCA y CONAF de la Región de Coquimbo, para ser incorporado a la estrategia regional y nacional de biodiversidad. El año 2010 el sector costero de la comuna de La Higuera y Freirina fue propuesto a la CONAMA como área marina costera protegida por OCEANA (**Fig. 11**).

Esta zona es la principal área de alto valor para la conservación de toda la Ecorregión marina de Chile Central (desde Antofagasta hasta el sur de la región de Valparaíso) (Squeo et al. 2015) y, por lo tanto, es fundamental para los compromisos de protección marina de Chile en el marco de la Meta Aichi 11 de la CBD. Del 10% comprometido para la Ecorregión, solo un 0.017% del mar está protegido (Squeo et al. 2012).





***Figura 11**. Sitio prioritario "Borde costero y archipiélago de islotes costeros de la zona norte de la Región de Coquimbo" solicitado por SERNAPESCA y CONAF en 2009 (izquierda). Sector costero de las comunas de La Higuera y Freirina fue propuesto a la CONAMA como área marina costera protegida por OCEANA en 2010 (derecha).*

Antecedentes Paleontológicos y arqueológicos

La zona costera de la región de Coquimbo alberga una rica diversidad paleontológica marina. El paisaje costero se caracteriza por la presencia de terrazas marinas que han sido asignadas a diferentes fases interglaciares Cuaternarias, las que descansan sobre estratos del Neógeno correspondientes a la formación Coquimbo. Esta formación se expone en diversas quebradas que atraviesan las terrazas costeras de la región y tendría una edad Mio-Pliocénica de entre 14-2 millones de años.

Los estudios de fauna paleontológica asociada a la formación Coquimbo y terrazas Cuaternarias han estado principalmente orientados a describir la malacofauna (moluscos). Comparativamente, la fauna de vertebrados marinos fósiles ha sido mucho menos estudiada. Recientes análisis dan cuenta de un gran cambio faunístico marino asociado a la transición paleoambiental Neógeno-Pleistoceno en el Pacífico de Sudamérica, marcado por una drástica extinción de invertebrados y vertebrados marinos y la subsecuente aparición de formas modernas (Rivadeneira & Marquet 2007, Villafaña & Rivadeneira 2014). El registro fósil marino de la región de Coquimbo permite acceder a una ventana de tiempo de los últimos 14 millones de años, lo que permite comprender en detalle como las biotas respondieron a las transformaciones paleoclimáticas y paleogeográficas.

Aunque la mayor parte de la investigación paleontológica se ha concentrado en quebradas cercanas a la conurbación La Serena-Coquimbo, prospecciones preliminares en la Quebrada Los Choros indican la presencia de restos paleontológicos de alto interés patrimonial (e.g. vertebrados superiores) en varios sectores, lo que se suma a los estudios realizados en la zona de cercana de Chañaral de Aceituno que revelan la

presencia de invertebrados y vertebrados marinos asociados a Formación Coquimbo y terrazas Cuaternarias.

El proyecto Dominga se emplaza en áreas de alto valor paleontológico, de acuerdo a mapas generados por el Consejo de Monumentos Nacionales (**Fig. 12**). De hecho, prospecciones superficiales (no extractivas) confirman la presencia de material fosilífero en las diferentes zonas a ser impactadas por el proyecto (Estudio de Línea Base Cap. 6.2; Mourgues 2012).



***Figura 12**. Mapa de potencial paleontológico para la zona donde se emplaza el proyecto Dominga (puntos representativos en verde). En rojo zonas de potencial alto (fosilífera, i.e. con presencia de fósiles). En amarillo zonas de potencial medio (susceptible, i.e. con posible presencial de fósiles). Zonas de potencial fosilífero generadas por el Consejo de Monumentos Nacionales (http://geoportalcmn.maps.arcgis.com/home/index.html).*

Luego de una búsqueda que se extendió por varios años, en acción coordinada entre la productora Silvestre, la UCN y OCEANA, en noviembre de 2017 se logró ubicar los restos náufragos del vapor "Itata". Dicha embarcación, que sucumbió ante un fuerte temporal hace 95 años, llevando más de 400 personas a bordo, es considerada por los historiadores como la mayor tragedia naval de Chile. Los restos del "Itata" están localizados en las costas de la Higuera frente a Cruz Grande. Este hallazgo arqueológico suma a la relevancia del patrimonio biológico del área un aspecto cultural e histórico único en Chile. Se prevé que en el sitio de la tragedia se constituirá un monumento histórico en el mar, tal como hoy día en los restos de la Esmeralda frente a Iquique y en tierra se vislumbra la creación de un Museo y memorial de las víctimas de esta catástrofe.

Antecedentes Hidrogeológicos

La comuna de La Higuera principalmente está comprendida por la cuenca de Los Choros (**Fig. 13**). La cuenca de drenaje Los Choros se encuentra inserta en el semiárido de Chile al norte de la región de Coquimbo y en el sur de la región de Atacama. En promedio llueve unos 50 mm (basado en los últimos 39 años en la estación El Trapiche), especialmente en invierno (**Fig. 14**). Debido a que esta cuenca hidrográfica no contiene montañas altas, como así ocurre en las principales cuencas hidrográficas de la zona (**Fig. 13**), las precipitaciones registradas para la cuenca no son altas, con un promedio anual de 50 mm aproximadamente.

La variación interanual de las precipitaciones es muy alta, con meses más de 100 mm y meses sin precipitaciones (**Fig. 14**, arriba). Es una cuenca costera que exhibe escorrentía superficial solo en eventos tormentosos, como los producidos durante el año 1997 y en marzo del 2015, y presenta un aporte nival despreciable (Ocampo Painepan 2015).

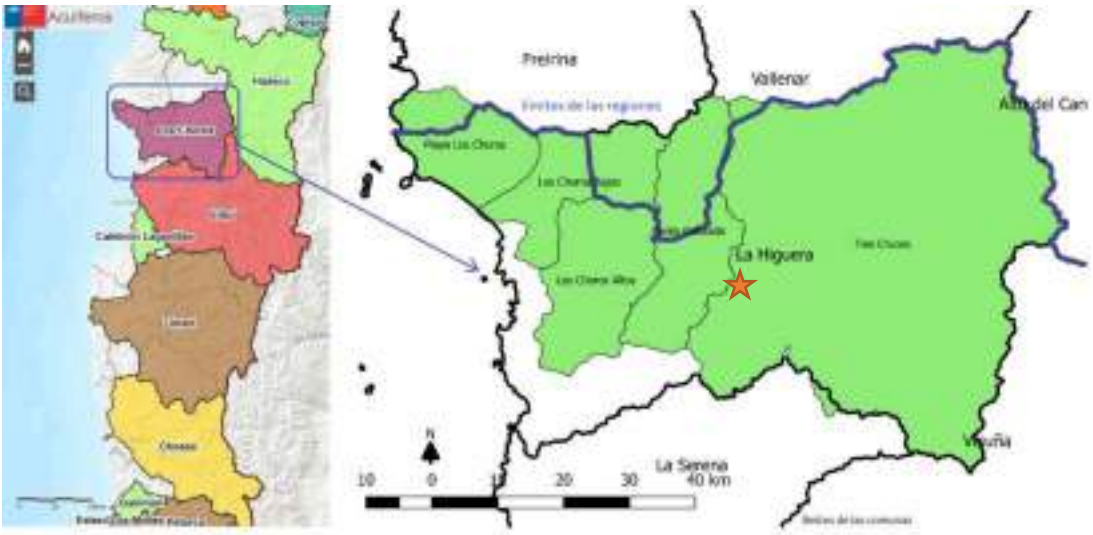


***Figura 13**. Izquierda, cuencas hidrográficas de la región de Coquimbo y sur de la región de Atacama. Fuente: DGA (alojado en http://www.arcgis.com/apps/MapTools/index.html?appid=c02810cf08df4c7ca322bf4e029935fd). Derecha: Limites del acuífero de Los Choros (en verde) con los limites comunales en negrita y regionales en azul. La estrella naranja es la estación meteorológica El Trapiche.*

Después de las precipitaciones de invierno, la capa de nieve en esta cuenca está casi ausente en Septiembre en comparación con las otras cuencas hidrográficas (**Fig. 15**).

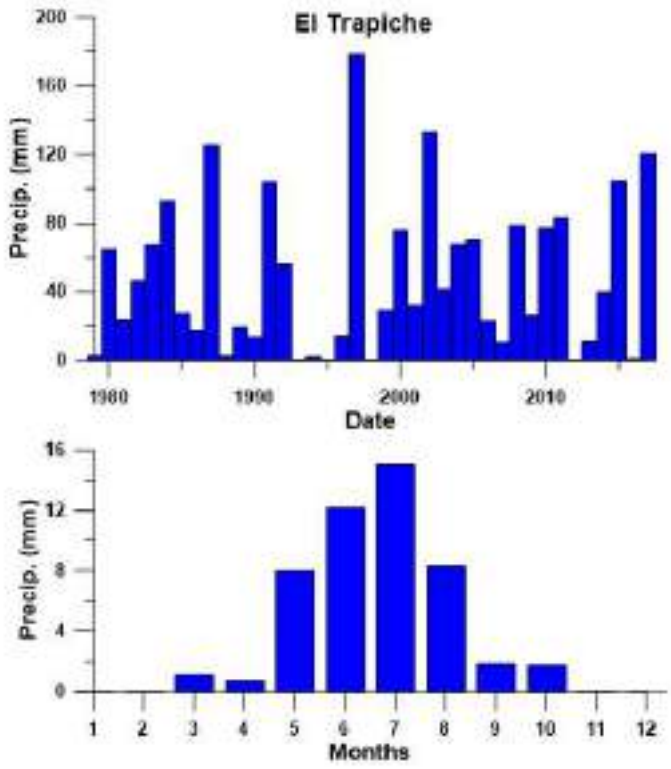


***Figura 14**. Pluviometría a la estación El Trapiche (29°22'23", 71°07'05", 300 msnm). Fuente de datos: DGA en http://snia.dga.cl/BNAConsultas/reportes.*

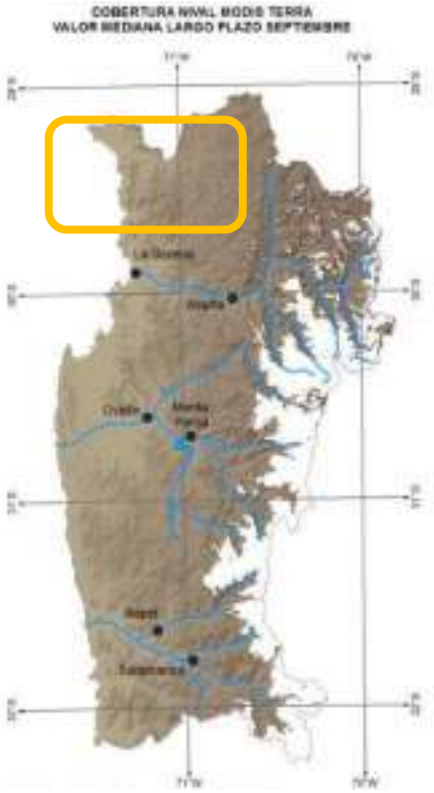


***Figura 15**. Cobertura nival las medianas del mes de septiembre período 2000-2016. Fuente: NSIDC-DAAC*

La escorrentía no es perenne, con una cantidad baja de precipitaciones líquidas y sólidas. Por lo tanto, el agua necesaria para las empresas de agua potable, riego y minería debe provenir principalmente de los acuíferos. De hecho, la mayoridad de los derechos concedidos de agua proviene de los acuíferos (www.dga.cl/productosyservicios/derechos_historicos/). Los pozos monitoreados por la DGA se muestran en la **Fig. 16**. Las tendencias de los niveles freáticos están disminuyendo, lo que debe ser causado por las actividades de bombeo para extraer el agua y/o por una recarga insuficiente de las montañas y la lluvia. En el sector de Punta de Choros, los niveles freáticos están disminuyendo desde 1976, a pesar de una recarga acerca los años 1995 y 2005. Además, el sector de Choros Alto está disminuyendo también, con 6 pozos desde 2000 sin recarga marcada. Hay rápidos incrementos en los niveles freáticos, pero pueden ser debidos a errores de medición o de bombeo.

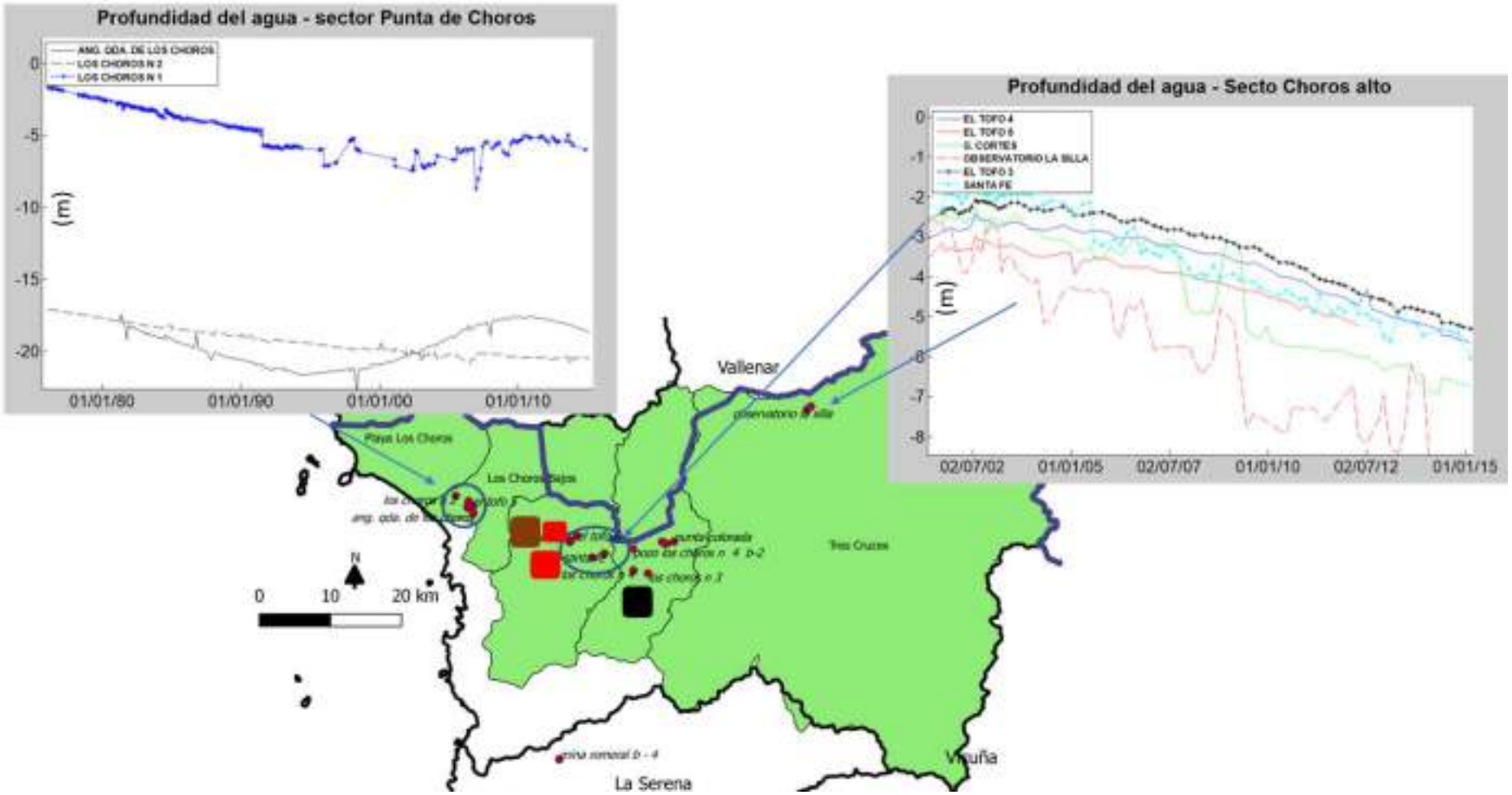


***Figura 16**. Profundidad del agua subterránea en el sector del pueblo de Los Choros (izquierda) y en el sector ruta 5 (derecha), y mapa de los pozos monitoreados por DGA (medio). Fuente: DGA (http://snia.dga.cl/BNAConsultas/reportes). Las actividades mineras están representadas por los círculos de colores (extraído del sitio web http://www.conocedominga.cl). Los 2 rajos están en rojo. El depósito de estéril es en marrón y de relaves espesados en negro.*

La valoración de los servicios ecosistémicos de la costa de La Higuera.

La importancia de los ecosistemas marinos del Archipiélago de Humboldt es enorme. Existen numerosos servicios ecosistémicos presentes en el Archipiélago de Humboldt que corresponden a: 1) servicios culturales, asociado a actividades recreativas y de turismo, tanto para el avistamiento de aves y mamíferos marinos, como para el desarrollo de actividades de eco-turismo, buceo, expediciones, pesca deportiva, etc. Además es un área de gran interés para investigaciones científicas de instituciones regionales, nacionales e internacionales; 2) Servicios de aprovisionamiento, asociados a alimentos y materias primas, debido a la presencia numerosas especies de interés comercial como el loco, la lapa, erizos, jaibas, langostinos, algas, peces costeros y pequeños pelágicos; 3) servicios de apoyo, por cuanto constituye hábitats (para alimentación y reproducción) de especies emblemáticas, como el Pingüino de Humboldt, el Yunco el Chungungo, el delfín nariz de botella, y 14 especies de cetáceos que incluyen a la ballena azul.

Del conjunto de servicios ecosistémicos mencionados, un estudio reciente (OCEANA 2015) valorizó económicamente algunas actividades recreativas y de turismo, los principales recursos bentónicos explotados por los pescadores artesanales en las áreas de manejo y los hábitats para especies emblemáticas. Al considerar estos tres servicios ecosistémicos, el valor anual de ellos sería de $106.774.746.000, siendo el Valor Económico Total de $1.779.579.100.000, considerando el valor presente de una perpetuidad y utilizando una tasa social de descuento del 6%. A pesar de que solo algunos servicios fueron valorados, esto da una idea del enorme potencial de los ecosistemas de esta zona, para el desarrollo de actividades sustentables de bajo impacto, que aseguren la provisión de estos servicios en el tiempo.

La visión de las comunidades costeras sobre su territorio

En el estudio de Cárcamo (2013), las comunidades costeras priorizan como servicios ecosistémicos los hábitats de las especies carismáticas, los caladeros de pesca, los hábitats de huiros, la observación de la vida silvestre y el hábitat para especies migratorias (**Fig. 17**).

Los principales usos priorizados por los actores locales son la pesca artesanal, la investigación científica, las reservas marinas, la educación ambiental, el ecoturismo y la observación de vida silvestre, y las áreas de manejo (**Fig. 18**). En contraste, las principales amenazas percibidas por dichos actores son las plantas termoeléctricas, la pesca industrial, la pesca ilegal, la minería, las especies invasivas y la contaminación marina (**Fig. 19**).

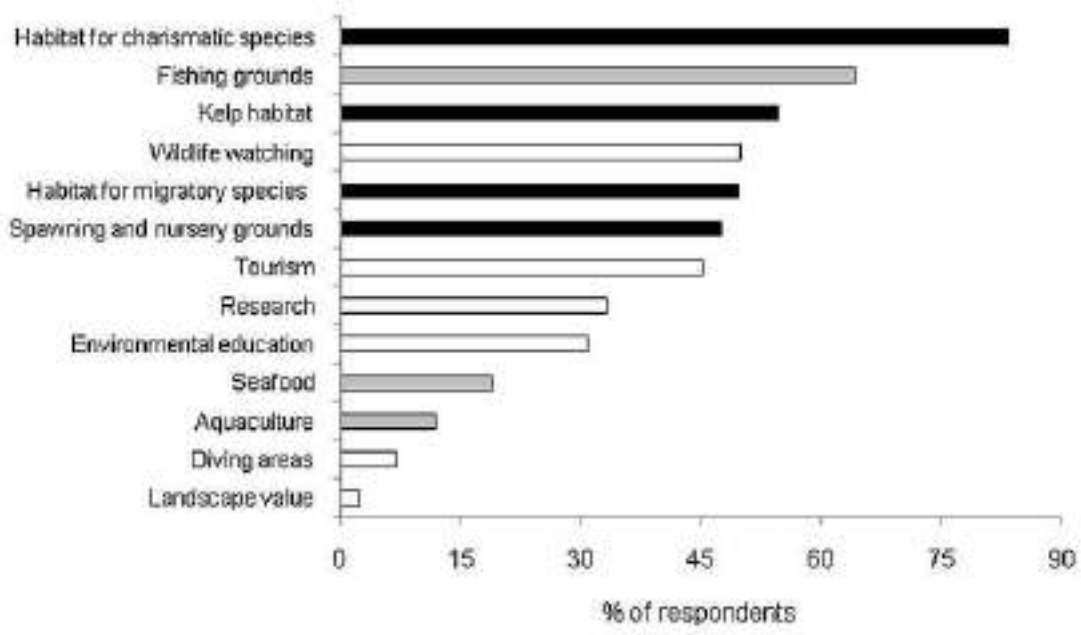


***Figura 17**. Bienes y servicios ecosistémicos priorizados por los actores claves del territorio costero de La Higuera y Freirina. Las barras negras indican servicios de soporte, las grises los de aprovisionamiento y las blancas los culturales (Tomado de Cárcamo et al. 2014).*

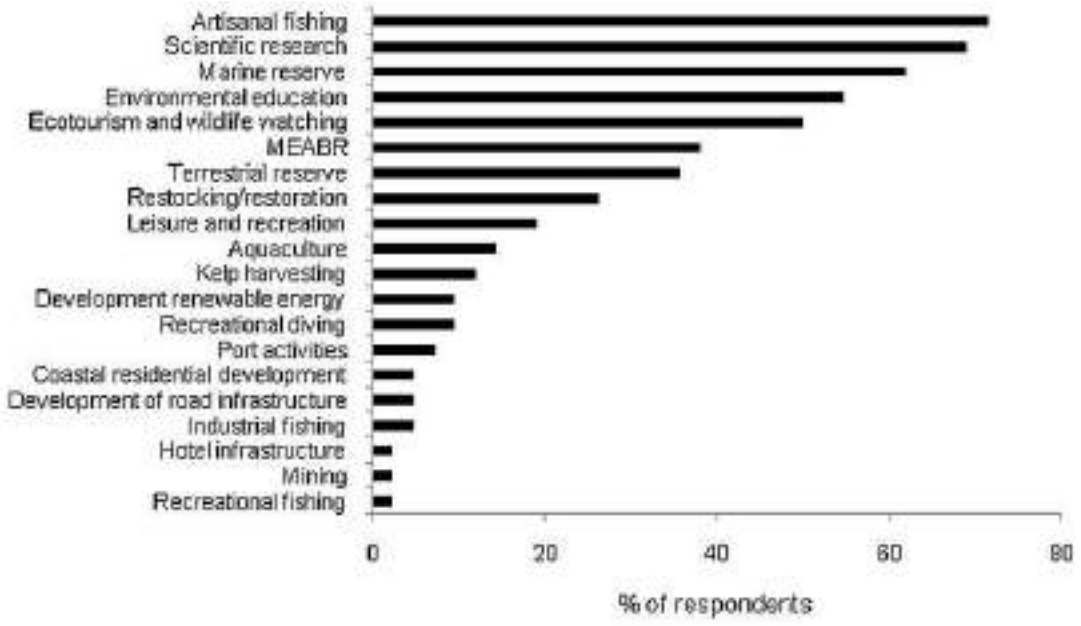


***Figura 18**. Bienes y actividades priorizadas por los actores clave del territorio (Tomado de Cárcamo et al. 2014).*

Threat	Mean ± SE
Power plants	6.1 ± 0.24
Industrial fishing	6.1 ± 0.19
Illegal fishing	6.0 ± 0.16
Mining	6.0 ± 0.22
Invasive species	5.8 ± 0.18
Marine Pollution	5.8 ± 0.19
Dumps	5.5 ± 0.23
Climate change	5.4 ± 0.20
Kelp harvesting	5.3 ± 0.21
Coastal residential development	5.2 ± 0.20
Ports	5.0 ± 0.24
ENSO events	4.6 ± 0.23
Maritime traffic	4.3 ± 0.22
Coastal erosion	4.1 ± 0.20
Development tourism facilities	4.1 ± 0.20
Ecotourism	3.7 ± 0.23
Artisanal fishing	3.6 ± 0.25
Agriculture	3.4 ± 0.27
Aquaculture	3.3 ± 0.24
Recreational fishing	2.8 ± 0.18
Scientific research	1.5 ± 0.12
Protected areas	1.4 ± 0.12

***Figura 19**. Percepciones sobre los niveles de amenazas generados por diferentes actividades o eventos (Tomado de Cárcamo et al. 2014).*

Efectos de faenas mineras en la salud de las personas

Las faenas mineras a tajo abierto pueden afectar la salud de las personas que viven a su alrededor, principalmente por dos vías; las emisiones de material particulado (PM 10 y PM 2,5) y las emisiones de material acumulado en los pasivos mineros (relaves). Los efectos del material particulado en sí mismo son principalmente sobre los sistemas respiratorio y circulatorio (Oyarzún 2010; Rosales-castillo et al. 2001; Vargas 2011), extendiéndose hacia oros sistemas dependiendo de la composición química de las partículas. A nivel pulmonar, las partículas de tamaño fino (PM2,5) provocan daño inflamatorio, que se traduce en estrés oxidativo, disfunción endotelial y procoagulación. Por otra parte, en el sistema circulatorio, se altera el endotelio de los vasos sanguíneos, activando el sistema plaquetario y provocando trombosis con efectos finales de daño isquémico e infarto (Bengalli et al. 2013; Miller et al. 2012; Suhaimi & Jalaludin 2015; Vattanasit et al. 2014). Existe evidencia de asociación de contaminación ambiental y aumento de mortalidad por enfermedades respiratorias y cardiovasculares (Barrios et al. 2004; Dominici et al. 2006; Gavidia et al. 2009; Téllez-Rojo et al. 2000).

Los efectos del material particulado que emanan los pasivos mineros dependerán de su composición química. Se ha demostrado que los pasivos mineros contienen metales pesados altamente tóxicos como son el mercurio, arsénico, plomo y cadmio; los cuales, además ingresan a la cadena trófica a través de la contaminación de acuíferos, suelo y aire, siendo

incorporados por los seres vivos en el proceso de bioacumulación. Así, los metales pesados son “bioacumulados” por sobre cierto umbral de concentración, son altamente tóxicos y pueden causar efectos dañinos irreversibles sobre la salud de las personas, incluyendo cánceres, daño neurológico y daño genético.

El SERNAGEOMIN, a través del Departamento de Depósitos de Relaves de la Subdirección Nacional de Minería, informa que sólo en la comuna de La Higuera se concentran el 10% de los pasivos mineros de la región de Coquimbo, con 41 relaves; que a su vez concentra el 51% de los pasivos mineros de Chile. En el “Programa de Caracterización Geoquímica de Depósitos de Relaves de Chile” del SERNAGEOMIN se ha estudiado la composición geoquímica de 15 relaves ubicados en La Higuera. Los resultados muestran que se supera las concentraciones de referencia internacional de metales pesados. En Plomo se superan la norma en 7 de 15 relaves y en Arsénico, todos los relaves estudiados superan la norma, hasta más de 500 veces en dos casos (**Tabla 1**)

Tabla 1. Caracterización Geoquímica de relaves, Comuna de La Higuera.

Relaves	Pb (mg/Kg)	As (mg/Kg)
1	475	387
2	59	<20
3	19	<20
4	165	<20
5	229	<20
6	27	109
7	250	20
8	1007	92
9	158	1052
10	74	<20
11	13	<20
12	166	<20
13	22	<20
14	33	<20
15	43	<20

*Valores de referencia:

USEPA: As:04 mg/Kg (USA)
CCME: As:12 mg/Kg; Pb:144 mg/Kg
VROM: As: 29 mg/Kg; Pb 85 mg/Kg

Fuente: “Programa de Caracterización Geoquímica de Depósitos de Relaves de Chile” SERNAGEOMIN

Perfil socio sanitario de la comuna

En la comuna de La Higuera los indicadores sociales y de salud muestran una situación de susceptibilidad (Biblioteca 2008) con alto porcentaje de personas en situación de pobreza, bajas coberturas de saneamiento básico y altas tasas de Mortalidad Infantil (**Tabla 2**).

Tabla 2. Indicadores sociales y de salud, Comuna de La Higuera, Región de Coquimbo y Chile (2013)

Lugar	Porcentaje de personas en situación de pobreza*	Porcentaje de hogares con déficit de saneamiento básico**	Tasa de Mortalidad Infantil***
La Higuera	23,25	45,07	32,30
Región de Coquimbo	16,20	18,58	8,7
Chile	14,40	16,98	7,4

*Fuentes: *Estimación de la pobreza por ingresos a nivel comunal 2013 Nueva metodología*

*(SAE e imputación de medias por conglomerados) CASEN, Ministerio de desarrollo social.**Ficha de Protección social, Ministerio de Desarrollo Social. *** Departamento de Estadísticas e información de salud, MINSAL.*

No existen registros de morbilidad apropiados para realizar estudios en la comuna. Solamente los registros de mortalidad dan cuenta de que la principal causa de muerte (año 2009) fueron las enfermedades respiratorias, seguidas de tumores y del sistema circulatorio. Mientras que en Chile y la Región de Coquimbo, la primera causa son circulatorias, la segunda tumores y en tercer lugar las enfermedades respiratorias (**Tabla 3**).

Tabla 3. Tasas de Mortalidad (por 100.000 habitantes), según causa, año 2009.

Lugar	Aparato Circulatorio	Tumores o Neoplasias	Aparato Respiratorio
La Higuera*	7,60	12,7	15,2
Región de Coquimbo**	13,1	13,1	5,1
Chile**	14,6	13,4	5,3

*Fuentes: *Unidad de Planificación Sanitaria. Departamento de Salud Pública y Planificación Sanitaria. SEREMI de Salud Región de Coquimbo. ** Departamento de Estadísticas e información de salud, MINSAL.*

Observaciones al proyecto

1) La información acerca de la circulación oceánica disponible para el área indica un movimiento neto hacia el norte y luego fuerte retención en el sector de las Islas Choros, Damas y Chañaral, es decir, lo que se genera en el sur del área se desplaza hacia el norte y permanece alrededor de las islas. La falta de antecedentes no permite discernir si las medidas de ingeniería de la planta desalinizadora, e.g. el emplazamiento de la toma de agua y la descarga de salmuera (profundidad y distancia de la costa), están apropiadamente ubicadas para minimizar la mortandad organismos planctónicos, incluidas las larvas de los invertebrados residentes y los efectos nocivos de la salmuera en las comunidades biológicas tanto pelágicas como bentónicas de la zona adyacente. Así mismo, uno de los mayores riesgos que se vislumbran es que ante cualquier derrame, el efecto en pocas horas se verá reflejado en las áreas protegidas de las islas.

2) Está firmemente establecido que la reserva marina de Isla Choros-Damas e Isla Chañaral es un lugar de especial interés para la conservación, tanto en las islas mismas como en el ambiente marino y costero continental que les rodea. Pese a esto aún no se encuentran bien definidos los patrones de distribución y abundancia ni la variabilidad temporal de un gran número de especies que residen ahí o utilizan la zona como hábitat migratorio, reproductivo o alimentario. Estas especies incluyen cetáceos, pinnípedos y aves marinas que dado su gran tamaño corporal pueden desplazarse grandes distancias en cortos períodos. Solamente en el caso de algunas aves marinas, que han sido monitoreadas por muchos años, se sabe el rango de forrajeo y que su principal zona de alimentación está frente a la zona de emplazamiento del proyecto. Dado que para las aves marinas la zona de alimentación es fundamental, cualquier impacto en dicha zona afectará irreversiblemente las poblaciones que nidifican en la reserva Nacional Pingüino de Humboldt. La alta movilidad de varias especies asegura que estas especies interactuarán con la infraestructura y la operación marítima, lo cual tendrá consecuencias negativas tanto para las propias operaciones industriales como para las especies en cuestión. La presencia sostenida de estas especies, muchas con problemas graves de conservación, resulta determinante para el funcionamiento del ecosistema costero y el atractivo natural del que dependen numerosos emprendimientos turísticos desde Caleta Hornos hasta Chañaral de Aceituno.
El proyecto no hace propuesta alguna para evaluar la interacción de las operaciones del puerto con los patrones de movimiento y alimentación estacionales de las especies que habitan la reserva marina de las islas Choros-Damas e Isla Chañaral, en particular las interacciones que puedan ocurrir en el mar, por ejemplo entre la ruta de aproximación y fondeo de buques de gran calado y operaciones de puerto con grupos de especies migratorias tales como ballenas o aves. Estas últimas se ven gravemente afectadas por las luminarias de las zonas portuarias.

3) El estudio de la ecología del sonido submareal es una línea de investigación reciente. A pesar de esto, ya se ha evidenciado el rol importante en la orientación para encontrar un hábitat adecuado donde asentarse para los estados larvales y post-larvales de varias especies de invertebrados y peces que son fundamentales para la actividad pesquera artesanal. Recientemente se ha identificado que sonidos antropogénicos estarían enmascarando el sonido natural submareal, afectando la conducta de asentamiento en algunas de estas especies. Por otra parte, es más conocida la importancia del sonido en los cetáceos para su comunicación y orientación y cómo afecta de manera negativa la contaminación acústica en el

océano provocada por acción antrópica, como el producto del ruido de las naves, y operaciones en puerto.

4) La instalación de las faenas y la explotación del yacimiento contemplan la alteración del hábitat de numerosas especies nativas endémicas de un área geográficamente reducida, básicamente el desierto costero del borde entre la Región de Coquimbo y la Región de Atacama. El gran endemismo de esta área sugiere que en asociación a la elevada biodiversidad local existen un gran número de interacciones ecológicas especializadas y espacialmente acotadas, i.e. especies vegetales y sus polinizadores y/o consumidores o asociaciones entre plantas y microorganismos nativos. Estas interacciones, al estar limitadas en el espacio, generan patrones de estructura genética que no son evidentes en los estudios de línea base contemplados por la ley.

En la zona que se pretende colocar el acopio del mineral (Totoralillo Norte), existe un enorme banco de germoplasma vegetal, el que se perdería totalmente. En el área de explotación minera y de depósito del relave la vegetación se perdería por completo. Si este sector es intervenido, es muy probable, que muchos de estos recursos vegetales y ecosistemas únicos desaparezcan para siempre, lo que debido al alto endemismo no es solo una pérdida para el país, sino para el mundo.

El proyecto Dominga representa una amenaza enorme al sitio prioritario Desierto Costero de Los Choros con todas las especies endémicas, con graves problemas de conservación y extremadamente vulnerables a las amenazas antrópicas.

5) Se ha indicado en el proyecto que no hay antecedentes paleontológicos para el sector, sin embargo, toda la zona de impacto del proyecto se encuentra emplazada sobre áreas de alto potencial paleontológico, como lo demuestran mapas de potencial paleontológico y prospecciones paleontológicas superficiales. Es altamente probable que durante las diversas fases de desarrollo del proyecto se verifique el hallazgo de restos fósiles de muy alto valor patrimonial, escasamente conocidos y estudiados por la ciencia, incluyendo aves y cetáceos marinos. Las intervenciones del terreno por parte de la empresa destruirían muchos de estos tesoros paleontológicos.

6) Las consecuencias de las actividades mineras en las aguas subterráneas podrían ser múltiples: (1) Calidad del agua: Deterioro de la calidad del agua que se ha infiltrado cerca de los depósitos y la extracción de mineral (cuadrados rojos en la **Fig. 16**). Habrá agujeros en el suelo debido a la extracción mineral, exponiendo rocas profundas. El paso de la lluvia en contacto con estas rocas profundas o rocas que son inútiles para la compañía (depósitos: cuadrados marrón y negra en la **Fig. 16**) puede contaminar los acuíferos un poco más profundo. (2) Cantidad: Habrá un intenso bombeo cerca los rajos (11-25 L/s) para extraer el mineral sin agua subterránea en la quebrada de Choros Alto. El flujo del agua subterránea debe ser alterado, aunque la mayoridad del agua se reinyecta en la quebrada de Los Choros más al norte, como se dijo en los informes del SEIA. Los niveles de agua subterránea, que ya están disminuyendo, se verán afectados por tales modificaciones del ciclo natural. Esto podría afectar a los habitantes de la zona, especialmente a los de El Trapiche, Los Choros y Punta de Choros. (3) El bombeó intenso también podría tener un impacto en la calidad del agua subterránea cerca de Los Choros en la Punta de Choros con un avance en las tierras de la cuña salina (DGA, SIT n°109). De hecho, una disminución de los flujos subterráneos en la quebrada de los Choros podría conducir a un avance en las tierras de la interfaz agua

salada/agua dulce. Las consecuencias de un aumento en la salinidad del agua cerca del pueblo de Los Choros serían negativos para sus habitantes.

Teniendo en cuenta la problemática de la cuña de sal y la disminución de los niveles freáticos en toda la zona, es necesario tener un estudio hidrogeológico completo con una estimación de las incertidumbres (medidas, modelos) en los resultados, para comprender completamente los impactos de los cambios antropogénicos y climáticos sobre los recursos hídricos. De hecho, la población y la biodiversidad dependen principalmente del agua subterránea en este valle, y por lo tanto un cambio en el funcionamiento del agua subterránea podría tener serias consecuencias.

7) De acuerdo a cálculos del Proyecto Dominga, la faena estaría produciendo anualmente 148.000 toneladas de relaves y/o pasivos mineros, sólo por concepto de extracción de Cobre, como su subproducto. A ello hay que sumar las miles de toneladas de relaves generados por la producción de 12 millones de toneladas de concentrado de Hierro. El proyecto contempla un Plan de Manejo Ambiental, pero no considera manejo/estudios de los posibles efectos en la salud de las personas, ni vigilancia epidemiológica de la población.

Referencias bibliográficas

Barrios S, F Peña-Cortés, S Osses. 2004. “Efectos de La Contaminación Atmosférica Por Material Particulado En La Enfermedades Resporatórias Agudas En Menores de 5 Años / Effect for Particles Material Atmospheric Pollution on Acute Respiratory Diseases in under 5 Years of Age.” Cienc. Enferm 10: 21–29.

Bengalli, Rossella et al. 2013. “Release of IL-1 ?? Triggered by Milan Summer PM10: Molecular Pathways Involved in the Cytokine Release.” BioMed Research International 2013.

Biblioteca, Congreso Nacional. 2008. Reporte Estadístico Comunal LA HIGUERA. Valparaiso.

Cárcamo PF, Gaymer CF. 2013. Interactions between spatially explicit conservation and management measures: implications for the governance of Marine Protected Areas. Environ. Manage. 52: 1355-1368.

Dominici, F et al. 2006. “Fine Particulate Air Pollution and Hospital Admission for Cardiovascular and Respiratory Diseases.” JAMA (Journal of the American Medical Association) 295: 1127–34.

Fernández C. 2010. Conservación y Biodiversidad de las islas de Chile: El caso de las islas del Sistema Costero de Coquimbo. Tesis para optar el Grado de Magíster en Ciencias del Mar. Facultad Ciencias el Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo.

Fernández, C.E., Portflitt-Toro, M., Miranda-Urbina, D., Plaza, P., Luna, N., Luna-Jorquera, G., 2020. Breeding abundance and population trend of the Peruvian Diving-petrel Pelecanoides garnotii in Chile: Recovery of an endangered seabird? Bird Conservation. International 30:423–433.

Figueroa D, Moffat C. 2000. On the influence of topography in the induction of coastal upwelling along the Chilean coast. Geophysical Research Letters 27(23): 3905-3908.

Galletti Vernazzani B, Jackson JA, Cabrera E, Carlson CA, Brownell RL Jr. 2017. Estimates of abundance and trend of Chilean blue whales off Isla de C.hiloé, Chile. PLoS ONE 12(1): e0168646.

Gavidia, Tania, Jenny Pronczuk, and Peter D Sly. 2009. “Impactos Ambientales Sobre La Salud Respiratoria de Los Niños: Carga Global de Las Enfermedades Respiratorias Pediátricas Ligada Al Ambiente.” Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias 25: 99–108.

Gaymer C, Dumont C, Garay-Flühmann R, Sfeir R, Pérez E, Luna G, Stotz W, Vásquez J, Moraga J, Berríos M, Rojas U, Aburto J, Peñalver E, Robert P. 2007. Diagnóstico Implementación Reserva Marina I. Choros la Higuera. Informe de Avance–Etapa I: Diagnósitco situación sector de Punta Choros. Proyecto FNDR Código BIP 30006824-0.

Gaymer CF, Stotz W, Garay-Flühmann R, Luna-Jorquera G, Ramos M, et al. 2008. Evaluación de Línea Base de Las Reservas Marinas “Isla Chañaral” e “Isla Choros-Damas”. Informe Final Proyecto FIP 2006-56, 532 p. (disponible en www.fip.cl).

González J, Tapia C, Wilson A, Stotz W, Orensanz JM, Parma AM, Valero J, Catrilao M, Garrido J. 2005. Bases biológicas para la evaluación y manejo de metapoblaciones de loco en las III y IV Regiones. IFOP (Chile). IFOP, Valparaíso. Informe Final Proyecto FIP 2002-16. (disponible en www.fip.cl)

Gorny M. 2018 First record of black corals (Antipatharia) in shallow coastal waters of northern Chile by means of

underwater video. (en prensa)
Leiva F, J Legua, Ú Cifuentes, S Giglio, H Reyes, M Pizarro, R Vargas, F Cerna, ALópez, V Catasti, C Lang, A Mujica, ML Nava, M Saavedra, L Herrera. 2014. Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta en la III y IV Regiones, año 2014. Informe final FIP 2013-04. 495 pp.
Leiva F, J Legua, Ú Cifuentes, S Giglio, H Reyes, M Pizarro, R Vargas, F Cerna, A López, V Catasti, C Lang, A Mujica, ML Nava, L Herrera. 2015. Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta en la III y IV Regiones, año 2015. Informe final FIP 2014-15.
López BA, Tellier F, Retamal-Alarcón JC, Pérez-Araneda K, Fierro AO, Macaya EC, Tala F., Thiel M. 2017. Phylogeography of two intertidal seaweeds, *Gelidium lingulatum* and *G. rex* (Rhodophyta: Gelidiales), along the South East Pacific: patterns explained by rafting dispersal?. Marine Biology 164: 188.
Luna-Jorquera G, CE Fernández, MM Rivadeneira. 2012. Determinants of the diversity of plants, birds and mammals of coastal islands of the Humboldt current systems: implications for conservation. Biodiversity and Conservation 21:13–32.
Luna-Jorquera G, Garthe S, Sepulveda FG, Weichler T, Vásquez JA. 2000. Population size of Humboldt penguins assessed by combined terrestrial and at-sea counts waterbirds. The International Journal of Waterbird Biology 23: 506-510
Miller, Mark R, Catherine A Shaw, and Jeremy P Langrish. 2012. “From Particles to Patients: Oxidative Stress and the Cardiovascular Effects of Air Pollution.” Future Cardiol 8(4): 577–602. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22871197.
Montecinos A, Broitman BR, Faugeron S, Haye PA, Tellier F, Guillemin ML. 2012. Species replacement along a linear coastal habitat: phylogeography and speciation in the red alga *Mazzaella laminarioides* along the south east Pacific. BMC evolutionary biology, 12(1), 97.
Mujica A, Nava ML. 2009. Pélagos del sistema de Bahías de Coquimbo. Informe Técnico, Universidad Católica del Norte, Sede Coquimbo, 23 p.
Mujica A, E Acuña, M Nava. 2011. Distribución y abundancia de larvas de Heterocarpus reedi Bahamonde, 1955, Cervimunida johni Porter, 1903 y Pleuroncodes monodon (H. Milne Edwards, 1837), frente a Coquimbo y Caldera, Chile. Lat. Am. J. Aquat. Res. 39: 138-150.
Mujica A, ML Nava, K Matsuda, A Vargas. 2016. Distribution and abundance of Engraulis ringens eggs along the north-central Chilean coastline (25.0-31.5ºS) during February 2008 to 2014. Lat. Am. J. Aquat. Res. 44: 65-75.
Ocampo Painepán, TR. 2015. Análisis de la geomorfología y sedimentología de la Quebrada de los Choros, regiones de Atacama y Coquimbo, Chile (29°09' y 29°33'S). Tesis pregrado, Universidad de Chile.
Oceana. 2015. Valoración económica de servicios ecosistémicos en la potencial AMCP-MU La Higuera - Isla Chañaral. Informe final. 42 pp.
Oyarzún, Manuel. 2010. “Contaminación Aérea Y Sus Efectos En La Salud.” Revista chilena de enfermedades respiratorias 26: 16–25.
Quispe, R., Lerma, M., Luna, N., Portflitt-Toro, M., Serratosa, J., Luna-jorquera, G., 2020. Foraging Ranges of Humboldt Penguins *Spheniscus Humboldti* From Tilgo Island : the Critical Need for Protecting a Unique Marine Habitat. Marine. Ornithology 48: 205–208.
Rivadeneira MM, Marquet PA. 2007. Selective extinction of late Neogene bivalves on the temperate Pacific coast of South America. Paleobiology 33: 455-468.
Rosales-castillo, José Alberto et al. 2001. “Los Efectos Agudos de La Contaminación Del Aire En La Salud de La Población : Evidencias de Estudios Epidemiológicos.” Revista de Salud Pública de México 43: 544–55.
Sepúlveda M. 2017. Movimientos y desplazamientos de la ballena fin (*Balaenoptera physalus*) en la costa centro-norte de Chile. Informe preparado para Intendencia de Región de Coquimbo. 3pp.
Sepúlveda, M., Santos-Carvallo, M., Pavez, G., Pérez-Álvarez, M.J., Olavarría, C., Fernández, C., Hernández, C., Ardiles, A., Hernández, P., Barilari, F., López, D. Flores, M. & Luna-Jorquera, G. 2020. Determinación del estado poblacional en las Reservas Marinas isla Chañaral e islas Choros y Damas, de las especies delfín nariz de botella, chungungo, pingüino de Humboldt y cetáceos. Informe Final Proyecto FIPA 2018-43, 343 pp + Anexos.
Squeo FA, G Arancio, JR Gutiérrez. 2001. Libro Rojo de la Flora de la Región de Coquimbo, y de los Sitios Prioritarios para su Conservación. Ediciones Universidad de La Serena. ISBN: 956-7393-12-2, 386 pp.
Squeo FA, Estevez RA, Stoll A, Gaymer CF, Letelier L, Sierralta L. 2012. Towards the creation of an integrated system of protected areas in Chile: achievements and challenges. Plant Ecol. Div. 5: 233-243.
Squeo FA, Martínez-Tilleria K, Garay-Flühmann R, Gaymer CF. 2015. Identificación de la Áreas de Alto Valor para la Conservación (AAVC) en la eco-región Chile Central y la provincia biogeográfica de Juan Fernández. Informe final proyecto Ref. 4.1.6.A – 2015 HCLME. 76 pp.

Suhaimi, Nur Faseeha, and Juliana Jalaludin. 2015. “Biomarker as a Research Tool in Linking Exposure to Air Particles and Respiratory Health.” BioMed Research International 2015.
Téllez-Rojo, M. M. et al. 2000. “Daily Respiratory Mortality and PM10 Pollution in Mexico City: Importance of Considering Place of Death.” European Respiratory Journal 16: 391–96.
Tellier F, Tapia J, Faugeron S, Destombe C, Valero M. 2011. The *Lessonia nigrescens* species complex (Laminariales, Phaeophyceae) shows strict parapatry and complete reproductive isolation in a secondary contact zone. Journal of Phycology 47: 894-903.
Thiel M, Macaya E, Acuña E, Arntz E, Bastías H, Brokordt K, Camus P, Castilla JC, Castro LR, Cortéz M, Dumont CP, Escribano R, Fernández M, Lancellotti DA, Gajardo JA, Gaymer CF, Gómez I, González AE, González HE, Haye PA, Illanes JE, Iriarte JL, Luna-Jorquera G, Luxoro C, Manríquez PH, Marín V, Muñoz P, Navarrete SA, Pérez E, Poulin E, Sellanes J, Sepúlveda A, Stotz W, Tala F, Thomas A, Vargas CA, Vásquez JA, Vega A. 2007. The Humboldt current system of northern-central Chile: Oceanographic processes, ecological interactions and socio-economic feedback. Ocean. Mar. Biol. Ann. Rev. 45: 195-344.
Toro F, Vilina YA, Capella JJ, Gibbons J. 2016. Novel coastal feeding area for Eastern South Pacific fin whales (*Balaenoptera physalus*) in mid-latitude Humboldt current waters off Chile. Aquatic Mammals 42 (1): 47-55.
Valois R. 2017. Hidrogeología de Los Choros (Región de Coquimbo). Informe interno CEAZA.4pp.
Vargas, Claudio. 2011. “Efectos de La Fracción Gruesa (PM10-2.5) Del Material Particulado Sobre La Salud Humana. Revisión Bibliográfica.” Minsal: 1–37.
Villafaña JA, Rivadeneira MM. 2014. The rise and fall of the diversity of marine vertebrates during the Neogene on the temperate Pacific coast of South America. Paleobiology 40: 659-674.
Weichler T, Garthe S, Luna-Jorquera G, Moraga J. 2004. Seabird distribution on the Humboldt Current in northern Chile in relation to hydrography, productivity, and fisheries. ICES Journal of Marine Science 61: 148- 154.
Zuleta C, Cea A, Pizarro J, Hiriart D. Ficha sitio de importancia para biodiversidad: Desierto costero de Los Choros (DCLCH). Departamento de Biología, Universidad de La Serena.

Autores

Beatriz Yannicelli. Doctor en Oceanografía, especialista en oceanografía biológica.
Muriel Ramírez Santana. Médico Especialista en Salud Pública. Magister en Salud Pública. PhD©, Universidad Católica del Norte
Guillermo Luna, Doctor en Ciencias Naturales, especialista en aves marinas, Universidad Católica del Norte.
Armando Mujica, M.Sc. en Acuicultura, Dr. en Biología Animal, especialista en plancton, Universidad Católica del Norte.
Marcelo Rivadeneira, Dr. en Ecología, especialista en paleoecología.
Práxedes Muñoz, Dr. en Oceanografía, especialista en oceanografía química, Universidad Católica del Norte
Marcel Ramos, Doctor en Oceanografía, especialista en oceanografía física, Universidad Católica del Norte
Katherina B. Brokordt, Doctor en Biología, especialista en ecofisiología marina.
Wolfgang Stotz, Doctor en Ciencias Naturales, especialista en ecología y pesquerías artesanales, Universidad Católica del Norte
Gina Arancio, Bióloga, especialista en botánica, Universidad de La Serena.
Javier Sellanes, Doctor en Oceanografía, especialista en fauna bentónica, Universidad Católica del Norte
Maritza Sepúlveda, Doctor en Ecología y Biología Evolutiva, especialista en mamíferos marinos, Centro de Investigación y Gestión de Recursos Raturales (CIGREN), Universidad de Valparaíso.
Martin Thiel, Doctor en Oceanografía, especialista en biología, ecología y diversidad de invertebrados marinos, Universidad Católica del Norte.

Carlos Zuleta, MSc. en Zoología, especialista en vertebrados terrestres.
Rémi Valois, Doctor en hidrogeología y geofísica.
Carlos F. Gaymer, Doctor en Biología, especialista en ecología y conservación marina, Universidad Católica del Norte.

Folio011405

FORAGING RANGES OF HUMBOLDT PENGUINS *SPHENISCUS HUMBOLDTI* FROM TILGO ISLAND: THE CRITICAL NEED FOR PROTECTING A UNIQUE MARINE HABITAT

RENÉ QUISPE[1*], MIRIAM LERMA[2], NICOLÁS LUNA[1,3], MATÍAS PORTFLITT-TORO[1,3], JUAN SERRATOSA[1,3] & GUILLERMO LUNA-JORQUERA[1,3]

[1]*Departamento Biología Marina, Facultad Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Larrondo 1281, Coquimbo, Chile*
[*]*(rene.qv@gmail.com)*
[2]*Research and Technology Center (FTZ), University of Kiel, Hafentörn 1, 25761 Büsum, Germany*
[3]*Millennium Nucleus for Ecology and Sustainable Management of Oceanic Islands ESMOI, Larrondo 1281, Coquimbo, Chile*

Received 07 February 2020, accepted 01 July 2020

ABSTRACT

QUISPE, R., LERMA, M., LUNA, N., PORTFLITT-TORO, M., SERRATOSA, J. & LUNA-JORQUERA, G. 2020. Foraging ranges of Humboldt Penguins *Spheniscus humboldti* from Tilgo Island: the critical need for protecting a unique marine habitat. *Marine Ornithology* 48: 205–208.

The largest population of Humboldt Penguins resides in a fertile archipelago of the north-central coast of Chile, formed by eight islands in proximity to upwelling centers of the Humboldt Current System. However, five of these islands lack legal protection. Here, we report the results of breeding Humboldt Penguins tracked while foraging from Tilgo Island. The average and maximum foraging radii around the colony were 22 km and 43 km, respectively. Our data indicate that trip ranges overlap areas proposed for industrial projects. Because Humboldt Penguins are sentinels of local ecosystem health, this underscores the value of expanding conservation zones in this unique marine location.

Key words: habitat degradation, breeding colony, penguin conservation, anthropogenic impact, parental care, coastal development

INTRODUCTION

Among the major drivers affecting global penguin populations are climate change, fisheries, introduced invasive species, habitat degradation, and ocean pollution (Trathan *et al*. 2015, Ropert-Coudert *et al*. 2019). All penguins species are central place foragers, which makes them highly sensitive to anthropogenic factors that influence foraging areas (Boersma 2008). Like most species of penguins, Humboldt Penguins *Spheniscus humboldti* have experienced substantial population decreases over the last decades (Vianna *et al*. 2014, Boersma *et al*. 2019). This species breeds in regions with increasing human presence, and thus, it is becoming ever more exposed to impacts related to anthropogenic activities (Simeone & Bernal 2000, Ellenberg *et al*. 2006).

The largest population of Humboldt Penguins is found on the north-central coast of Chile (29°00′–31°00′S; Vianna *et al*. 2014), in the Humboldt Archipelago. This archipelago is composed of eight small islands (< 6 km^2 and < 22 km from coast) and is associated with two upwelling centers of the Humboldt Current System (Thiel *et al*. 2007). Several endemic seabird species breed on these islands, and the zone is used as foraging habitat by a diverse group of marine vertebrates, including numerous cetacean species (Simeone *et al*. 2003, Weichler *et al*. 2004, Hertel *et al*. 2005, Luna-Jorquera *et al*. 2012, Toro *et al*. 2016). It has been estimated that the Humboldt Archipelago may harbor approximately 80% of the remaining total population of Humboldt Penguins (Mattern *et al*. 2004, Wallace & Araya 2015).

Among the eight islands of the Humboldt Archipelago, only three are protected as part of a national reserve and marine protected area (see Fig. 1). The other five islands and surrounding waters remain unprotected. Thus, important breeding colonies of Humboldt Penguins, and other endemic species, remain vulnerable to accelerated coastal development. In fact, different development projects have been proposed for this coastal zone, including a thermoelectric power plant (Cárcamo *et al*. 2011) and two mining projects that involve the construction of industrial ports for mineral shipping.

Tilgo Island, the closest island to the coast of Chile in the Humboldt Archipelago, remains unprotected. Despite its small size, Tilgo Island has a breeding colony of *ca*. 2000 penguins (Vianna *et al*. 2014). Information is lacking about at-sea movements of penguins from Tilgo Island, and yet, it is located only 8 km and 13 km away from each of the proposed mining ports (Fig. 1). In this work, we report results of studies of at-sea foraging ranges of adult penguins from the Tilgo Island colony, with the aim of assessing the marine habitat space of parents during the breeding stage as it relates to the need to provide effective legal protection to the unique habitat of Humboldt Penguins.

METHODS

Study area

The Pacific coast of South America is ecologically influenced by the Humboldt Current System, an eastern boundary current with a northward flow and with centers of strong upwelling (Thiel *et al*. 2007). Within this region, the Humboldt Archipelago represents an important hot-spot of biodiversity, where the largest breeding population of Humboldt Penguins resides (Mattern *et al*. 2004,

Folio011406

Luna-Jorquera *et al*. 2012). Fieldwork was conducted on Tilgo island in the Humboldt Archipelago (29°00′–31°00′S) (Fig. 1) during the breeding season of 2018.

Study subject

The Humboldt Penguin is endemic to the Humboldt Current System. The species is listed as 'Vulnerable' by the International Union for the Conservation of Nature's Red List of Threatened Species (IUCN 2019), as 'Endangered' by the US Endangered Species Act, and is classified in Appendix I of the Convention of International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES). The Humboldt Penguin is an endemic mesopredator and is considered to be a sentinel of the health of its local ecosystem (Boersma *et al*. 2007, Boersma 2008).

In Chile, Humboldt Penguins typically exhibit two well-defined breeding peaks, one during the austral fall (April–June) and the other during the spring (September–December; Simeone *et al*. 2002). Incubation requires 40–42 d, and chicks fledge at 10–12 weeks of age. Chicks are semi-altricial and require extended parental care before becoming fully independent (Ancel *et al*. 2013). The whole process, from incubation to fledgling, takes approximately 120 d (Paredes & Zavalaga 2001), and both parents take turns foraging at sea and feeding the chicks (Luna-Jorquera & Culik 1999, Taylor *et al*. 2002).

Tracking penguin trips

In the last week of November, we captured on the nest, by hand, 18 adult Humboldt Penguins that were rearing small chicks (< 1500 g). We tracked single foraging trips using automated GPS loggers, CatLog-S devices sealed in a heat-shrink epoxy casing (3.7 × 2.2 × 0.8 cm, 15 g, Catnip Technologies, Hong Kong). All devices were attached onto the penguin's backs with Tesa tape (see Luna-Jorquera & Culik 2000).

RESULTS

Among the 18 GPS loggers implemented, we were able to recover devices from 11 individuals (Fig. 1). The remaining devices came off accidentally and were not found upon recapture. The average foraging radius of Humboldt Penguins was found to be 22 km around Tilgo Island, with a maximum radius of 43 km (Fig. 1). The duration of individual trips varied between 14 and 36 h. We observed that the at-sea ranges of penguins around the breeding colony extended throughout the coastal zone and overlapped the area proposed for two industrial mining ports (Fig. 1).

DISCUSSION

The observed foraging ranges are in accord with previous studies conducted at other colonies of Humboldt Penguins. Although breeding adults can forage up to 90 km around a colony (Culik & Luna-Jorquera 1997, Culik 2001), they are usually found within 35 km the colony during the period of parental care (Luna-Jorquera & Culik 2000, Taylor *et al*. 2002, Boersma *et al*. 2007). Our results indicate that trips observed around Tilgo Island range widely, extending over a large coastal zone (Fig. 1).

Humboldt Penguins are highly philopatric and are central place foragers (Culik & Luna-Jorquera 1997, Dantas *et al*. 2019). For species such as the Humboldt Penguin that breed on land but forage at sea, the breeding stage is particularly challenging. In order to provide adequate food for chicks and maximize reproductive success, parents must limit the duration and range of their foraging trips (Luna-Jorquera & Culik 2000, Taylor *et al*. 2002). Hence, the capacity of penguins to successfully raise young ultimately depends on the ability of breeding pairs to obtain food, and on the quality and health of the foraging habitat that is available. Thus, to ensure safe breeding conditions for penguins, both their colonies on land and their foraging habitat must be protected.

Coastal development and mining projects: a latent threat

The study site lies within the area where the largest part of the Humboldt Penguin population occurs. There are now proposals for two mining ports (Cruz Grande and Dominga) on the coast adjacent to the Humboldt Archipelago (Fig. 1). The proximity of these ports to Tilgo Island poses environmental risks associated with massive infrastructure construction and increased port activity,

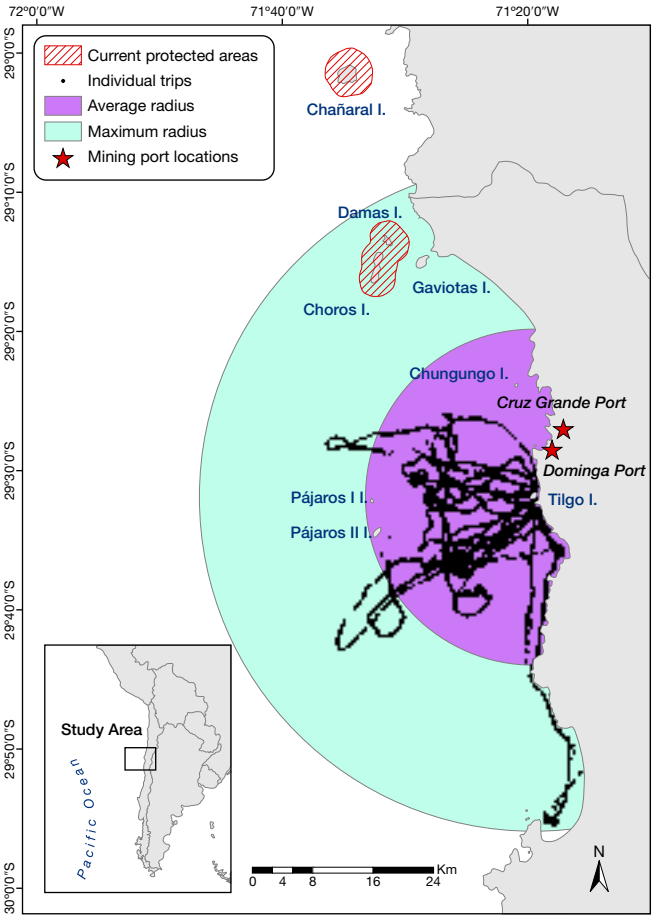


Fig. 1. Individual foraging trips of Humboldt Penguins with active nests and chicks at the Tilgo Island colony in spring 2018. Names in blue indicate the islands of the Humboldt Archipelago. Red stars show the locations planned for the construction of two mining ports. The red striped areas show current protected areas. The purple circle represents the at-sea average foraging radius based on 11 breeding penguins. The green circle is the radius of the maximum observed foraging distance. Dotted lines represent individual trips.

Folio011407

such as oil spills, mineral spills, sediment runoffs, introduction of invasive marine and terrestrial species, light and noise pollution, anthropogenic marine debris, and increased vessel traffic (see Trathan *et al*. 2015). These types of disturbances could lead to the degradation of the nesting and foraging habitat associated with the Tilgo Island breeding colony, negatively affecting reproductive success and the capacity for population growth (Boersma 2008, Ropert-Coudert *et al*. 2019). One of the justifications in support of these projects is the assumption that the mining ports are designed to operate outside the protected zones. While this is legally correct, our data show that Humboldt Penguins from Tilgo transit these waters while foraging to feed chicks.

The critical need to expand conservation areas

Although there are legally protected areas in the Humboldt Archipelago, these areas only extend one nautical mile out from the protected islands and do not encompass the majority of the islands of the archipelago (Fig. 1), i.e., those that contain important breeding colonies of Humboldt Penguins (Vianna *et al*. 2014), such as that of Tilgo Island. The scientific community and regional agencies have continuously argued for effectively protecting the Humboldt Archipelago by expanding the already-existing land and marine protection areas. Moreover, the effectiveness of protected areas for Humboldt Penguins has been questioned when colony-based foraging ranges are not properly taken into account (Werner *et al*. 2011). Our present work supports this critical issue. Trip ranges are expected to be even larger during the penguins' incubation period (Werner *et al*. 2011). Moreover, their use of foraging space is typically shared by a diverse seabird species assemblage, often forming multi-species feeding flocks (Weichler *et al*. 2004, Anguita & Simeone 2015). Accordingly, our results indicate that the planned locations for future port constructions on the northern coast of Chile, near Tilgo Island, requires reevaluation (e.g., Boersma *et al*. 2002, Soanes *et al*. 2016). We propose that continued research on penguin behavior is required in order to facilitate the delineation and monitoring of appropriate conservation areas for Tilgo Island and the rest of the Humboldt Archipelago.

The global population of the Humboldt Penguin is patchily distributed from central Peru to southern Chile and has undergone extreme fluctuations in numbers over the last decades (Luna-Jorquera *et al*. 2000, Paredes *et al*. 2003, Vianna *et al*. 2014). The accelerated rate of human development activities on the coast of Chile has significant potential to aggravate this species' delicate conservation status, including its continued decrease in population size (Croxall *et al*. 2012, Boersma *et al*. 2019). Detrimental anthropogenic impacts within irreplaceable breeding colonies, as identified in the current paper, represents an ever-increasing threat in Chile; hence, mitigation requires appropriate decisions now.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was carried out in accordance with the recommendations and permit of the Subsecretaria de Pesca y Acuicultura de Chile (resolution N°3367/2017). The protocol was approved by the Bioethics Committee of the Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile. We thank Dr. Stefan Garthe for support with GPS tracking devices. This research was conducted with the support of Fondecyt postdoc project N°3170936 in Chile. Two anonymous reviewers provided comments that helped to improve our paper.

REFERENCES

ANCEL, A., BEAULIEU, M. & GILBERT, C. 2013. The different breeding strategies of penguins: A review. *Comptes Rendus Biologies* 336: 1–12. doi:10.1016/j.crvi.2013.02.002

ANGUITA, C. & SIMEONE, A. 2015. Influence of seasonal food availability on the dynamics of seabird feeding flocks at a coastal upwelling area. *PLoS One* 10: e0131327. doi:10.1371/journal.pone.0131327

BOERSMA, P.D. 2008. Penguins as marine sentinels. *BioScience* 58: 597–607. doi:10.1641/B580707

BOERSMA, P.D., BORBOROGLU, P.G., GOWNARIS, N.J. ET AL. 2020. Applying science to pressing conservation needs for penguins. *Conservation Biology* 34: 103–112. doi:10.1111/cobi.13378

BOERSMA, P.D., REBSTOCK, G.A., STOKES, D.L. & MAJLUF, P. 2007. Oceans apart: conservation models for two temperate penguin species shaped by the marine environment. *Marine Ecology Progress Series* 335: 217–225. doi:10.3354/meps335217

BOERSMA, P.D., STOKES, D.L. & STRANGE, I.J. 2002. Applying ecology to conservation: tracking breeding penguins at New Island South reserve, Falkland Islands. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 12: 63–74. doi:10.1002/aqc.477

CÁRCAMO, P.F., CORTÉS, M., ORTEGA, L., SQUEO, F.A. & GAYMER, C.F. 2011. Crónica de un conflicto anunciado: tres centrales termoeléctricas a carbón en un hotspot de biodiversidad de importancia mundial. *Revista chilena de historia natural* 84: 171–180. doi:10.4067/S0716-078X2011000200003

CROXALL, J.P., BUTCHART, S.H.M., LASCELLES, B. ET AL. 2012. Seabird conservation status, threats and priority actions: a global assessment. *Bird Conservation International* 22: 1–34. doi:10.1017/S0959270912000020

CULIK, B. 2001. Finding food in the open ocean: foraging strategies in Humboldt penguins. Presented at the 94th Annual Meeting of the Deutsche Zoologische Gesellschaft in Osnabrück, June 4–8, 2001. *Zoology* 104: 327–338. doi:10.1078/0944-2006-00038

CULIK, B.M. & LUNA-JORQUERA, G. 1997. Satellite tracking of Humboldt penguins (*Spheniscus humboldti*) in northern Chile. *Marine Biology* 128: 547–556. doi:10.1007/s002270050120

DANTAS, G.P.M., OLIVEIRA, L.R., SANTOS, A.M. ET AL. 2019. Uncovering population structure in the Humboldt penguin (*Spheniscus humboldti*) along the Pacific coast at South America. *PLoS One* 14: e0215293. doi:10.1371/journal.pone.0215293

ELLENBERG, U., MATTERN, T., SEDDON, P.J. & LUNA-JORQUERA, G.. 2006. Physiological and reproductive consequences of human disturbance in Humboldt penguins: The need for species-specific visitor management. *Biological Conservation* 133: 95–106. doi:10.1016/j.biocon.2006.05.019

HERTEL, F., MARTINEZ, D., LEMUS, M. & TORRES-MURA, J.C. 2005. Birds from Chungungo, Tilgo, and Pájaros Islands in North-Central Chile/Ornitofauna de las Islas Chungungo, Tilgo, y Pájaros en la costa del centro-norte de Chile. *Journal of Field Ornithology* 76: 197–203.

LUNA-JORQUERA, G. & CULIK, B.M. 1999. Diving behaviour of Humboldt Penguins *Spheniscus humboldti* in northern Chile. *Marine Ornithology* 27: 67–76.

LUNA-JORQUERA, G. & CULIK, B.M. 2000. Metabolic rates of swimming Humboldt penguins. *Marine Ecology Progress Series* 203: 301–309.

Folio011408

LUNA-JORQUERA, G., FERNÁNDEZ, C.E. & RIVADENEIRA, M.M. 2012. Determinants of the diversity of plants, birds and mammals of coastal islands of the Humboldt current systems: implications for conservation. *Biodiversity and Conservation* 21: 13–32. doi:10.1007/s10531-011-0157-2

LUNA-JORQUERA, G., GARTHE, S., SEPULVEDA, F.G., WEICHLER, T. & VÁSQUEZ, J.A. 2000. Population size of Humboldt Penguins assessed by combined terrestrial and at-sea counts. *Waterbirds: The International Journal of Waterbird Biology* 23: 506–510. doi:10.2307/1522191

MATTERN, T., ELLENBERG, U., LUNA-JORQUERA, G. & DAVIS, L.S. 2004. Humboldt Penguin census on Isla Chañaral, Chile: Recent increase or past underestimate of penguin numbers? *Waterbirds: The International Journal of Waterbird Biology* 27: 368–376.

PAREDES, R. & ZAVALAGA, CARLOS. B. 2001. Nesting sites and nest types as important factors for the conservation of Humboldt penguins (*Sphensicus humboldti*). *Biological Conservation* 100: 199–205. doi:10.1016/S0006-3207(01)00023-4

PAREDES, R., ZAVALAGA, C.B., BATTISTINI, G., MAJLUF, P. & MCGILL, P. 2003. Status of the Humboldt Penguin in Peru, 1999–2000. *Waterbirds: The International Journal of Waterbird Biology* 26: 129–138.

ROPERT-COUDERT, Y., CHIARADIA, A., AINLEY, D. ET AL. 2019. Happy Feet in a hostile world? The future of penguins depends on proactive management of current and expected threats. *Frontiers in Marine Science* 6. doi:10.3389/fmars.2019.00248

SIMEONE, A., ARAYA, B., BERNAL, M. ET AL. 2002. Oceanographic and climatic factors influencing breeding and colony attendance patterns of Humboldt penguins *Spheniscus humboldti* in central Chile. *Marine Ecology Progress Series* 227: 43–50. doi:10.3354/meps227043

SIMEONE, A. & BERNAL, M. 2000. Effects of habitat modification on breeding seabirds: A case study in central Chile. *Waterbirds: The International Journal of Waterbird Biology* 23: 449–456. doi:10.2307/1522182

SIMEONE, A., LUNA-JORQUERA, G., BERNAL, M., ET AL. 2003. Breeding distribution and abundance of seabirds on islands off north-central Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 76: 323–333. doi:10.4067/S0716-078X2003000200016

SOANES, L.M., BRIGHT, J.A., ANGEL, L.P. ET AL. 2016. Defining marine important bird areas: Testing the foraging radius approach. *Biological Conservation* 196: 69–79. doi:10.1016/j.biocon.2016.02.007

TAYLOR, S.S., LEONARD, M.L., BONESS, D.J. & MAJLUF, P. 2002. Foraging by Humboldt penguins (*Spheniscus humboldti*) during the chick-rearing period: general patterns, sex differences, and recommendations to reduce incidental catches in fishing nets. *Canadian Journal of Zoology* 80: 700–707. doi:10.1139/Z02-046

THIEL, M., MACAYA, E.C., ACUÑA, E. ET AL. 2007. The Humboldt Current System of Northern and Central Chile: oceanographic processes, ecological interactions and socioeconomic feedback. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 45: 195–344.

TORO, F., VILINA, Y.A., CAPELLA, J.J. & GIBBON, J. 2016. Novel Coastal Feeding Area for Eastern South Pacific Fin Whales (*Balaenoptera physalus*) in Mid-Latitude Humboldt Current Waters off Chile. *Aquatic Mammals* 42: 47–55. doi:10.1578/AM.42.1.2016.47

TRATHAN, P.N., GARCÍA-BORBOROGLU, P., BOERSMA, D. ET AL. 2015. Pollution, habitat loss, fishing, and climate change as critical threats to penguins. *Conservation Biology* 29: 31–41. doi:10.1111/cobi.12349

VIANNA, J.A., CORTES, M., RAMOS, B. ET AL. 2014. Changes in abundance and distribution of Humboldt Penguin *Spheniscus humboldti*. *Marine Ornithology* 42: 153–159.

WALLACE, R.S. & ARAYA, B. 2015. Humboldt Penguin *Spheniscus humboldti* population in Chile: counts of moulting birds, February 1999–2008. *Marine Ornithology* 43: 107–112.

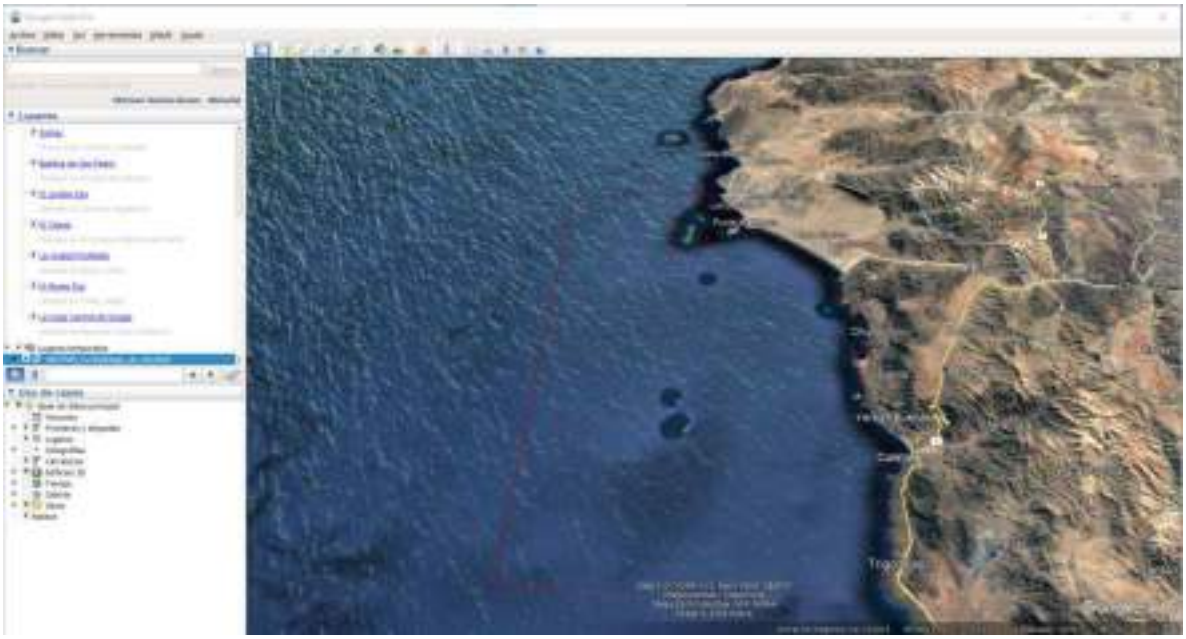
WEICHLER, T., GARTHE, S., LUNA-JORQUERA, G. & MORAGA, J. 2004. Seabird distribution on the Humboldt Current in northern Chile in relation to hydrography, productivity, and fisheries. *ICES Journal of Marine Science* 61: 148–154. doi:10.1016/j.icesjms.2003.07.001

WERNER, A.C., CARDENAS ALAYZA, S., CARDENA MORMONTOY, M. ET AL. 2011. La ruta del pingüino : uso de habitat marino y patron de atencion al nido por el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*) en Punta San Juan, Peru. *Boletin Informativo - UNOP* 6: 21–27.

CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Norte en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales recibidos a través del memo interno recibido el 09 de julio 2024, cuyos nombres de archivos son los siguientes:

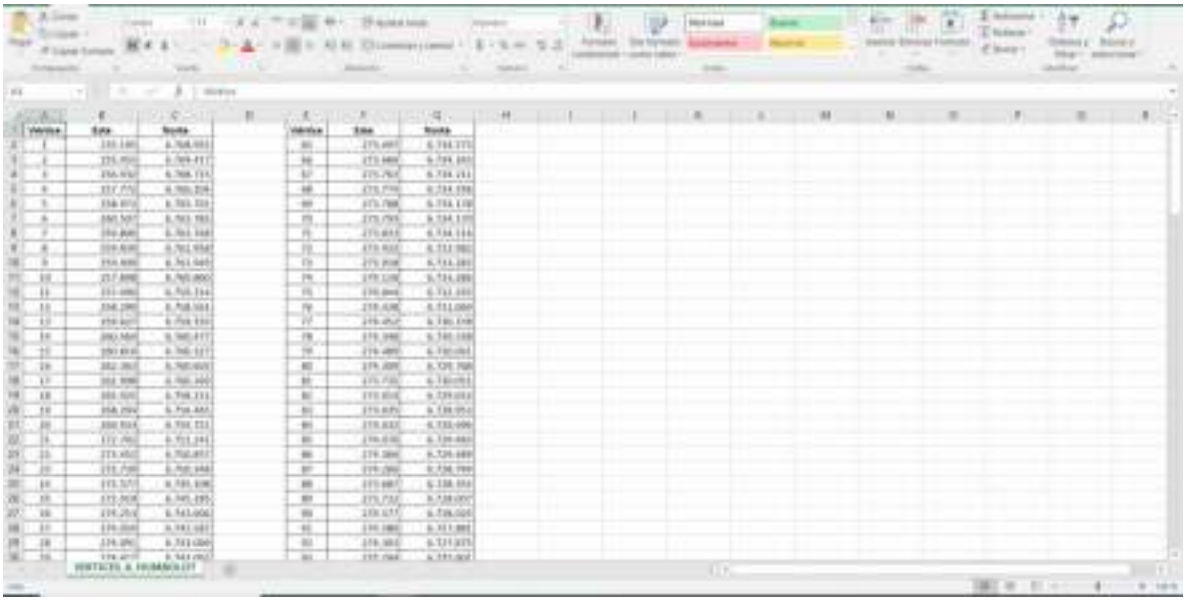
“2021.08.20_AMCPMU_Archipiélago_de_Humboldt.kmz”



CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Norte en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales recibidos a través del memo interno recibido el 09 de julio 2024, cuyos nombres de archivos son los siguientes:

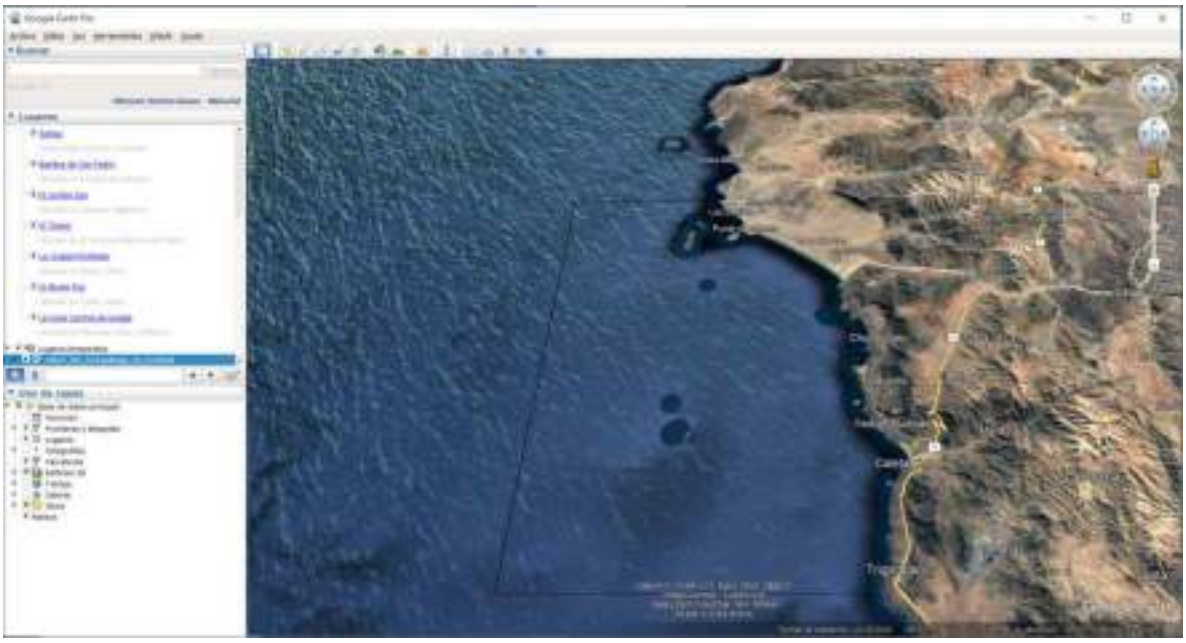
“2021.08.20_COORDENADAS_VERTICES_A_HUMBOLDT.xlsx”



CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Norte en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales recibidos a través del memo interno recibido el 09 de julio del 2024, cuyo nombre de archivo es el siguiente:

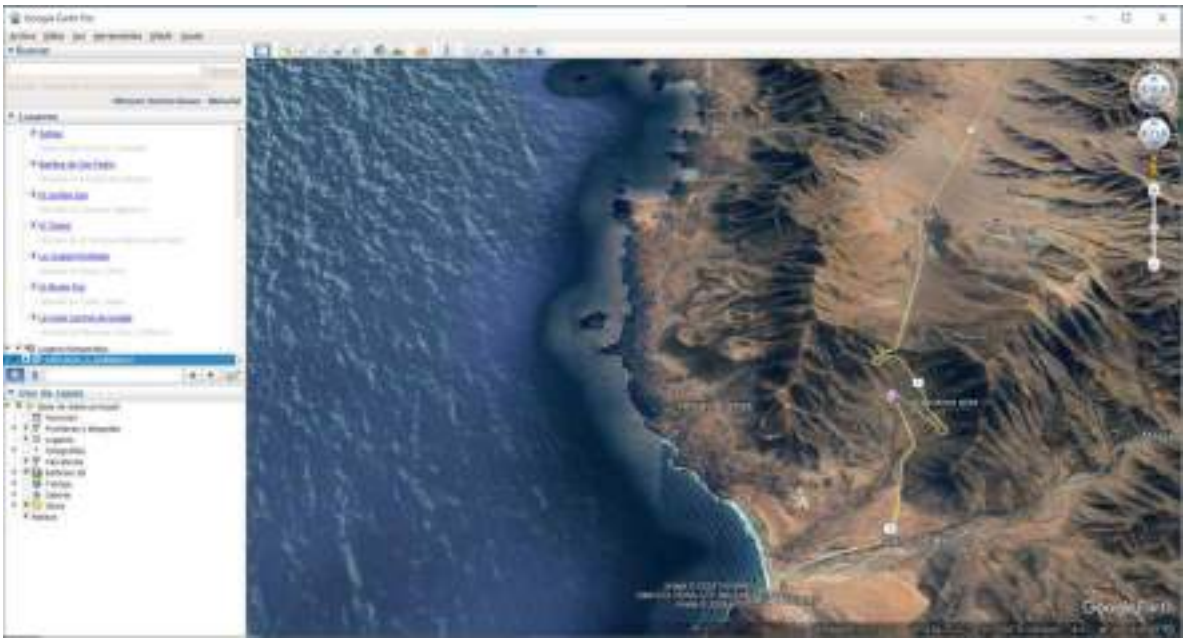
“AMCP_MU_Archipiélago_de_Humbol.kmz”

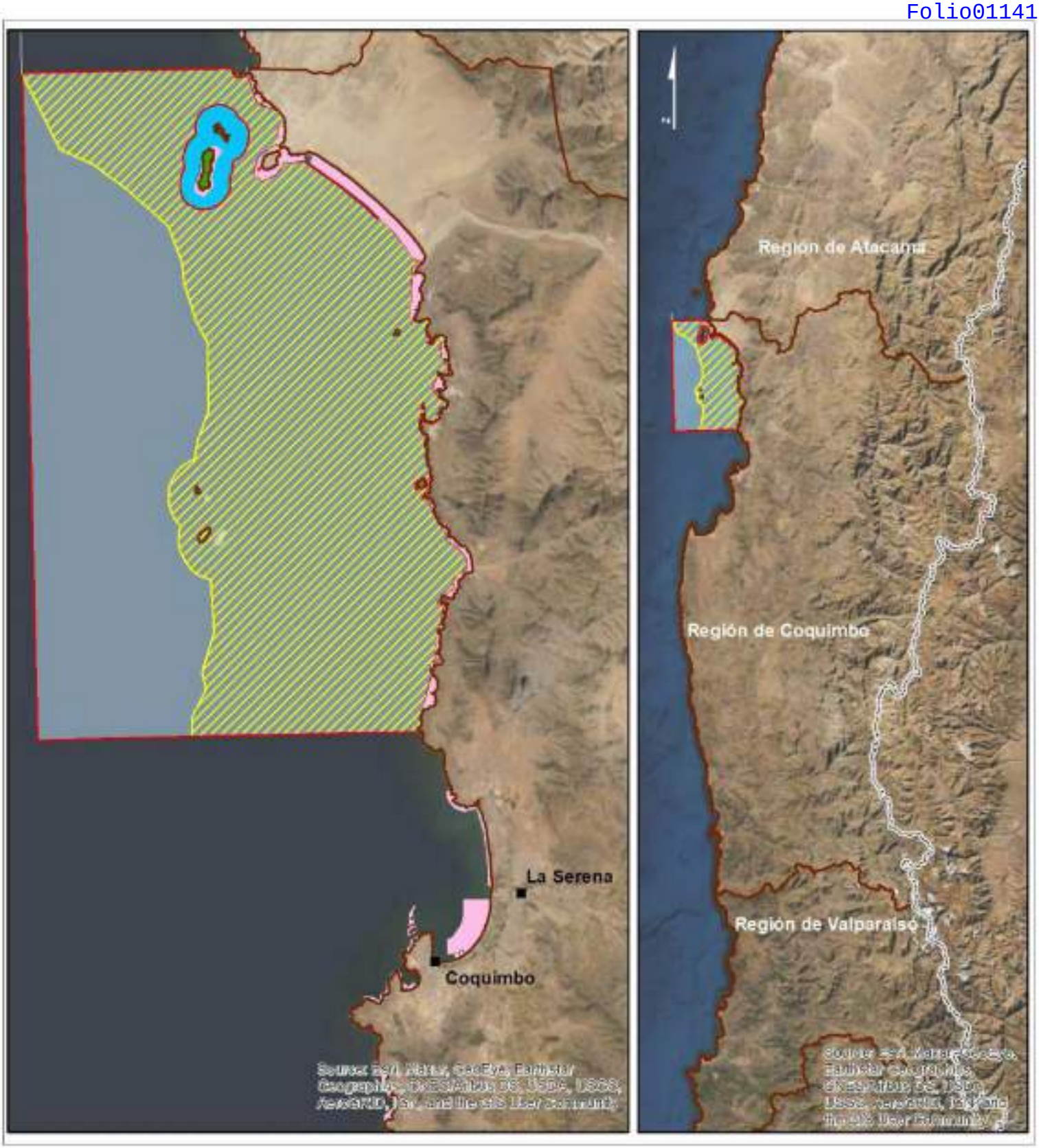


CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Norte en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales recibidos a través del memo interno recibido el 09 de julio del 2024, cuyo nombre de archivo es el siguiente:

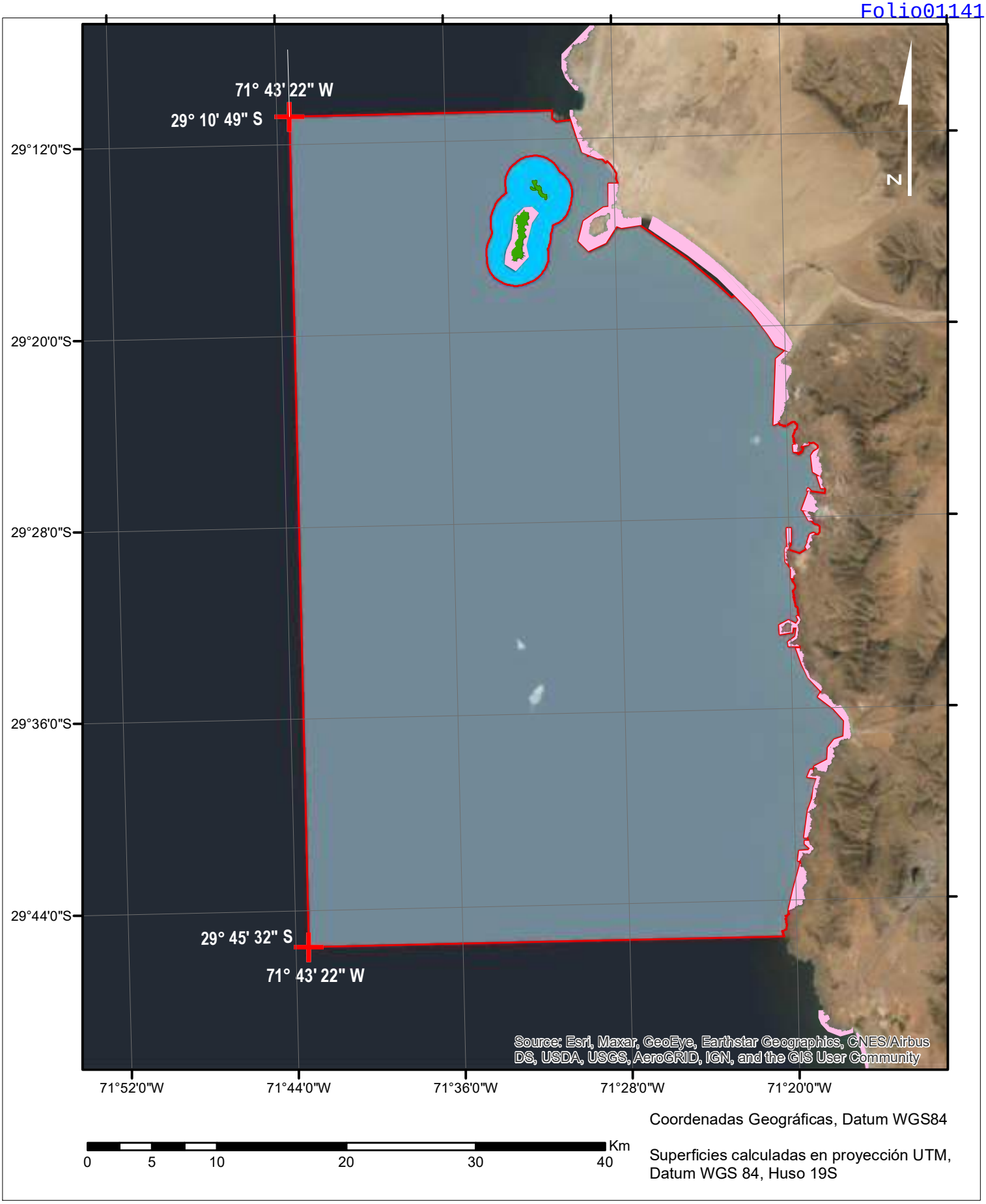
"2021.08.20_VERTICES_A_HUMBOLDT_LayerToK.kmz"





Leyenda

- Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos
- Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos- Propuesta (1.378 Km²)
- Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos-Propuesta Extendida (2.232 Km²)
- Reserva Marina Isla Choros - Damas
- Límite Internacional



Coordenadas Geográficas, Datum WGS84

Superficies calculadas en proyección UTM, Datum WGS 84, Huso 19S

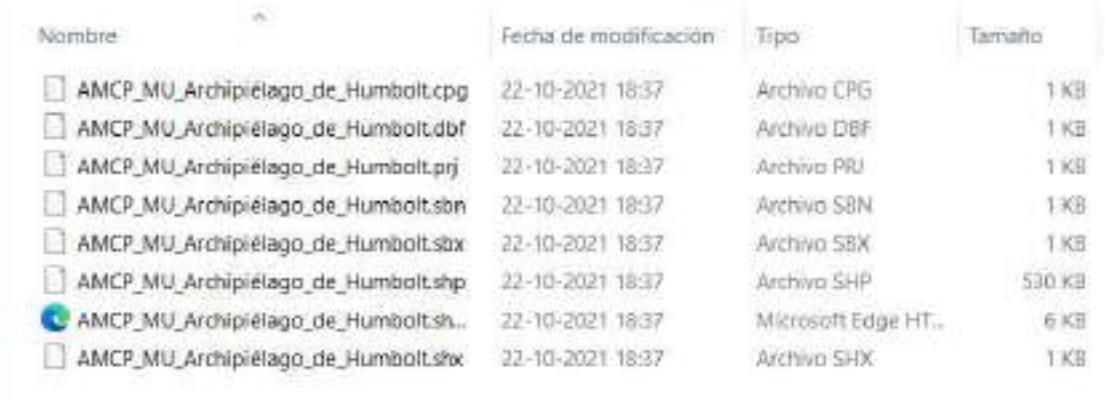
Leyenda

- Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos
- Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos-Propuesta (2.232 Km^2)
- Reserva Nacional Pingüino de Humboldt
- Reserva Marina Isla Choros - Damas

CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Norte en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales recibidos a través del memo interno recibido el 09 de julio del 2024, cuyo nombre de archivo es el siguiente:

Carpeta “AMCP_MU_Archipielago_de_Humbolt”



Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
AMCP_MU_Archipiélago_de_Humbolt.cpg	22-10-2021 18:37	Archivo CPG	1 KB
AMCP_MU_Archipiélago_de_Humbolt.dbf	22-10-2021 18:37	Archivo DBF	1 KB
AMCP_MU_Archipiélago_de_Humbolt.prj	22-10-2021 18:37	Archivo PRJ	1 KB
AMCP_MU_Archipiélago_de_Humbolt.sbn	22-10-2021 18:37	Archivo SBN	1 KB
AMCP_MU_Archipiélago_de_Humbolt.sbx	22-10-2021 18:37	Archivo SBX	1 KB
AMCP_MU_Archipiélago_de_Humbolt.shp	22-10-2021 18:37	Archivo SHP	530 KB
AMCP_MU_Archipiélago_de_Humbolt.sh...	22-10-2021 18:37	Microsoft Edge HT...	6 KB
AMCP_MU_Archipiélago_de_Humbolt.shx	22-10-2021 18:37	Archivo SHX	1 KB

INFORME TÉCNICO PARA LA DECLARATORIA

Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos “Archipiélago de Humboldt”. Comunas de Freirina, La Higuera, La Serena, Región de Atacama y Coquimbo.

Mayo 2023

Sobre la base de del informe final de la consultoría denominada **“Elaboración de Informe Técnico Justificatorio para la creación del Área Marina Costero Protegida de Múltiples Usos Archipiélago de Humboldt**, región de Coquimbo y región de Atacama y su socialización con actores locales” financiado por el Ministerio del Medio Ambiente y ejecutada por la Consultora GEAMCHILE (ID 612228-5-LE22).

1. Antecedentes

Entre la zona sur de la Región de Atacama y la zona norte de la Región de Coquimbo se encuentra una de las áreas de mayor biodiversidad marina y productividad de nuestro país. Este borde costero y su archipiélago de islotes albergan una importante cantidad de especies marinas que conforman un ecosistema marino excepcional. Por este motivo, en 1990 se declaró la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, protegiendo parte de la zona donde habita el 80% de la población de pingüino de Humboldt a nivel mundial (OCEANA, 2010). Asimismo, y posteriormente, a mediados de la década de 2000, en torno a tales islas se declararon dos reservas marinas (islas Choros Damas e isla Chañaral), y finalmente hacia el año 2010 el sector fue reconocido como sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad con efectos para el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Con todo, progresivamente el Estado, por medio de diferentes instrumentos ha ido reconociendo y brindando protección al ecosistema, dado el alto valor ambiental que éste tiene.

La zona emplazada en el sector costero entre Caleta Chañaral de Aceituno (región de Atacama) y Punta Poroto (región de Coquimbo), es una de las tres zonas más importantes de afloramiento o surgencia en el centro-norte de Chile, transformando el sector en uno de los más productivos de las regiones de Atacama y Coquimbo, debido a que estas surgencias llevan a la superficie del mar aguas profundas, frías y ricas en nutrientes (Figueroa & Moffat 2000). La circulación de corrientes predominantes tendría como consecuencia la llegada de masas de agua con gran cantidad de larvas del sur, las cuales además son retenidas en estas zonas a través de procesos locales, donde los sistemas de islas son fundamentales (Gaymer *et al.,* 2007).

Las condiciones oceanográficas del área y su alta productividad (Gaymer *et al.,* 2021) se traducen en grandes reclutamientos de varios organismos de la trama trófica, incluyendo locos y otros recursos pesqueros como lapas, crustáceos y anchovetas, resultando en un área altamente importante tanto por su diversidad biológica como por la actividad pesquera artesanal (OCEANA, 2010 y 2017). Concentra numerosas especies en peligro crítico de conservación, numerosas especies endémicas tanto marinas como terrestres, más de 14 especies de cetáceos (Gaymer *et al.,* 2021), además del 80% del desembarque de locos y lapas de la Región de Coquimbo y de numerosos otros recursos para la pesca artesanal e industrial del centro-norte de Chile (Thiel et al. 2007), incluyendo al langostino amarillo y el camarón nailon.

Esta productividad biológica se traduce en grandes poblaciones de peces (anchovetas, sardinas) y crustáceos (krill) que son el alimento de las poblaciones de pingüinos de Humboldt, delfines y ballenas que frecuentan o residen en el área. Su borde costero y su archipiélago de islas e islotes albergan una importante cantidad de especies reportando 187 taxa macrobentónicas, 122 especies de aves, 21 mamíferos marinos y 68 especies de peces (Gaymer *et al.,* 2021).

Por todo esto, el área ha sido reconocida por un panel regional de expertos asesores del Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB) como un "área marina biológica o

ecológicamente significativa" (EBSA, por su sigla en inglés) a nivel mundial, incluido el hecho de ser parte relevante de uno de los más importantes grandes ecosistemas marinos en el globo [Humboldt Large Marine Ecosystem (LME)]. Así, este ecosistema ha sido definido por la CBD como uno de los 10 grandes ecosistemas marinos con alta prioridad para ser protegidos en el mundo (https://www.cbd.int/ebsa/).

La modificación de la Ley Nº19.300, creó la institucionalidad ambiental y entregó al Ministerio del Medio Ambiente facultades para proponer políticas, planes, programas, normas y supervigilar el Sistema Nacional de Área Protegidas incluido los parques y reservas marinas y los santuarios de la naturaleza (art. 70 letra b), como asimismo de las áreas marinas costeras protegidas de múltiples usos (AMCP-MU) (art.70 letra c).

Las áreas marinas protegidas (AMP) constituyen un instrumento cuyo objetivo principal es conservar la integridad y diversidad de la naturaleza y asegurar que cualquier uso de los recursos naturales sea equitativo y ecológicamente sostenible. Para que las AMPs tengan éxito en el logro de este objetivo, los estados deben materializarlo por medio de acciones que resulten en la conservación efectiva de estos espacios, de tal manera que las AMPs se consoliden como un componente clave de la gestión integrada de las zonas costeras y marinas, y como parte de su desarrollo sostenible.

Dentro de las categorías de AMPs, las áreas marinas costeras protegidas de múltiples usos (AMCP-MU) son homologables a la categoría VI de la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza (UICN) para el "uso sostenible de los recursos naturales". Estas AMPs se definen como aquellas donde existen especies, hábitats, ecosistemas o condiciones naturales y paisajísticas, asociadas a valores culturales o al uso tradicional o sustentable de los recursos naturales y de los servicios ecosistémicos. El objetivo de esta categoría es asegurar el uso sustentable de los servicios ecosistémicos a través de un manejo integrado del área, utilizando los instrumentos de conservación y manejo disponibles en el ordenamiento jurídico. En estas áreas podrán desarrollarse distintas actividades de uso sustentable, siempre que no afecten los objetos de protección del área y se ajusten al respectivo plan de manejo del AMCP-MU.

2. Caracterización de las comunidades aledañas al AMCP-MU archipiélago de Humboldt

La propuesta del Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) archipiélago de Humboldt involucra territorios de tres comunas aledañas: al norte Freirina, provincia del Huasco en la Región de Atacama, y al sur, las comunas de La Higuera y La Serena en la provincia del Elqui en la Región de Coquimbo.

La comuna de Freirina abarca un total de 3.207 km^2, lo que representa el 4,85% del territorio regional. Esta comuna cuenta con un extenso litoral que va desde Punta Alcalde por el norte hasta el límite sur de la región de Atacama. En la zona costera existe un total de 9 localidades habitadas siendo las más importantes las caletas de Carrizalillo y caleta Chañaral de Aceituno; así como la caleta Los Bronces y Quebradita las más aisladas. Para efectos del AMCP-MU propuesta, las localidades colindantes al AMCP-MU son caleta Chañaral de Aceituno, caleta de Carrizalillo y caleta Los Burros Sur. Es una comuna que ha estado experimentando un incremento sostenido de su población, registrando al año 2017 cerca de 7.041 habitantes (Censo del 2017, INE), concentrándose en las localidades urbanas próximas al eje de conexión con Vallenar, por lo que el sector sur costero es de menor poblamiento y dotación de infraestructura de servicios básicos. Caleta Chañaral de Aceituno es el único sector de la comuna que cuenta con infraestructura que permite el desarrollo de pesca y turismo, ya que, cuenta con un embarcadero, 3 boxes y una línea de atraque. En términos de transporte, la movilización pública es bastante limitada en cobertura y frecuencia, sin embargo, cuenta con aeródromo privado en Punta Gaviota.

Respecto de la pesca artesanal en la comuna, en el Registro de Pescadores Artesanales de Sernapesca se contabilizó un total de 319 personas al año 2021, de las cuales el 21% corresponde a mujeres pescadoras-recolectoras, que es mayor al de otras comunas de la región. La actividad de recolección de algas pardas se centra en los recursos huiro negro y huiro palo. Por otra parte, otros combinan la recolección de algas con la extracción de peces como el congrio, cojinova, dorado y corvina, y finalmente, también realizan actividades de buceo como técnica de pesca para extraer distintas especies de lapas y jabias, locos y erizos rojos.

En el caso de la Región de Coquimbo, la comuna de La Higuera alcanza los 4.158 km^2, siendo una de las más extensas a nivel regional, superficie distribuida desde la cordillera de Los Andes hasta la costa, alcanzado una extensión de 70 km de borde costero. En la comuna existen 6 localidades costeras y 7 localidades interiores concentrando la población en su capital comunal. Las caletas que, en su conjunto según el Censo 2017, representan alrededor del 30% de la población comunal, corresponden a El Apolillado, Punta Choros (San Agustín y Los Corrales), Los Choros, Chungungo, Totoralillo Norte y Caleta Los Hornos. De acuerdo a los registros de Sernapesca, la cantidad de pescadores inscritos en los registros en la comuna corresponden a 1.050 al año 2021, de los cuales el 3% son mujeres y focalizan sus actividades en la explotación de algas pardas, machas, locos y distintas especies de lapas y jaibas.

En la comuna de La Serena, el territorio costero involucrado corresponde a un sector costero rural ubicado entre el límite comunal de La Higuera y Punta Porotos, al norte de la ciudad de La Serena, y donde no existe presencia de caletas pesqueras. Esta zona está experimentando un proceso de desarrollo inmobiliario de parcelas para vivienda permanente y de veraneo, las que se asientan en forma agregada, en torno a la ruta 5 Norte, a partir de loteos en distintas áreas de esta ruta, en sectores como Hacienda del Mar, Reserva El Arrayán, Rocas del Arrayán, Lomas del Arrayán, entre otros.

Los territorios costeros de las comunas de Freirina y La Higuera cuentan con distintos tipos de organizaciones funcionales y de representación[1], además de las organizaciones de pescadores artesanales existen juntas de vecinos, comités de adelanto, agrupaciones culturales, talleres laborales, organizaciones medioambientales, centros de apoderados, clubes juveniles y de adultos mayores, clubes deportivos, comités de agua potable rural (APR), asociaciones gremiales, sindicatos, etc.

En un trabajo anterior (OCEANA, 2013), se llevó a cabo una identificación y caracterización de actores claves en función de su pertinencia respecto del uso, manejo, planificación y/o gestión de los recursos naturales asociados a la creación del AMCP-MU, utilizando las siguientes tres dimensiones: autopercepción de importancia en procesos de toma de decisión sobre recursos naturales, actores en redes sociales inter-organizacionales y percepción de actores claves para la planificación del AMCP-MU. Este proceso identificó a 44 actores relevantes respecto del uso, manejo o conservación de los recursos naturales y 31 actores claves en la planificación e implementación del AMCP-MU. Entre estos últimos, se definieron como prioritarios algunas instituciones públicas, como DIRECTEMAR, el Ministerio del Medio Ambiente y CONAF; en otro plano se consideró a las organizaciones de pescadores artesanales y Sernapesca, para finalmente considerar también al Gobierno Regional, las municipalidades y universidades.

[1] Según la Ley 19.483, las organizaciones funcionales son aquellas organizaciones comunitarias, sin fines de lucro, que tienen por finalidad representar y promover valores específicos de la comunidad vecinal dentro de un territorio (comuna o agrupación de comunas), cuya personalidad jurídica es otorgada por el Municipio. Por otra parte, los Sindicatos y Asociaciones Gremiales se consideran organización de representación y desarrollo de los intereses económicos, laboral y profesionales de grupos específicos (trabajadores, gremios, oficios, etc.).

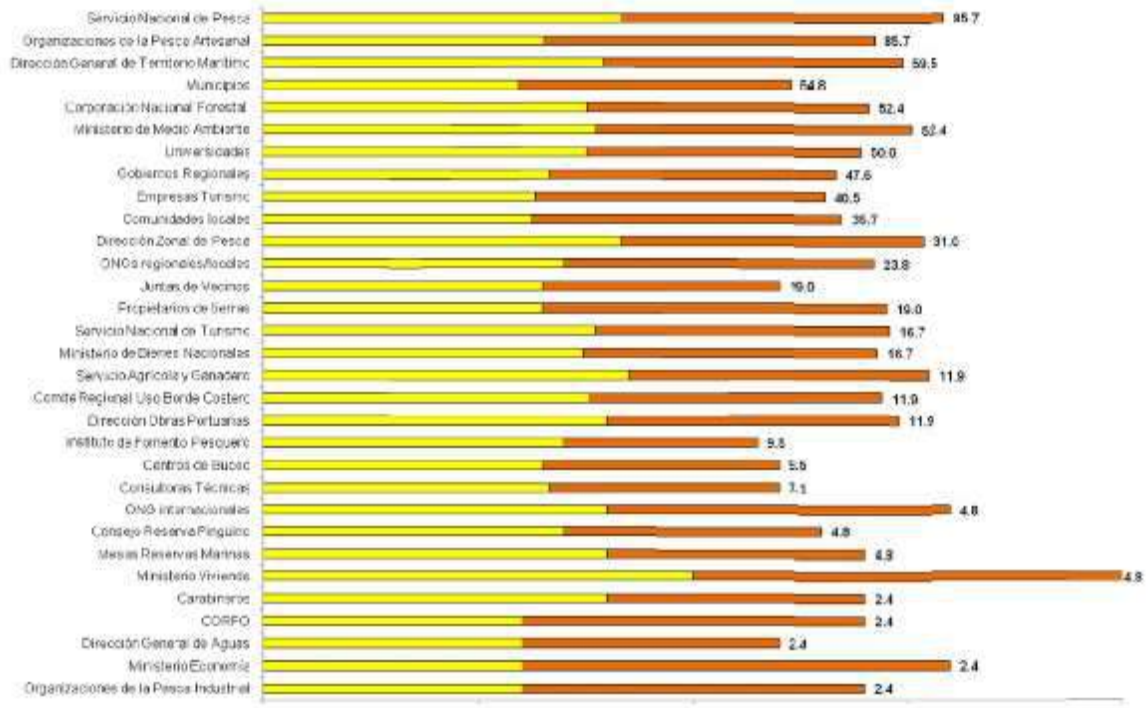


Figura 1. Caracterización del conjunto de actores claves identificados (Fuente: OCEANA/Cárcamo, 2013).

En la **Figura 1** se presentan los resultados de ese trabajo de acuerdo a la frecuencia de mención, resumiendo el valor alcanzado para cada actor, en color amarillo se muestra la variable capacidad para planificar e implementar un AMCP-MU y en rojo la variable influencia en el área sobre otros actores (OCEANA, 2013). En referencia al grado de influencia y beneficio que representa para los servicios públicos el participar, las diferencias entre distintos actores es el valor que se atribuye a los servicios, siendo Sernapesca, Subpesca y Medio Ambiente a los que se considera con mayor pertinencia e influencia en la toma de decisiones, del mismo modo que perciben una menor influencia a las organizaciones de pescadores artesanales.

Ese mismo estudio diferencia, para la comuna de La Higuera, entre las organizaciones de pescadores de acuerdo a los beneficios recibidos, al comportamiento y relación con el borde costero, resultado que identifica un primer grupo correspondiente a los habitantes en torno a las caletas de Los Choros y Punta de Choros, principales beneficiadas con la creación de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt y la Reserva Marina Choros-Damas, quienes han sido capaces de levantar una oferta turística y de gestionar exitosamente las AMERBs, las que cuentan con la mayor productividad de la comuna. El otro grupo corresponde a los habitantes de las caletas de Chungungo, Totoralillo Norte y Caleta Hornos, lugares con menos desarrollo turístico, cuya principal actividad económica sigue siendo la pesca artesanal. El estudio anterior concluye en un listado de 21 actores con los que se propone sea realizado el trabajo de planificación y la posterior administración del AMCP-MU, una vez decretada.

Por otra parte, en el año 2019 mediante Resolución exenta Nº4603 de Sernapesca, se estableció la formalización de las mesas de trabajo que venían desarrollándose en torno

a la reserva marina de Isla Chañaral de la Región de Atacama, la reserva marina de Islas Choros - Damas de la Región de Coquimbo y la reserva marina La Rinconada de la Región de Antofagasta (**Tabla 1**). El documento establece la creación de tres figuras organizacionales o comités, con funciones y atribuciones diferenciales para la gestión y administración de cada reserva marina, ellos son: Comité Consultivo, espacio de socialización y difusión de la información generada y recolección de información sobre requerimientos de los actores relevantes para la gestión; Comité de Administración, cuya función es velar por el cumplimiento del Plan General de Administración (PGA), realizar el monitoreo y seguimiento a las acciones diseñadas; y el Comité de Gestión del PGA, encargado de gestionar el financiamiento, las alianzas estratégicas y evaluar el desarrollo del PGA. En el caso de la Reserva Marina Isla Chañaral, se formaliza la Mesa de Trabajo, siendo definidos los actores, funciones, formas de funcionamiento y de elección (Res.Ex.Nº144, Sernapesca Región Atacama, 2020); el listado de actores para los Comités que son de carácter regionales, de Administración y Consultivo, quedan conformados como se muestra en la **Tabla 2**.

Tabla 1. Estructura de Gestión Administrativa de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros y Damas

COMITÉ DE GESTIÓN DEL PGA
- Dirección Nacional de Sernapesca - Subdirección Administrativa de Sernapesca - Unidad de Conservación y Biodiversidad de Sernapesca - Directores y Encargado Regional de la Reserva Marina

COMITÉ DE ADMINISTRACION	**COMITÉ CONSULTIVO**
- SERNAPESCA - Subsecretaria de Pesca y Acuicultura - Municipalidad - Gobierno Regional - Direeción General del Territorio Marítimo y la Marina Mercante (Directemar) - Corporación Nacional Forestal (CONAF) - Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) - Ministerio del Medio Ambiente - Academia - Representante del Comité Consultivo	- SERNAPESCA - Representantes o Socios de pescadores - Socios o representantes de Buzos deportivos - Socios o representantes de la comunidad Local - Socios o representantes de Escuela de Buceo (*) - Prestadores de Servicios Turísticos (*) - Otros (instituciones) (*) Si aplica

Fuente: Res.Ex.Nº4603, Sernapesca 2019

Tabla 2. Estructura de Gestión Administrativa Regional de la Reserva Marina Isla Chañaral

COMITÉ DE ADMINISTRACIÓN Reserva Marina Isla Chañaral	**COMITÉ CONSULTIVO Reserva Marina Isla Chañaral**
- Director/a Regional de Sernapesca - Dirección Zonal de Subsecretaria de Pesca y Acuicultura - Ilustre Municipalidad de Freirina - Gobierno Regional - Gobernación Marítima - CONAF - SERNATUR - Ministerio del Medio Ambiente - Centros de Investigación y Universidades - Representante del Comité Consultivo	- Director/a Regional de Sernapesca - Representantes de pescadores locales - Representantes de Buzos deportivos - Representantes de la comunidad Local - Prestadores de Servicios Turísticos - Representantes de ONG - Representantes de Centros de investigaciones - Servicios públicos

Res.Ex.Nº144, Sernapesca Región Atacama, 2020

En anexos se presentan los listados de actores a considerar para efectos del trabajo de socialización y justificación del AMCP-MU archipiélago de Humboldt que se llevó a cabo. Asimismo, cabe señalar que estos actores constituyen un punto de partida para la definición del órgano que deberá realizar la gestión y administración del AMCP-MU, que debe ser en todo caso un grupo de actores (número, atribuciones y legitimidad) que permita una gestión eficiente y eficaz, que considere instancias de participación de otros actores que se relacionan directamente o indirectamente con el AMCP-MU en tanto instituciones o usuarios de los distintos servicios ecosistémicos desarrollados en ella.

3. Oceanografía

El sistema costero de Atacama y Coquimbo es parte de la zona de transición templada del Sistema de la Corriente de Humboldt, y una de las tres áreas más importantes de surgencia costera del centro-norte de Chile y el más intenso de la zona centro-norte de Chile (Figueroa & Moffat 2000).

Los afloramientos producidos por el Sistema de la Corriente de Humboldt se caracterizan por presentar aguas frías (**Figura 2**) y ricas en nutrientes, lo que resulta en aguas altamente productivas de fitoplancton (**Figura 3**), instaurando una base trófica esencial para el desarrollo de las tramas más complejas como grupos de invertebrados, macroalgas bentónicas, peces y mamíferos marinos, como ballenas jorobadas, dealeta y azul; además de aves que nidifican en las islas y en el sector costero (Gaymer *et al.,* 2021).

Complementariamente, existen otras variables que se deben considerar en conjunto para explicar la significativa productividad biológica del área, como las características topográficas del sector centro norte de Coquimbo y sur de Atacama, que cuentan con una importante presencia de islas, islotes, una línea de costa altamente accidentada formando bahías y ensenadas, que condicionan la respuesta oceánica (surgencia y circulación costera) a los vientos predominantes y con ello la productividad en los sistemas de surgencia (Kämpf & Chapman, 2016; Largier, 2020) (Gaymer *et al.,* 2021).

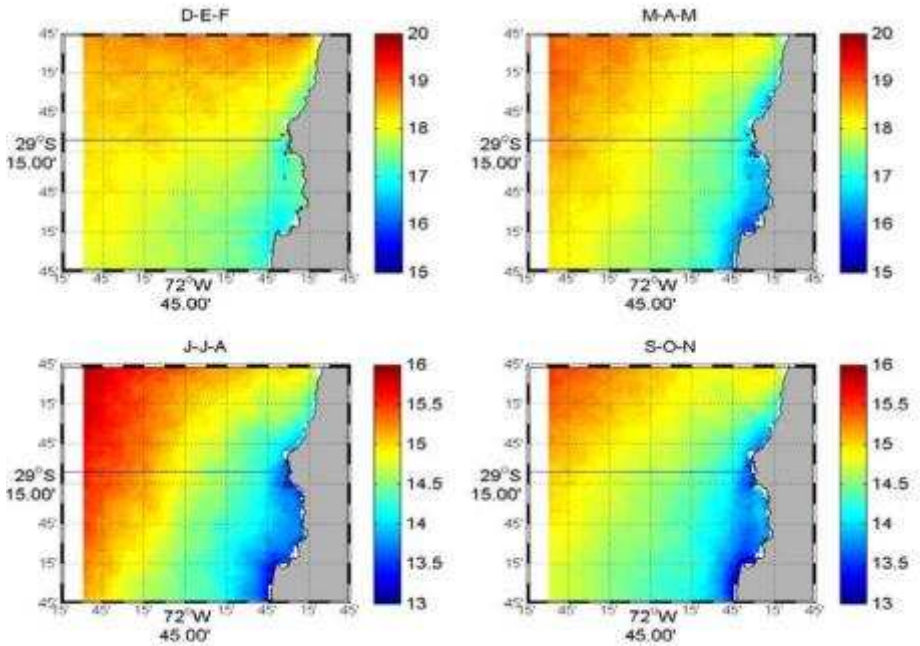


Figura 2. Climatología estacional de la temperatura superficial del mar (obtenida desde imágenes satelitales). Las bajas temperaturas (azul) indican las principales zonas de surgencia del sistema costero de Coquimbo-Atacama (Gaymer *et al.,* 2021).

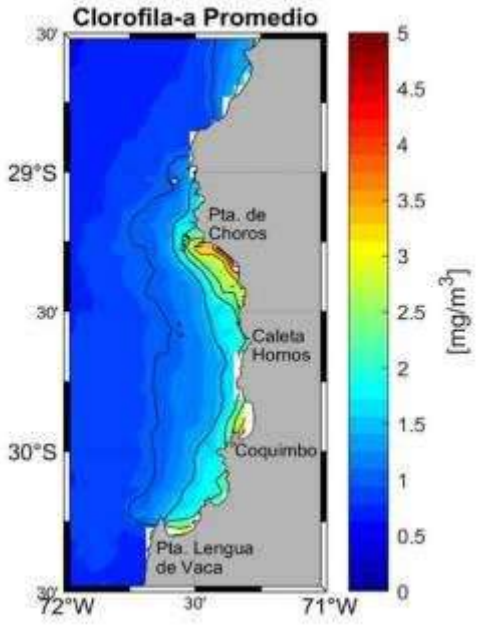


Figura 3. Promedio de largo periodo (09/1997 a 12/2016) de la Clorofila-a satelital desde información obtenida en Ocean Colour-CCI (http://www.oceancolour.org) (Gaymer *et al.,* 2021).

Gaymer *et al.,* 2021 reporta estudios relacionados con el transporte y conectividad desde y hacia Punta Choros con las bahías del sur, específicamente Hornos y Chungungo, evidenciando una conexión entre las diferentes áreas que resulta tanto por las características estructurales como por los vientos del sur predominantes en el área. La circulación de corrientes tendría como consecuencia la llegada de gran cantidad de larvas desde el sur, las cuales son retenidas en estas zonas a través de procesos locales, donde los sistemas de islas son fundamentales (Gaymer *et al.,* 2008), destacando también ciertas características locales y regionales como factores que podrían influir en este proceso.

Estudios acústicos realizados en el área bajo diferentes condiciones oceanográficas, reportaron significativos resultados de densidad acústica zooplanctónica para el primer periodo de estudio (2018), derivando en importantes avistamientos de ballenas cerca de la costa y que pareciera estar condicionado a una mayor concentración de clorofila-a y que estuvo asociada a un importante evento de surgencia durante la primavera previa del año 2018 (Gaymer *et al.,* 2021). Esto reafirma la hipótesis de que las constantes condiciones de surgencia existentes en el área, promueve la existencia de aguas altamente productivas, resultando en el aumento de la riqueza y abundancia de especies superiores que ven en este sistema costero marino, las condiciones óptimas para su establecimiento, ya sea como un ecosistema de alimentación, reproducción o hábitat (**Figura 4**).

A su vez, OCEANA (2010) hace mención también a que la topografía de la bahía de Coquimbo, compuesta en parte por la barrera submarina que forman las islas de la bahía, favorece la retención de los nutrientes y el crecimiento del fitoplancton y

zooplancton, potenciando la concentración y abundancia de especies de los niveles tróficos superiores.

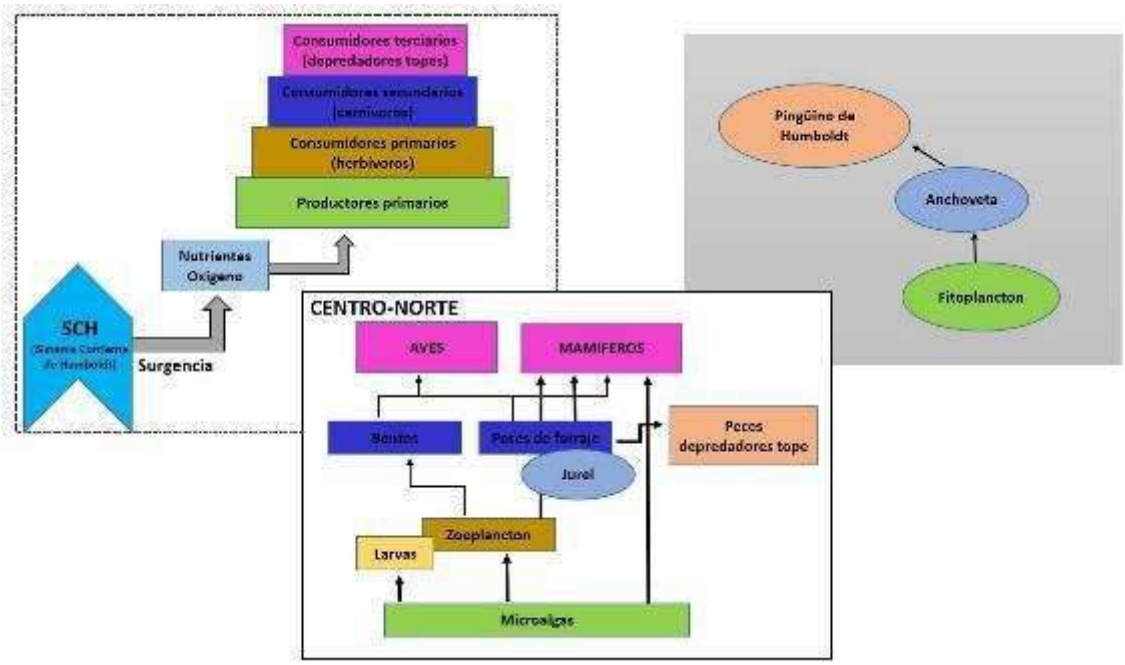


Figura 4. Mapa conceptual de cadenas tróficas (Oceana 2010).

4. Productividad

Monitoreos anuales realizados por IFOP desde el año 2007 al 2021, evidencian que el archipiélago de Humboldt concentra la mayor productividad primaria de la zona centro-norte de Chile, ubicada entre las zonas de Paposo (25°S) y Los Vilos (32°S) (**Figura 5**). Adicionalmente el estudio de Gaymer *et al.,* 2021, da cuenta de una alta productividad secundaria, dada por componentes zooplactónicos que constituyen alimento para los consumidores secundarios, como son los copépodos, eufáusidos (krill) y otros crustáceos pelágicos. Además, informa de presencia de altas concentraciones de huevos de anchovetas y larvas de langostino amarillo que sostienen las pesquerías más importantes de esta especie en Chile.

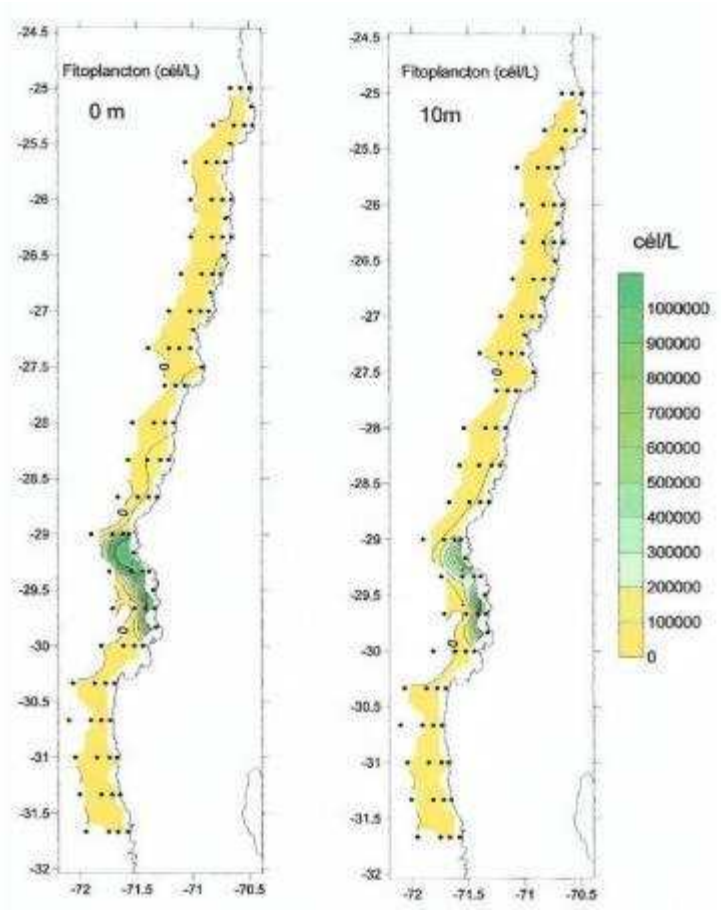


Figura 5. Productividad primaria medida como abundancia de fitoplancton (cel/L) en el centro- norte de Chile. La zona de mayor productividad (verde) corresponde al archipiélago de Humboldt (Fuente: citado en Gaymer *et al.,* 2021).

Por otra parte, el estudio hidroacústico realizado por Oyanadel, 2019 del Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas no publicados (citado en Gaymer *et al.,* 2021), en la Isla Chañaral en los años 2018 y 2019, da cuenta de que al sur y al oeste de la isla existen concentraciones de zooplancton asociados a quiebres topográficos, lo que sugieren el efecto de la batimetría para generar una zona de retención alrededor de la isla Chañaral donde se concentran los organismos planctónicos, como el krill. Estas zonas, con presencia de alta densidad de estos organismos es en donde se concentra

el forrajeo de ballenas, particularmente la ballena fin o de aleta (Gaymer *et al.,* 2021) (**Figura 6 y 7**).

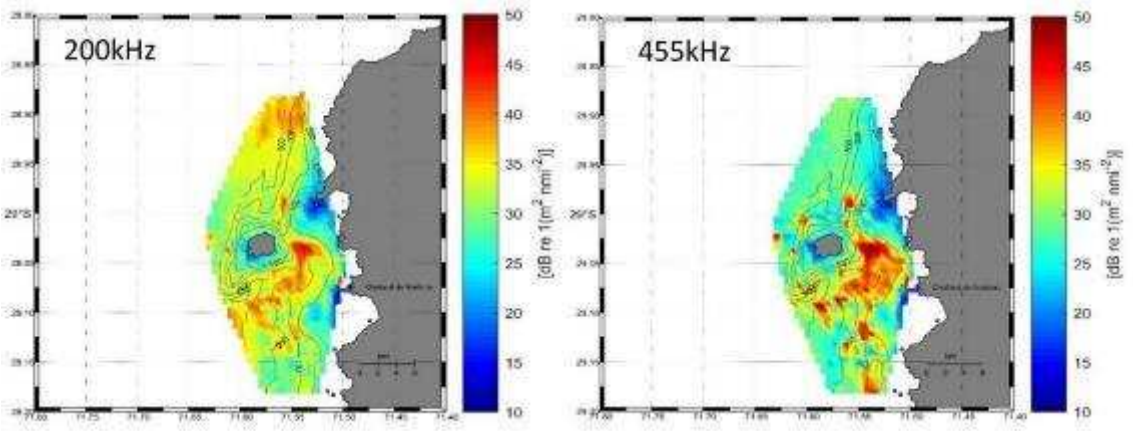


Figura 6. Distribución espacial de retrodispersión acústica de zooplancton alrededor de la isla Chañaral en febrero 2018 medida con un Acoustic Zooplankton and Fish Profiler (AZFP), observando en los canales de 200kHz y 455 kHz (Fuente: Gaymer *et al.,* 2021).

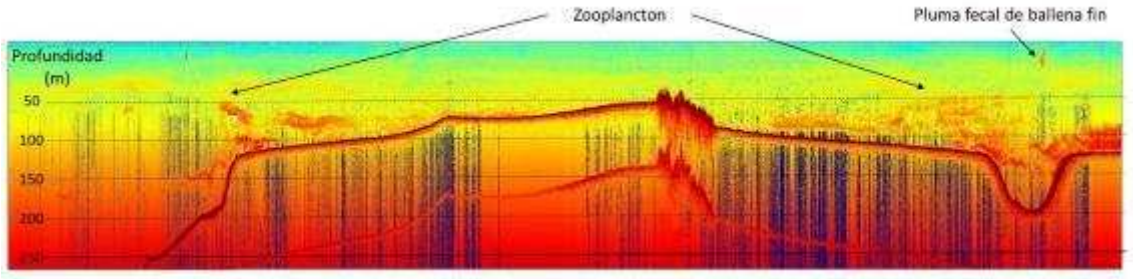


Figura 7. Perfil horizontal de transectos realizada con el canal 200 kHz del Acoustic Zooplankton and Fish Profiler (AZFP) en el sector suroeste de isla Chañaral, mostrando profundidad de la columna de agua (metros), el fondo marino (línea oscura sólida), concentraciones de organismos planctónicos y pluma fecal de ballena fin. (Fuente: Gaymer *et al.,* 2021).

5. Biodiversidad

Gaymer *et al.,* 2021, hace mención de estudios regionales, que muestran evidencia de entre 400 y 500 especies de las cuales al menos 100 (25%) son especies de importancia ecológica, como, por ejemplo, las macroalgas, los hidrocorales y las esponjas por su rol ecológico fundamental como bio-ingenieros, y otras especies que forman parte de recursos pesqueros de importancia comercial. Esta biodiversidad la componen 187 especies macrobentónicas (macroalgas e invertebrados), 122 especies de aves, 15 especies de mamíferos marinos y 68 especies de peces (Gaymer et al., 2021).

Por su parte, Squeo et al., 2015, en el informe “Identificación de la Áreas de Alto Valor para la Conservación (AAVC) en la eco-región Chile Central y la provincia biogeográfica de Juan Fernández”, establece objetos de conservación presentes en las regiones de Atacama y Coquimbo, que corresponden a filtro “medio” como corales de agua fría, comunidades de macroalgas, ecosistemas bentónicos, loberas reproductoras, mantos de piure, rutas migratorias de cetáceos, y objetos de conservación de filtro fino, donde están el grupo de las algas (huiro negro, huiro palo, algas pardas) crustáceos, moluscos (loco, ostiones y macha), aves playeras migratorias, mamíferos marinos (ballenas, cetáceos, chungungo, delfin nariz de botella), peces asociados a bosques de macroalgas, peces costeros de ecosistemas arenosos (rollizo, barraco, jerguilla), peces costeros de ecosistemas rocosos (vieja, pejeperro, bilagay), y peces de roca (**Tabla 3**) (Squeo *et al.,* 2015).

Tabla 3. Objetos de conservación de filtro medio y fino identificados para la III y IV región. (Fuente: Squeo *et al.,* 2021).

OdC DE FILTRO MEDIO PROPUESTO	**REGIÓN**
Área de tránsito de albacora	III-IV
Borde costero - potencial registro fósil	III-IV
Bosques costeros	IV
Cañones submarinos	IV
Comunidades de macroalgas	III- IV
Corales de agua fría	IV
Ecosistema de Bahías Expuestas	IV
Ecosistema de Islas Cercanas	III-IV
Ecosistemas bentónicos	IV
Ecosistemas bentónicos profundos	IV
Hábitat aves migratorias	III-IV
Humedales costeros	IV
Loberas reproductoras	IV
Mantos de piure (servicio ecosistémico)	III
Plataforma continental	IV
Reservas Marinas	III-IV
Rutas migratorias de cetáceos	III-IV
Sistema de playas	IV
Sistema mixto arena-roca	IV
Sistemas de Bahía	IV
Sistemas de dunas	IV
Sitios de anidamiento de aves	III-IV
Sitios de descanso de cetáceos	IV

OdC DE FILTRO MEDIO PROPUESTO	REGIÓN
Valles transversales	IV
Zona de surgencia	III-IV
Zona paisajística costera	III-IV
Zonas de afloramiento de metano	IV
Zonas de playas de arena	III-IV
Zonas estuarinas	III-IV
OdC DE FILTRO FINO PROPUESTO	**REGIÓN**
Aves	III-IV
Aves playeras migratorias	IV
Ballenas	III-IV
Camarón de río	IV
Cetáceos	III-IV
Chungungo (*Lontra felina*)	IV
Loco (*Concholepas concholepas*)	III-IV
Delfín nariz de botella	IV
Lessonia berteroana	IV
Lessonia spicata	IV
Macrocystis sp	IV
Macha (*Mesodesma donacium*)	IV
Merluza (*Merluccius gayi gayi*)	IV
Nutria marina	IV
Ostiones	IV
Peces asociados a bosques de macroalgas	IV
Peces costeros de ecosistemas arenosos: rollizo-barraco-jerguilla	III-IV
Peces costeros de ecosistemas rocosos: vieja-pejeperro-bilagay	III-IV
Peces de Roca (todas las especies)	IV
Pejeperro	IV
Piure (*Piura chilensis*)	III-IV
Spheniscus sp	III-IV
Tylos chilensis (isópodo endémico)	III-IV
Tylos spinulosus	IV

Bentos

Bentos somero

De acuerdo con Gaymer *et al.,* 2021, en el archipiélago de Humboldt existe fauna marina asociada al fondo del mar poco profundo (bentos somero), descrita como una zona única y de gran fragilidad. En esto, estudios recientes demuestran que la zona entre caleta Los Hornos y Chañaral de Aceituno representa una zona única de contacto de diferentes biotas del norte y del sur, con densidad de especies y diversidad genética que no se encuentra en otras partes de Chile. En cuanto al bentos, al menos el 10% de las especies cumplen un rol ecológico fundamental como bioingenieros (corales y esponjas), generando una alta diversidad de especies que se alimentan, reproducen y crían en los hábitats generados por estos bioingenieros. Dentro de estos bioingenieros destacan las colonias de gorgonias, presentes en forma de parches alrededor de cada isla (Gaymer *et al.,* 2021; Oceana, 2010). Estos gorgónidos, aparte de ser especies

vulnerables según la UICN y su alta importancia ecológica, representan un atractivo para el buceo de observación ubicados alrededor de las islas.

Otro aspecto importante, es que en esta zona cohabitan especies de algas de las provincias biogeográficas del norte y del sur. Por ejemplo, el huiro negro del sur (*Lessonia spicata*), que ocupa toda la costa del sur de Chile, cohabita en esta misma zona con el huiro negro del norte (*L. berteroana*), que monopoliza las costas de todo el norte de Chile hasta el norte del Perú. Thiel & Vasquez 2000, señalan que estas especies de algas albergan una gran diversidad de invertebrados en sus discos de fijación, y también tienen rasgos ecológicos divergentes, e.g. en sus concentraciones de compuestos anti-herbivoría, altos en *L. berteroana* y bajos en *L. spicata* (Koch et al. 2015). Según Montecinos *et al.,* 2012 y Lopez *et al.,* 2017, diversas algas muestran una diversidad genética única en la zona entre caleta Los Hornos y Chañaral de Aceituno (como se citó en Gaymer *et al.,* 2021).

Los resultados de Gaymer *et al.,* 2007, 2008, reportaron la presencia de aproximadamente 150 especies bentónicas entre la isla Chañaral hasta las islas Choros y Damas. A su vez, OCEANA (2010) con filmaciones en isla Chañaral (hasta 100 metros), Damas (hasta 50 metros) e islote Pájaros (50-70 metros de profundidad), reveló la presencia de unas 89 especies bentónicas, de las cuales 58 no se habían registrado anteriormente en el área. En conjunto, estos estudios suman un total de 187 organismos bentónicos, con 29 especies de macroalgas y 158 especies de invertebrados, encontrando que dentro de los grupos más diversos y abundantes se encuentran los moluscos, crustáceos, cnidarios y poríferos. En particular, la gran mayoría de las especies de invertebrados y macroalgas se distribuye desde isla Chañaral hasta los islotes Pájaros, siendo el sector Choros - Damas levemente más diverso en macroalgas (25 de 29 especies) e invertebrados (110 de 158 especies) (como se citó en Gaymer *et al.,* 2021).

Bentos profundo

Las filmaciones submarinas realizadas por OCEANA en el bentos del sublitoral profundo ubicado entre los 43 y 300 m de profundidad, registraron más de 150 morfoespecies de invertebrados y peces, contabilizando cerca del 56% de estas relevantes para la conservación, o también llamados objetos de conservación u objetos (especies) que garantizan la sustentabilidad de los ecosistemas (como se citó en Gaymer *et al.,* 2021).

La composición de especies macrobentónicas en fondos con sustrato duro, se caracteriza por ser altamente variable en relación con la profundidad. Allí existen tres agrupaciones de especies bentónicas: 1) en el rango de 25 a 30 m, donde se encuentran individuos del grupo de los poríferos, especialmente *Clionaopsis platei* y otras esponjas incrustantes, hidrocorales (Cnidaria), así como equinodermos como la estrella *Henricia obesa;* 2) de 30 a 100 m, donde habita la fauna más diversa; y en aguas más profundas de 100 m., con presencia de decápodos, demospongiae y antozoos (Gaymer *et al.,* 2021).

Filmaciones realizadas en el 2016 en islotes Pájaros, del Bajo el Toro y de Isla Chungungo, en profundidades entre los 43 y 243 m, evidencian la presencia de 55 morfoespecies (especies sin identificación taxonómica con nombre temporal). El alto número de morfoespecies encontradas revela la importancia de esta área en términos de su abundante biodiversidad. De las especies encontradas, 44 correspondieron a invertebrados representados por actinias (anémonas de mar), corales duros y blandos, gorgonias, esponjas, braquiópodos y briozoos. Además de crustáceos decápodos, como langostinos, camarones, jaibas y cuatro especies de estrellas de mar. El bajo el Toro e islotes Pájaros representan los lugares más ricos, con 38 y 37 especies respectivamente, mientras que en la costa frente a isla Chungungo, se registraron 16 especies (Gorny *et al.,* 2017, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021).

El Bajo el Toro

El Bajo el Toro, se ubica al sur de la Isla Choros, a la altura de punta Mar Brava, comuna de La Higuera. Parte del registro de especies importantes para la conservación, son la presencia de 2 especies de coral negro (*Antipatharia*), el cual corresponde al primer registro en aguas someras del norte de Chile obtenido en profundidades entre 70 y 107 m. Cabe destacar que solo 20 especies del género *Antipatharia* han sido registrados anteriormente en Chile, pero exclusivamente en las islas oceánicas o frente a la costa continental y en profundidades mayores de 1000 m. El registro en el bajo el Toro extiende el rango de distribución de corales negros a aguas someras de la plataforma continental de América del Sur por 3000 km hacia el sur, desde Ecuador (~1°S) hacia cerca de Coquimbo (~29°S). Además, el Toro, destacó por poseer la mayor densidad de peces de roca, como la castañeta (*Chromis crusma*), especies que en otros lugares de la tercera y cuarta región son poco frecuentes (Gaymer *et al.,* 2021).

Pertenecientes al grupo de los crustáceos, a una profundidad de 70 m, se observaron varios individuos de camarón de roca, probablemente *Rhynchocinetes typus* (especies que con anterioridad se registraron solo en aguas someras hasta 20 m). También se observó, en las partes arenosas, una alta abundancia de la jaiba limón *Cancer porteri.*

En cuanto a peces bentónicos, se encontró una alta abundancia, con presencia de cardúmenes de la castañeta *Chromis crusma* hasta profundidades de 70 m. Otras especies de peces observadas fueron el bilagay (*Cheilodactylus variegatus*), la jerguilla (*Aplodactylus punctatus*) y el rollizo (*Pinguipes chilensis*) (Gaymer *et al.,* 2021).

Islote Pájaros

El Islote Pájaros se ubica al sur del bajo el Toro, a la altura de Yerbas Buenas, comuna de La Higuera. Este registró una alta presencia y abundancia de los crustáceos pertenecientes a las especies langostino amarillo *Cervimunida johni* y del camarón nailon *Heterocarpus reedi*, y en los fondos rocosos se registró la jaiba marmola *Cancer edwardsii* (Gaymer *et al.,* 2021). En cuanto a peces bentónicos, sólo se observó un ejemplar de la borrachilla *Scartichthys variolatus* en 54 m de profundidad (Gaymer *et al.,* 2021).

Peces

En relación a los grupos tróficos superiores, se reporta una alta productividad primaria en el archipiélago de Humboldt, que favorece la existencia de una alta biomasa de peces planctívoros como la anchoveta (*Engraulis ringens*) y la sardina (*Sardinops sagax*); peces predadores como el jurel (*Trachurus murphyi*), la merluza (*Merluccius gayi*) y la palometa (*Seriola lalandi*), entre otros (Thiel *et al.*, 2007; Pérez-Matus & Cea, 2021, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021). En cuanto a la riqueza de especies más costeras, Pérez-Matus *et al.,* (2014) registraron 25 especies de peces litorales asociados a bosques de macroalgas (*Lessonia trabeculata* y *Macrocystis integrifolia*) entre los 18° y 33°S. Por su parte, OCEANA y expertos locales (pescadores artesanales, deportivos, y centros de buceo) han documentado diversas especies de peces en las filmaciones submarinas alrededor de las islas Chañaral, Choros y Damas e islotes Pájaros (como se citó en Gaymer *et al.,* 2021).

En general, todos estos antecedentes indican la presencia aproximada de 61 especies de peces en el área, 40 óseos y 21 cartilaginosos, algunas en distintos estados de conservación según la IUCN 2022, sin embargo, no se encuentran en el listado de la RCE (**Tabla 4**). Algunas de las especies costeras, o también conocidas como peces de roca son: el pejeperro (*Semicossyphus darwini*), la vieja (*Graus nigra*), el apañado (*Hemilutjanus macrophthalmos*), el San Pedro (*Oplegnathus insignis*), el pejesapo (*Sicyases sanguineus*), la cabrilla (*Paralabrax humeralis*), la vieja colorada (*Acanthistius pictus*), la cabinza (*Isacia conceptionis*) y el bilagay (*Cheilodactylus variegatus*), entre otras (**Tabla 4**). Cabe destacar que durante los últimos años, buzos y pescadores expertos locales han comunicado un aumento en el avistamiento de especies de peces de roca como viejas y pejeperros, que habían virtualmente desaparecido de la costa de Chile probablemente a causa de la sobreexplotación. Así mismo, se han realizado avistamientos frecuentes de especies descritas como endémicas del archipiélago de Juan Fernández en los alrededores de isla Chañaral, como la vieja de Juan Fernández (*Malapterus reticulatus*) (centro de buceo Yunco, com. pers., como se citó en Gaymer *et al.,* 2021) y el jurel de Juan Fernández (*Pseudocaranx chiliensis*) (Bearez & Villaroel, 2018, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021).

Con respecto a la anchoveta (*Engraulis ringens*), se señala como una de las especies claves del ambiente pelágico del Sistema de Corriente de Humboldt (SCH), y también como el alimento de numerosas especies de peces, aves y mamíferos marinos en la zona (Quispe *et al*., 2020; Pérez-Matus & Cea, 2021, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021).

En cuanto a especies de importancia comercial, el jurel (*Trachurus murphyi*) es una de las principales especies para la pesca industrial a nivel mundial y, en territorio nacional. La Región de Coquimbo cuenta con una de las mayores cuotas de desembarque del país, sin embargo, Vásquez & Acuña, 2002 y Subpesca, 2014, informan de un descenso sostenido durante las últimas décadas (como se citó en Gaymer *et al.,* 2021). A pesar de esto, estudios realizados por Petit *et al*., 2019; Pérez-Matus & Cea, 2021, describen las zonas costeras del centro norte de Chile como zonas de reclutamiento y crecimiento del jurel, donde se han observado elevadas biomasas de esta especie asociadas a

bosques de macroalgas pardas *Macrocystis pyrifera* (como se citó en Gaymer *et al.,* 2021).

Respecto de los peces cartilaginosos, la zona cuenta con una alta presencia de condrictios, los cuales son representados por un total de 21 especies de tiburones, rayas y quimeras, lo que implica casi un 23% del total de especies de condrictios descritos (50 especies de tiburones, 39 rayas, y 4 quimeras) (Lamilla *et al.,* 2005, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021).

Actualmente, todas las especies de condrictios en la zona tienen importancia comercial, ya sea como pesca objetivo o pesca incidental de la flota artesanal, siendo el azulejo (*Prionace glauca*), el maco (*Isurus oxyrhynchus*), la raya águila (*Myliobatis chilensis*), y el pejegallo (*Callorhynchus callorhynchus*) los ejemplares más importantes en la III y IV región (Lamilla *et al.,* 2005, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021).

Tabla 4. Especies de peces óseos y cartilaginosos reportados para el archipiélago de Humboldt y su estado de conservación según la IUCN 2022 (Fuente: Gaymer *et al.,* 2021). EN: en peligro; CR: en peligro crítico; VU: vulnerable; LC: preocupación menor; NT: casi amenazada; DD: datos insuficientes. y RCE del MMA).

Nombre científico	**Clase**	**Familia**	**Nombre común**	**Estado de conservación RCE**	**Estado de Conservación UICN**
Acanthistius pictus	*Actinopterygii*	Serranidae	Vieja colorada	-	LC
Aplodactylus punctatus	*Actinopterygii*	Aplodactylidae	Jerguilla	-	-
Auchenionchus microcirrhis	*Actinopterygii*	Labrisomidae	Chalaco	-	LC
Cheilodactylus variegatus	*Actinopterygii*	Cheilodactylidae	Bilagay	-	-
Chromis crusma	*Actinopterygii*	Pomacentridae	Burrito	-	LC
Cilus gilberti	*Actinopterygii*	Sciaenidae	Corvina	-	DD
Congiopodus peruvianus	*Actinopterygii*	Congiopodidae	Pez chanchito	-	LC
Coryphaena hippurus	*Actinopterygii*	Coryphaenidae	Palometa	-	LC
Engraulis ringens	*Actinopterygii*	Engraulidae	Anchoveta	-	LC
Genypterus blacodes	*Actinopterygii*	Ophidiidae	Congrio dorado	-	-
Genypterus chilensis	*Actinopterygii*	Ophidiidae	Congrio colorado	-	-
Genypterus maculatus	*Actinopterygii*	Ophidiidae	Congrio negro	-	-
Girella laevifrons	*Actinopterygii*	Kyphosidae	Baunco	-	-
Gobiesox marmoratus	*Actinopterygii*	Gobiesocidae	Pejesapo veteado	-	-

Nombre científico	Clase	Familia	Nombre común	Estado de conservación RCE	Estado de Conservación UICN
Graus nigra	*Actinopterygii*	Kyphosidae	Vieja o Mulata	-	-
Helcogrammoides chilensis	*Actinopterygii*	Tripterygiidae	Trombollito de tres aletas	-	LC
Hemilutjanus macrophthalmos	*Actinopterygii*	Serranidae	Apañado	-	DD
Hippoglossina macrops	*Actinopterygii*	Paralichthyidae	Lenguado ojos grandes	-	LC
Hypsoblennius sordidus	*Actinopterygii*	Blenniidae	Trombollito robusto	-	LC
Isacia conceptionis	*Actinopterygii*	Haemulidae	Cabinza	-	LC
Labrisomus philippii	*Actinopterygii*	Labrisomidae	Tomoyo	-	LC
Merluccius gayi gayi	*Actinopterygii*	Merlucciidae	Merluza común	-	DD
Mola mola	*Actinopterygii*	Molidae	Pez Luna	-	DD
Oplegnathus insignis	*Actinopterygii*	Oplegnathidae	San Pedro	-	DD
Paralabrax humeralis	*Actinopterygii*	Serranidae	Cabrilla común o española	-	DD
Paralichthys adspersus	*Actinopterygii*	Paralichthyidae	Lenguado	-	LC
Paralichthys microps	*Actinopterygii*	Paralichthyidae	Lenguado ojos chicos	-	LC
Pinguipes chilensis	*Actinopterygii*	Pinguipedidae	Rollizo	-	-
Prolatilus jugularis	*Actinopterygii*	Pinguipedidae	Blanquillo	-	-
Sardinops sagax	*Actinopterygii*	Culpeidae	Sardina española	-	LC
Scartichthys gigas	*Actinopterygii*	Blenniidae	Borrachilla	-	LC
Scartichthys viridis	*Actinopterygii*	Blenniidae	Borrachilla verde	-	LC
Scomber japonicas	*Actinopterygii*	Scombridae	Caballa	-	-
Sebastes capensis	*Actinopterygii*	Seabastidae	Cascajo	-	LC
Semicossyphus darwini	*Actinopterygii*	Labridae	Pejeperro	-	DD
Seriola lalandi	*Actinopterygii*	Carangidae	Dorado o Palometa	-	LC
Seriolella violacea	*Actinopterygii*	Centrolophidae	Cojinova	-	LC

Nombre científico	Clase	Familia	Nombre común	Estado de conservación RCE	Estado de Conservación UICN
Sicyases sanguineus	*Actinopterygii*	Gobiesocidae	Pejesapo común	-	-
Thyrsites atun	*Actinopterygii*	Gempylidae	Sierra	-	-
Trachurus murphyi	*Actinopterygii*	Carangidae	Jurel	-	DD
Aculeola nigra	*Chondrichthyes*	Etmopteridae	Tiburón gato	-	NT
Alopias vulpinus	*Chondrichthyes*	Alopiidae	Tiburón zorro	-	VU
Apristurus nasutus	*Chondrichthyes*	Scyliorhinidae	Tollo narigón	-	LC
Callorhynchus callorhynchus	*Chondrichthyes*	Callorhinchidae	Pejegallo	-	-
Centroscyllium nigrum	*Chondrichthyes*	Etmopteridae	Tollo de profundidad	-	LC
Centroscymnus crepidater	*Chondrichthyes*	Somniosidae	Tiburón zapata negra	-	NT
Coelorinchus aconcagua	*Chondrichthyes*	Macrouridae	Pejerrata	-	-
Coelorinchus chilensis	*Chondrichthyes*	Macrouridae	Pejerrata	-	-
Etmopterus granulosus	*Chondrichthyes*	Etmopteridae	Tollo	-	LC
Galeorhinus galeus	*Chondrichthyes*	Triakidae	Cazón	-	CR
Isurus oxyrinchus	*Chondrichthyes*	Lamnidae	Tiburón marrajo (Maco)	-	EN
Mustelus mento	*Chondrichthyes*	Carcharhiniformes	Tollo	-	EN
Myliobatis chilensis	*Chondrichthyes*	Mylobatidae	Raya águila	-	VU
Myliobatis peruvianus	*Chondrichthyes*	Myliobatidae	Peje-águila	-	VU
Myliobatis spp.	*Chondrichthyes*	Myliobatidae	Peje-águila	-	DD
Pseudobatos planiceps	*Chondrichthyes*	Rhinobatidae	Pez guitarra	-	VU
Pteroplatytrygon violacea	*Chondrichthyes*	Dasyatidae	Raya látigo	-	LC
Schroederichthys chilensis	*Chondrichthyes*	Scyliorhinidae	Tiburón pinta roja	-	LC
Squatina armata	*Chondrichthyes*	Squatinidae	Angelote	-	CR
Zearaja chilensis	*Chondrichthyes*	Rajidae	Raya volantín	-	EN
Prionace glauca	*Chondrichthyes*	Carcharhinidae	Azulejo	-	NT

Aves Marinas

El sistema del archipiélago de Humboldt contempla alrededor de 40 islas costeras, distribuidas a lo largo de una gradiente latitudinal que va desde los 5º S (sur de Chile) hasta los 38º S (norte de Perú), las que están asociadas al Sistema de la Corriente de Humboldt y se ubican sobre la plataforma continental. En éstas, nidifican un total de 11 especies de aves marinas, la mayoría de las cuales son endémicas del Sistema de la Corriente de Humboldt (Luna-Jorquera *et al.*, 2003, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021). Simeone *et al.,* 2003, Luna-Jorquera *et al.*, 2012, señalan que en las islas del archipiélago de Humboldt nidifican entre 2 a 7 especies de aves marinas, destacando particularmente las islas Chañaral y Choros que ofrecen hábitat reproductivo para al menos 4 y 7 especies endémicas del Sistema de la Corriente de Humboldt, respectivamente. En islas más pequeñas, como el islote Chungungo, nidifican también cuatro aves marinas, con la particularidad de que este islote es el uno de los pocos sitios en la costa de Chile y Perú, en el cual nidifica la golondrina de mar chica (Hertel & Torres-Mura, 2003, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021), especie que forma parte del Plan RECOGE (Recuperación, Conservación y Gestión) de las Golondrinas de Mar del Norte de Chile (**Tabla 5**).

Simeone *et al.,* 2003, Luna-Jorquera *et al.,* 2012, destacan que en las islas del archipiélago de Humboldt se encuentran las colonias de aves marinas más importantes en términos de abundancia del centro y norte de Chile, a pesar de que no todas las islas están protegidas (como se citó en Gaymer *et al.,* 2021). En el caso de la Isla Choros, que goza de protección al ser parte de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, se ha registrado un aumento en el número de parejas de tres especies de cormoranes, de piquero común y de gaviotín monja (Sepúlveda *et al.,* 2020). En isla Choros la población reproductiva de yuncos ha aumentado de forma sostenida desde 1980, hasta llegar en 2014 a ca.11.900 parejas reproductivas, que equivale al 95% del total de yuncos para Chile (Fernández *et al.,* 2020). La recuperación de esta especie, que ha sufrido extinciones locales de sus poblaciones en Chile (ver Cristofari *et al.,* 2019, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021), es un ejemplo que demuestra la efectividad de las medidas de protección. Esta protección también ha favorecido al pingüino de Humboldt que mantiene en las islas Choros y Chañaral importantes colonias reproductivas, que en el caso de Chañaral muestra fluctuaciones importantes en el número de parejas y cuyas causas no han sido investigadas.

En otras islas, tales como las islas Pájaros 1 y 2 y la isla Tilgo (todas sin protección), existen importantes colonias reproductivas de pingüino de Humboldt que contribuyen a mantener una población regional que representa un número significativo de parejas a nivel global.

La viabilidad de las poblaciones de aves marinas depende no sólo de la disponibilidad y calidad del hábitat reproductivo que ofrecen las islas del archipiélago (ver Luna-Jorquera *et al.,* 2012, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021). Como ya se ha mencionado, el sistema oceanográfico de Coquimbo es altamente productivo, lo que es la base del hábitat trófico en el cual las aves marinas encuentran alimento en cantidades suficientes para mantener sus poblaciones. Esta alta disponibilidad de alimento permite la

presencia de 41 especies de aves marinas que no nidifican en el archipiélago, pero visitan el sistema de bahías de Coquimbo para alimentarse (Weichler *et al.,* 2004, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021) (**Tabla 5**). De igual manera, las aves residentes (o nidificantes), tienen sus áreas de alimentación alrededor de las islas, sobre todo durante la época de nidificación, como por ejemplo los cormoranes, piqueros, yuncos y pingüinos de Humboldt (ver Weichler *et al.,* 2004, Ludynia *et al.,* 2010; Fernández 2019, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021). El tamaño de las áreas de alimentación de los pingüinos alrededor de sus colonias de nidificación, es un factor determinante que les permite balancear la adquisición de alimento (energía) para sí mismos y sus polluelos, y el costo energético de la natación (Luna- Jorquera & Culik 2000, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021). Adicionalmente, Quispe *et al.,* 2020 constató por medio de rastreo, los viajes individuales del pingüino de Humboldt en busca de alimento para sus crías, con desplazamiento de 22 km aproximados alrededor de la isla Tilgo, con un radio máximo de 43 km, lo que coincide con lo descrito por otros autores, donde mencionan que los adultos reproductores pueden alimentarse hasta 90 km alrededor de una colonia (Culik & Luna-Jorquera 1997, Culik 2001, como se citó en Quispe *et al.,* 2020), aunque suelen encontrarse dentro de 35 km alrededor de la colonia durante el periodo de cuidado parental (Luna-Jorquera y Culik 2000, Taylor *et al.,* 2002, Boersma *et al.,* 2007, como se citó en Quispe *et al.,* 2020).

En el área propuesta como AMCP-MU archipiélago de Humboldt se están implementando dos Planes de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies (RECOGE), correspondientes a las aves fardela blanca (*Ardenna creatopus*) y golondrinas de mar del norte de Chile, aprobados mediante decreto N°21/2020 del y N°6/2022, respectivamente, ambos del MMA. Este último incluye a la golondrina de mar negra (*Hydrobates markhami*), clasificada como En Peligro (DS N° 79/2018 MMA), a la golondrina de mar chica (*Oceanites gracilis*), clasificada como Datos Insuficientes (DS N° 79/2018 MMA (Decreto N°6/2022), la golondrina de mar de collar (*Hydrobates hornbyi*) y golondrina de mar peruana (*Hydrobates tethys*), ambas clasificadas como Vulnerable (DS N° 16/2020 MMA). Por su parte, la fardela blanca, se encuentra en la categoría de En Peligro (DS N° 50/2008 de MINSEGPRES) (Decreto N°21 del 2022), de acuerdo al Reglamento de Clasificación de Especies.

Adicionalmente, se encuentra en etapa de aprobación el Plan RECOGE del pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), especie que se encuentra en la categoría Vulnerable según el Decreto Supremo N°50 del 2008.

Lo mencionado en los párrafos precedentes, evidencia la importancia de una efectiva conservación de las aves marinas, que incluya la protección de su hábitat de nidificación y de su hábitat de forrajeo, en especial durante el periodo de nidificación en el cual las aves marinas están obligadas a volver a sus nidos para el cuidado parental (Gaymer *et al.,* 2021).

Tabla 5. Aves marinas registradas en las islas del archipiélago de Humboldt y en el mar en el sistema de bahías de Coquimbo. Cho: Choros; Paj 1: Pájaros 1; Paj 2: Pájaros 2; Cha: Chañaral; Chun: Chungungo; Til: Tilgo; Da: Damas. *Especie que nidifica ocasionalmente en la bahía de la Herradura; §Especie que nidifica ocasionalmente en isla Chañaral. El estado de Conservación de acuerdo a la UICN 2022 y RCE,

(MMA mayo 2022) DD = Datos insuficientes, EN = En Peligro, LC = Preocupación menor, NT = Casi amenazada, VU = Vulnerable (Fuente: Gaymer *et al.,* 2021, MMA 2022).

Aves marinas que nidifican en el archipiélago de Humboldt				
Especie	**Nombre común**	**Isla**	**Estado de conservación RCE**	**Estado de conservación UICN**
Larosterna inca	Gaviotín monja	Cho	NT	NT
Larus dominicanus	Gaviota dominicana	Cho; Paj 1; Paj 2; Cha; Chun; Til; Da	-	LC
Phalacrocorax bougainvillii	Guanay	Cho; Paj 2	NT	NT
Phalacrocorax brasilianus	Yeco	Cho; Paj 1; Cha; Coq	-	LC
Phalacrocorax gaimardi	Lile	Cho; Paj 1; Cha; Chun	NT	NT
Sula variegata	Piquero	Cho; Paj 1; Paj 2, Cha	LC	LC
Oceanites gracilis	Golondrina de mar chica	Chun	DD	DD
Pelecanoides garnotii	Yunco	Cho; Paj 2	EN	NT
Spheniscus humboldti	Pingüino de Humboldt	Cho; Paj 1; Cha; Chun; Til; Da	VU	VU

Aves marinas que se observan pero no nidifican en el archipiélago de Humboldt				
Especie	**Nombre común**	**Isla**	**Estado de conservación RCE**	**Estado de conservación UICN**
Larus belcheri	Gaviota peruana		-	LC
Chroicocephalus maculipennis	Gaviota Cáhuil		-	LC
Rynchops niger	Rayador		-	LC
Leucophaeus modestus	Gaviota garuma		VU	LC
Leucophaeus pipixcan	Gaviota de Franklin		LC	LC
Thalasseus elegans	Gaviotín elegante		NT	NT
Sterna hirundinacea	Gaviotín sudamericano	*	-	LC
Stercorarius parasiticus	Salteador chico		-	LC
Stercorarius chilensis	Salteador chileno		-	LC
Pelecanus thagus	Pelícano		NT	NT

Aves marinas que se observan pero no nidifican en el archipiélago de Humboldt				
Especie	**Nombre común**	**Isla**	**Estado de conservación RCE**	**Estado de conservación UICN**
Sula leucogaster	Piquero café		-	LC
Sula nebouxii	Piquero de patas azules		-	LC
Phaeton aethereus	Ave del trópico de pico rojo	§	-	LC
Diomedea epomophora	Albatros real del sur		VU	VU
Diomedea exulans	Albatros errante		VU	VU
Thalassarche melanophris	Albatros de ceja negra		LC	LC
Thalassarche bulleri	Albatros de buller		NT	NT
Thalassarche salvini	Albatros de Salvin		VU	VU
Hydrobates hornbyi	Golondrina de mar de collar		VU	NT
Oceanites oceanicus	Golondrina de mar		-	LC
Fregetta grallaria	Golondrina de mar de vientre blanco		EN	LC
Fregetta tropica	Golondrina de mar de vientre negro		-	LC
Macronectes halli	Petrel gigante subantártico		-	LC
Macronectes giganteus	Petrel gigante antártico		VU	LC
Fulmarus glacialoides	Petrel plateado		-	LC
Daption capense	Petrel damero		-	LC
Pachyptila vittata	Petrel-paloma de pico ancho		-	LC
Pachyptila desolata	Petrel-paloma antártico		-	LC
Pachyptila belcheri	Petrel-paloma de pico delgado		-	LC

Aves marinas que se observan pero no nidifican en el archipiélago de Humboldt				
Especie	**Nombre común**	**Isla**	**Estado de conservación RCE**	**Estado de conservación UICN**
Pterodroma defilippiana	Fardela blanca de más a tierra		VU	VU
Pterodroma externa	Fardela blanca de Juan Fernández		EN	VU
Pterodroma neglecta	Fardela negra de Juan Fernández		EN	LC
Procellaria cinerea	Petrel gris		-	NT
Procellaria aequinoctialis	Fardela negra grande		-	VU
Procellaria westlandica	Fardela de Nueva Zelanda		-	EN
Ardenna bulleri	Fardela de dorso gris		-	VU
Ardenna grisea	Fardela negra		NT	NT
Ardenna creatopus	Fardela blanca		EN	VU
Puffinus puffinus	Fardela atlántica		-	LC
Spheniscus magellanicus	Pingüino de magallanes		-	LC

**En gris especies que cuentan con Planes de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies (RECOGE)*
**En verde, especie con Plan RECOGE en proceso.*

Mamíferos marinos

Sepúlveda *et al*., 2016, 2017 (como se citó en Gaymer *et al.,* 2021), señalan que, en el área del archipiélago de Humboldt, se registran frecuentemente al menos 17 especies de mamíferos marinos que contribuyen tanto a la riqueza biológica como a la singularidad del área. Comparado con otras localidades a nivel mundial, este es uno de los sistemas con mayor diversidad de especies de mamíferos marinos en todo el mundo, siendo un lugar único y de extrema importancia para su conservación (Urbina *et al.,* 2021, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021). En los últimos 30 años se ha observado un alza en la riqueza de especies de este grupo de mamíferos en la zona. Sin embargo, la gran mayoría de estas especies se encuentran dentro de alguna categoría con problemas de conservación, desde especies vulnerables hasta en peligro, según el Reglamento de Clasificación de Especies del Ministerio del Medio Ambiente y la lista roja de la UICN (**Tabla 6**). Entre ellas destacan los grandes cetáceos (ej., ballenas fin,

azul y jorobada), especies fuertemente amenazadas y que son importantes de proteger tanto a nivel regional como a nivel global.

Dada la importante diversidad de especies marinas que residen o frecuentan las costas de Chile (como algunas especies de ballenas y delfines, nutrias, lobos marinos, pingüinos y otros), y que contribuyen a la singularidad de estas y representan un significativo valor para el turismo, en el año 2011 se crea el Reglamento General de Observación de Mamíferos, Reptiles y Aves hidrobiológicas y del Registro de Avistamiento de Cetáceos, mediante D.S. Nº38, SUBPESCA, estableciendo las distancias de observaciones recreativas (marítima, lacustre o fluvial), normas de operación y precauciones frente a distintos comportamientos de dichas especies (cambio negativo o estrés).

Adicionalmente, la Ley N° 20.293 del año 2008 “Protege a los cetáceos e introduce modificaciones a la Ley Nº 18.892 General de Pesca y Acuicultura”, donde se establece la prohibición de dar muerte, cazar, capturar, acosar, tener, poseer, transportar, desembarcar, elaborar o realizar cualquier proceso de transformación, así como la comercialización o almacenamiento de cualquier especie de cetáceos que habiten o surquen los espacios marítimos de soberanía y jurisdicción nacional.

Gracias a los procesos ambientales y oceanográficos de la zona, vinculados a los focos de surgencia costera en el sistema de bahías de Coquimbo, y el efecto del archipiélago como una zona de retención de organismos planctónicos, la productividad biológica y la disponibilidad de alimento es más alta que las zonas aledañas. Debido a esta alta disponibilidad de presas, el archipiélago de Humboldt, incluyendo las reservas marinas, ha sido descrito como un hábitat crítico de alimentación para los grandes cetáceos, como las ballenas fin, jorobada y azul. Por ejemplo, la ballena fin utiliza gran parte del archipiélago de Humboldt como zona de alimentación (Sepúlveda *et al.*, 2018, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021), y particularmente en el sector costero. En base al análisis de fecas de ballena fin y azules colectadas en el archipiélago Humboldt entre 2018 y 2019, se determinó que la dieta exclusiva de ambas especies es el krill (Pérez *et al.,* 2006, Buchan *et al.,* 2021, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021).

En relación a lo descrito anteriormente, estudios hidroacústicos de zooplancton y prospecciones visuales de ballenas realizadas alrededor de isla Chañaral en el año 2018 (Buchan *et al., en prep.*, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021), reportaron un claro patrón espacial de mayor densidad de zooplancton y mayor presencia de la ballena fin al sur y al oeste de la isla Chañaral, aparentemente asociado a un pequeño cañón submarino. Este trabajo de pequeña escala espacio-temporal indica la importancia de las características batimétricas complejas y quiebres topográficos en retener el zooplancton, que a su vez fomenta parches de alimentación para las ballenas. Debido a su compleja batimetría es probable que existan otras zonas de retención en el archipiélago de Humboldt. En la literatura científica de otras partes del mundo, esta asociación entre cañones y quiebres topográficos, eufáusidos y ballenas ha sido bien documentada (Croll *et al.,* 2005, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021).

En la zona se encuentra la única población residente de delfín nariz de botella descrita en Chile. Esta población ha permanecido por más de 30 años y se diferencia genéticamente del resto de los delfines nariz de botella transeúntes que van de paso por el sector (Pérez-Alvarez *et al.,* 2018, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021)). Lo anterior hace a esta población única e importe para el desarrollo del turismo de avistamiento local.

En cuanto a estudios recientes de abundancia del chungungo realizados en las islas Chañaral, Choros y Damas indican que la cantidad de individuos registrados corresponden al mayor número de individuos por kilómetro de costa para todo el norte de Chile (Sepúlveda *et al.*, 2020). Esto posiblemente se debe al hecho que los ambientes más protegidos en el lado este de las islas tienen un valor importante como hábitat óptimo para la alimentación (Villegas *et al.,* 2007, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021), posiblemente favoreciendo la crianza del chungungo, aportando a la alta densidad poblacional en las islas.

Tabla 6. Mamíferos marinos reportados para el archipiélago de Humboldt y su estado de conservación (RCE, MMA 2022,) VU: Vulnerable, LC: Preocupación menor; EN: En peligro, CR: En peligro crítico (Fuente: Gaymer *et al.,* 2021, MMA 2022).

Especie	**Nombre vernacular**	**Estado de conservación RCE**
Balaenoptera musculus	ballena azul	EN
Balaenoptera physalus	ballena de aleta	CR
Balaenoptera bonaerensis	ballena minke	LC
Megaptera novaeangliae	ballena jorobada	VU
Physeter macrocephalus	cachalote	VU
Lagenorhynchus obscurus	delfín oscuro	LC
Delphinus delphis	delfín común	LC
Tursiops truncatus (población residente)	delfín nariz de botella	EN
Tursiops truncatus (transeúntes/ no residentes)	delfín nariz de botella	LC
Orcinus orca	orca	DD
Pseudorca crassidens	orca falsa	DD
Globicephala sp.	calderón de aleta corta y/o larga	DD
Grampus griseus	delfín de Risso	LC
Lissodelphis peronii	delfín liso	DD
Otaria flavescens	lobo marino común	LC
Arctocephalus australis	lobo fino austral	NT
Mirounga leonina	elefante marino del sur	LC
Lontra felina	chungungo	EN

A su vez, cabe destacar que en el entorno del área propuesta del AMCP-MU archipiélago de Humboldt colinda con otras figuras de protección oficial: dos son reservas marinas (RM), ubicadas en la región de Atacama y Coquimbo, una reserva nacional (RN) con territorio presente en la región de Atacama y Coquimbo, un santuario de la naturaleza (SN) en la región de Coquimbo, un Bien Nacional Protegido. Además, de dos sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad en la región de Coquimbo (**Figura 8**).

La RM Isla Chañaral abarca una superficie de 2.695,63 ha. y es un área importante de anidación y protección del pingüino de Humboldt y área de protección de poblaciones

residentes de delfines nariz de botella, además, es un corredor biológico de ballenas y se constituye como un área de reproducción, asentamiento y exportación de larvas de moluscos de importancia económica (locos y lapas). La tuición de esta área está bajo el Servicio Nacional de Pesca (Decreto N°150/2005; Modificación Decreto N°161/2010, MINECON).

La RM Islas Choro-Damas cuenta con una superficie de 3.778,32 ha. Su importancia radica en la necesidad de conservar la estructura de las comunidades marinas costeras de las Islas Choros y Damas, su valor ambiental, y las poblaciones de recursos hidrobiológicos de interés para la pesca artesanal con el objeto de potenciar las áreas de manejo y la explotación de los recursos bentónicos locales. La tuición de esta área está bajo el Servicio Nacional de Pesca (Decreto N°151/2005; Modificación Decreto N°161/2010, MINECON).

RN Pingüino de Humboldt comprende 859,3 ha., integrada por tres islas: Chañaral (región de Atacama), e islas Choros y Damas (región de Coquimbo). Esta área destaca por la concentración de fauna marina de significación nacional, en la que se destaca el pingüino de Humboldt, especie considerada en categoría vulnerable en el Reglamento de Clasificación de Especies (RCE). Además de la fauna marina, destaca la formación vegetal denominada desierto costero de Huasco. La tuición y administración de esta área corresponde a la Corporación Nacional Forestal (Decreto N°4/1990 del Ministerio de Agricultura).

SN Humedal La Boca es un área de de 1.129 ha. El área se caracteriza por ser un ecosistema de dunas y paleodunas litorales que soporta una fauna y flora única, adaptada a múltiples condiciones de estrés, salinidad, sequedad, sustrato con fuerte drenaje, pobre en nutrientes y constante removilización de sedimentos. Por esto, los objetos de conservación corresponden al humedal costero y su vegetación ribereña, especies endémicas y amenazadas y de fauna nativa asociada; matorral, dunas y playa; aves migratorias y conchales. Esta área está bajo la administración de la Comunidad Agrícola Los Choros y bajo la supervigilancia y custodia del Ministerio del Medio Ambiente (Decreto N°27/2021 del Ministerio del Medio Ambiente).

Bien Nacional Protegido (BNP) "Isla Gaviota" se ubica en la comuna de La Higuera, región de Coquimbo. Fue creada mediante D. Ex. N°234/2006 y su posterior modificación (D. Ex. N°1312/2012) con el objetivo de conservación y protección del ecosistema insular desierto costero del Huasco, y que abarca una superficie oficial de 182 ha. Actualmente existe una solicitud ingresada al MMA, de parte de la Corporación Nacional Forestal para incorporar esta isla a la reserva nacional pingüino de Humboldt“. La solicitud ha sido a su vez derivada al Ministerio de Bienes Nacionales, para su análisis. La pesca artesanal es la actividad más importante que se desarrolla en el archipiélago de Humboldt y que agrupa un gran número de personas desde tiempos ancestrales. Además, ha sido practicada desde tiempos ancestrales, por culturas como la Changa y luego por la gente de mar de la gente de mar de las regiones de Atacama y Coquimbo ”.

Sitio Prioritario Punta Teatinos-Caleta Hornos/Sector costero al Norte de la Serena, área identificada en la “Estrategia Nacional de Biodiversidad” del año 2003, con una superficie de 12509,52 ha. Esta área se caracteriza por ser una zona de alto endemismo, riqueza y diversidad de especies en el humedal Laguna Punta Teatinos y a lo largo norte de costa, además, destaca como zona de interés arqueológico y de alto endemismo, riqueza y diversidad de especies de tipo avifauna y flora, destacando al lucumillo (*Myrcianthes coquimbensis*).

Sitio Prioritario Reserva Marina Punta Choros, área identificada en la “Estrategia Nacional de Biodiversidad” del año 2003, con una superficie de 2073,3 ha. Esta área constituye el hábitat de especies emblemáticas y objeto de conservación como el Delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), el chungungo (*Lontra felina*), el ´pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*) y el yunco (*Pelecanoides garnotii*); además de ser un área donde se produce surgencia permanente; con altas densidades, tasas de retención y reclutamientos de larvas de especies de gran importancia comercial y comunitaria como el loco (*Concholepas concholepas*), lapas (*Fissurella spp.*), erizo (*Loxechinus albus*) y las praderas de algas pardas constituidas por las especies del género *Lessonia spp.* Además, es una de las zonas con mayores tasas de desembarque de pesquerías bentónicas de la región y de gran interés turístico (Sitio Prioritario (Ley 19.300 art. 11, letra d) "Reserva Marina Punta Choros" - SIMBIO (mma.gob.cl)).

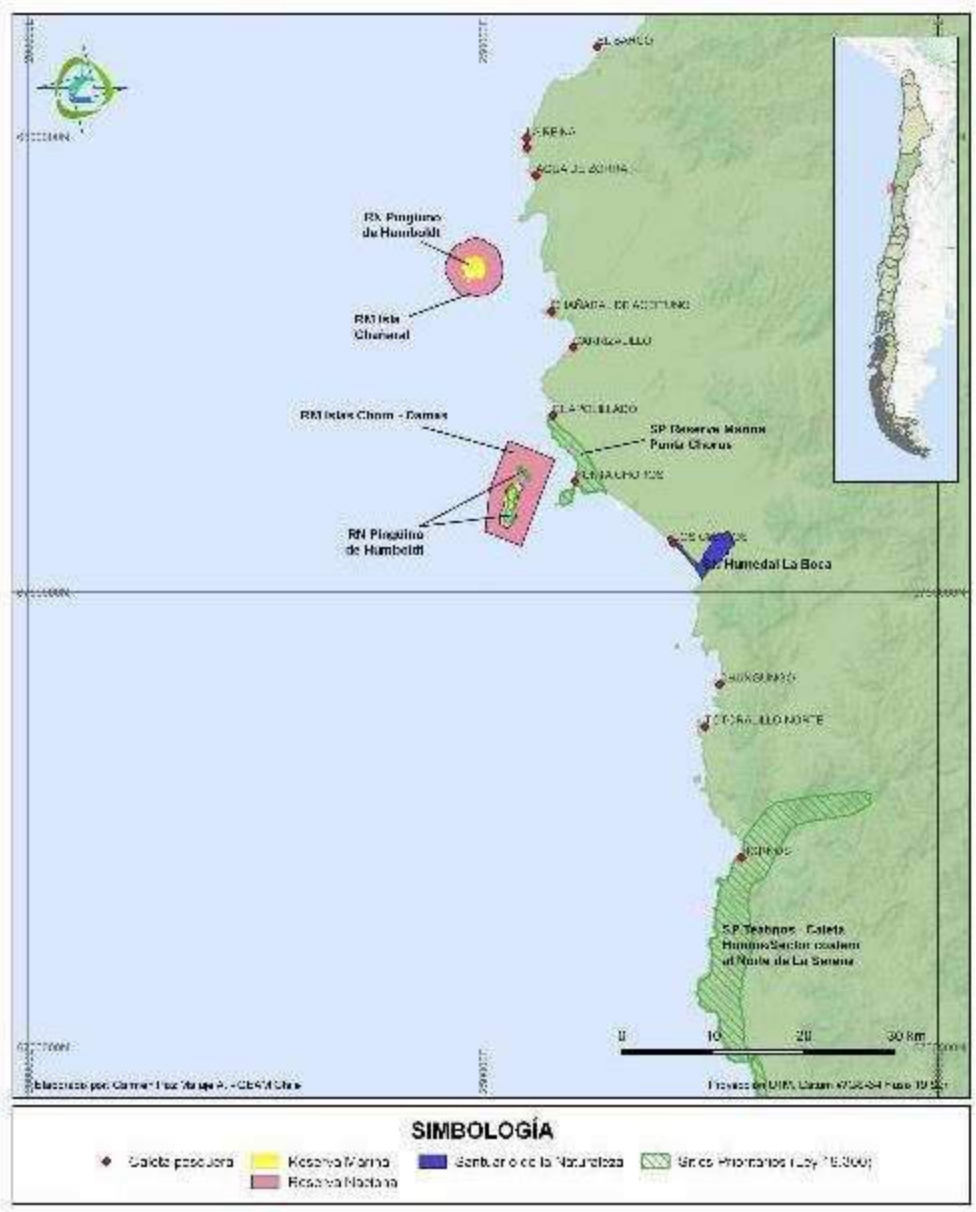


Figura 8. Figuras de protección presentes en el área de estudio.

6. Pesca artesanal

Registro de Organizaciones Artesanales inscritas en las regiones de Atacama y Coquimbo

La pesca artesanal es una actividad importante que se desarrolla en el archipiélago de Humboldt y que agrupa un gran número de personas y organizaciones. Además, ha sido practicada desde tiempos ancestrales, por cultura Changa y luego por la gente de mar de las regiones de Atacama y Coquimbo.

Las regiones de Atacama y Coquimbo concentran un total de 191 organizaciones de pescadores artesanales, contabilizando un total de 22 organizaciones en el área

propuesta como AMCP-MU archipiélago de Humboldt (entre caleta Los Burros hasta caleta Hornos), agrupando cerca de 1.350 pescadores artesanales (**Tabla 7**).

Tabla 7. Organizaciones de pescadores artesanales en el área propuesta como pa AMCP-MU archipiélago de Humboldt (Fuente: SIAC SERNAPESCA, octubre 2022).

Región	**Comuna**	**Caleta Base**	**Nombre Organización**	**N° ROA**
Atacama	Freirina	Chañaral De Aceituno	S.T.I. BUZOS MARISC Y PESC ARTES CALETA CHAÑARAL DE ACEITUNO	103
		Los Burros Sur	S.T.I. ALGUEROS Y OTROS	5404
			S.T.I. BUZOS MARISCADORES Y RECOLECTORES DE ORILLAS EL MAR DE CALETA LOS BURROS	6215
			SINDICATO DE TRAQBAJADORES INDEPENDIENTES DE ACTIVIDADES EXTRACTIVAS Y DIVERSIFICACION PRODUCTIVA MARITIMA	90521
			SINDICATO DE TRABAJADORES INDEPENDIENTES PESCADOR ARTESANAL, PUNTA BASCUÑÁN	97099
Coquimbo	La Higuera	El Apolillado	COOPERATIVA PESQUERA Y COMERCIALIZADORA LOS CHOROS	90264
		Punta Choros	A.G. TRAB DEL MAR INDEP CALETA PTA CHOROS IV REGION	233
		Punta Choros	COOPERATIVA PESQUERA Y COMERCIALIZADORA PUNTA NORTE	90310
		Los Choros(Choreadero)	ORGANIZACION COMUNITARIA FUNCIONAL DE PESCADORES UNIDOS COMUNA LA HIGUERA	1092
		Los Choros(Choreadero)	A.G.DE PESCADORES Y MARISCADORES DE LOS CHOROS	207
		Los Choros(Choreadero)	ORGANIZACION COMUNITARIA FUNCIONAL DE PESCADORES BAHIA CHOROS	208
		Chungungo	S.T.I. BUZOS, AYUDANTE, PESC Y RECOLECTORES DE LA CALETA DE CHUNGUNGO	1070
		Chungungo	A.G. DE TRABAJADORES INDEPENDIENTES DE CHUNGUNGO, COMUNA DE LA HIGUERA IV REGION	248
		Chungungo	A.G.DE TRABAJADORES DEL MAR INDEPENDIENTE DE CALETA CHUNGUNGO	201
		Chungungo	ORGANIZACIÓN COMUNITARIA LOS CASTILLO DE CHUNGUNGO	1067
		Chungungo	SINDICATO DE TRABAJADORES ARTESANALES BUZOS MARISCADORES RECOLECTORES DE ORILLA LA CRUZ DE CHUNGUNGO	1367
		Totoralillo Norte	S.T.I. PESCADORES ARTESANALES TOTORALILLO NORTE DE LA HIGUERA	1061

Región	Comuna	Caleta Base	Nombre Organización	N° ROA
		Hornos	AGRUPACION FUNCIONAL DE PESCADORES DE CALETA HORNOS	90360
		Hornos	S.T.I. N°1 DE BUZOS Y PESCADORES ARTESANALES CALETA HORNOS COMUNA DE LA HIGUERA	1069
		Hornos	AGRUPACION DE TRABAJADORES INDEPENDIENTES DEL MAR DE CALETA HORNOS	1371
		Hornos	AGRUPACION DE MUJERES EMPRENDEDORAS ESTRELLA DEL MAR	1373
		Hornos	A.G. DE TRAB DEL MAR PANAMERICANA NORTE CALETA HORNOS	231

Desembarque Artesanal

El mayor desembarque en el área, y que se mantiene a lo largo de la serie de tiempo 2015-2021, está representado por el grupo de las algas, con el más alto reporte para los recursos huiro negro (48.666 t) y huiro palo (41.462 t), seguido por los recursos loco (5.372 t) y macha (3.753 t) y en menor grado por el grupo de los peces, representado por las especies jurel y dorado (**Figura 9 y 10, Tabla 8**).

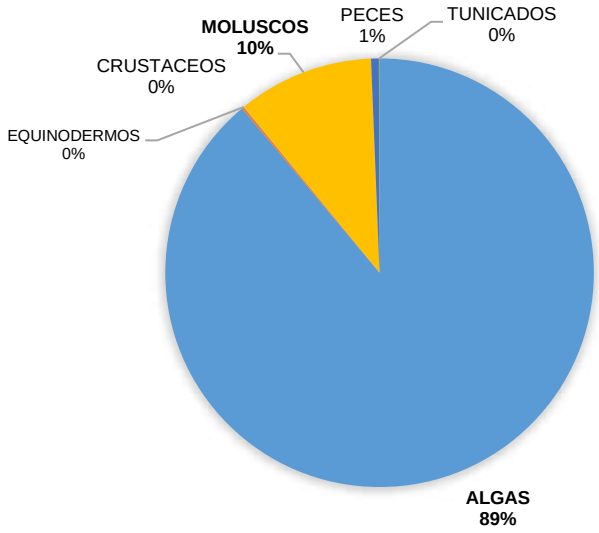


Figura 9. Desembarque (t) por grupo de especies entre 2015-2021 (Fuente: SIAC SERNAPESCA, octubre 2022).

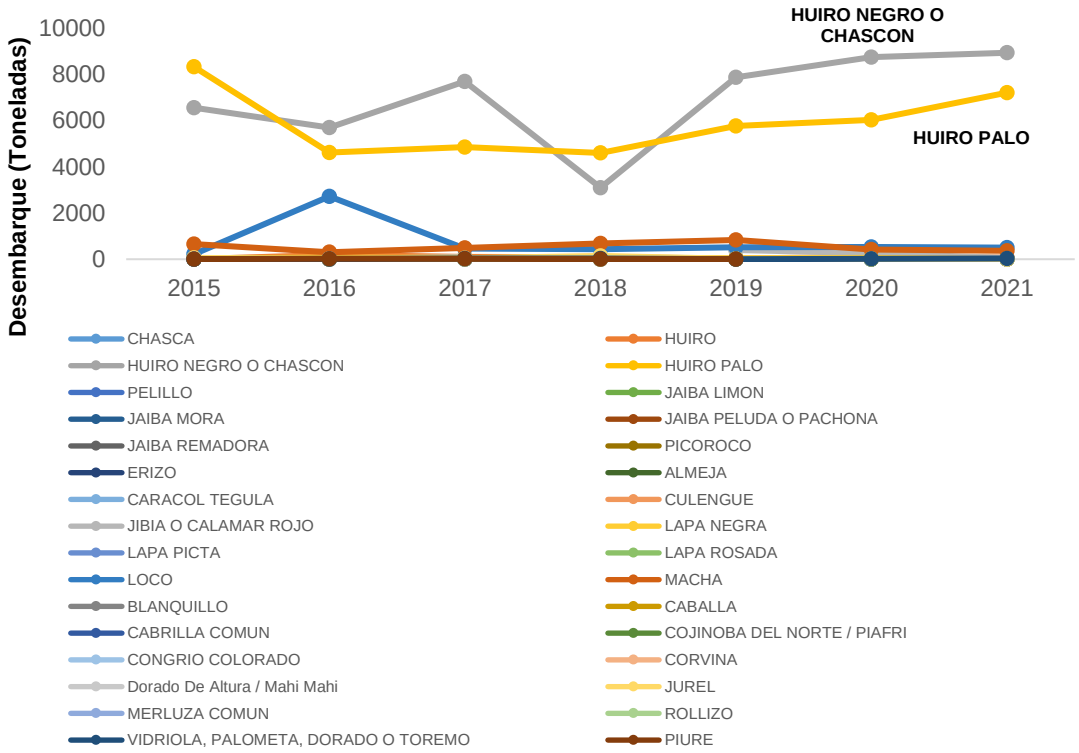


Figura 10. Desembarque (t) de especies entre 2015-2021 (Fuente: SIAC SERNAPESCA, octubre 2022).

Con respecto al desembarque específico por caleta entre los años 2015-2021, en la región de Atacama, el sector de Los Burros sur y Chañaral de Aceituno presentaron los mayores desembarques con valores de 28.582 t y 32.595 t, para el período, respectivamente (**Figura 11 y Tabla 8**). En la región de Coquimbo, el mayor registro de desembarques corresponde a las caletas de Punta de Choros (10.421 t) y Hornos (7.740 t) (**Figura 11 y Tabla 8**). Para ambas regiones, el mayor aporte de desembarques está dado por el grupo de las algas, específicamente por los recursos huiro negro y huiro palo.

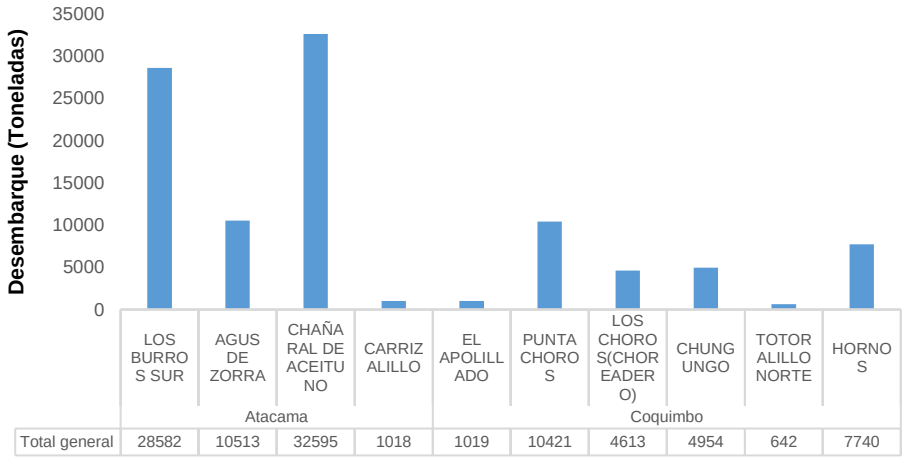


Figura 11. Desembarque total 2015-2021 por caleta del área de estudio (Fuente: SIAC SERNAPESCA, octubre 2022).

Tabla 8. Desembarque por grupo de especies y por caleta entre 2015-2021 (Fuente: SIAC SERNAPESCA, octubre 2022).

Región	Caleta	Grupo de especies	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total general
Atacama	LOS BURROS SUR	ALGAS	4650	2500	3484	2847	4858	4780	5421	28540
		CRUSTACEOS							11	11
		EQUINODERMOS	1							1
		MOLUSCOS	3	2				7	16	28
		PECES	2							2
	AGUA DE ZORRA	ALGAS	220	1703	1970	2135	2074	1529	877	10508
		MOLUSCOS	4		1					5
	CHAÑARAL DE ACEITUNO	ALGAS	8779	4306	2832	1486	3821	4984	5917	32125
		MOLUSCOS	77	49	29	26	79	93	111	464
		PECES	3	1	2					6
	CARRIZALILLO	ALGAS		4	853	87	57	12	4	1017
		MOLUSCOS					1			1
Coquimbo	EL APOLILLADO	ALGAS	78	108	101	6	52	277	311	933
		MOLUSCOS						22	64	86
	PUNTA CHOROS	ALGAS	605	669	964	492	1521	1420	1410	7081
		CRUSTACEOS	10	14	8	9	14		1	56
		EQUINODERMOS	4	1		9				14
		MOLUSCOS	97	1668	271	259	362	379	142	3178
		PECES	8	16	14	21	4	4	25	92
	LOS CHOROS(CHOREADERO)	ALGAS	1	6	103	127	256	244	4	741
		EQUINODERMOS	2							2
		MOLUSCOS	677	293	548	699	889	400	364	3870
	CHUNGUNGO	ALGAS	164	372	1326	287	522	441	634	3746
		MOLUSCOS	1	979	55	31	37	55	50	1208
	TOTORALILLO NORTE	ALGAS	17	130	98	7	26	39	44	361
		CRUSTACEOS		2	2		1			5
		EQUINODERMOS		1			3			4
		MOLUSCOS		32	34	14	11	70	29	190
		PECES	2	4	7	41	1	10	4	69
		TUNICADOS		7	4	1	1			13
	HORNOS	ALGAS	399	723	951	332	506	1174	1624	5709
		CRUSTACEOS	15	26	32	16	8			97
		EQUINODERMOS	1			1		2		4
		MOLUSCOS	121	129	191	148	424	279	172	1464
		PECES	72	28	80	186	21	27	10	424
		TUNICADOS	5	16	13	4	4			42
Total general			**16018**	**13789**	**13973**	**9271**	**15553**	**16248**	**17245**	**102097**

Desembarques en Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB)

Existe un total de 26 AMERBs colindantes con el área propuesta como AMCP-MU archipiélago de Humboldt, con una superficie total aproximada de 5.522,76 hectáreas, de las cuales 25 áreas reportan desembarques para el periodo 2015-2021, mostrando un registro constante y casi exclusivo de moluscos y algas, con un total de 8.562,2 t y 16.880,5 t respectivamente para las regiones de Atacama y Coquimbo. El desembarque de moluscos, está representado principalmente por los recursos loco y macha, mientras que, para el grupo de las algas, los mayores reportes corresponden a las especies huiro negro y huiro palo (**Figura 12 y Tabla 9**).

Dentro de estas AMERBs, existen 5 solicitudes de concesiones de acuicultura en trámite para las especies piure, huiro, huiro flotador (*Macrosystis pyrifera*), huiro canutillo (*Macrosystis sp*,), huiro negro (*Lessonia spicata*), huiro palo (*Lessonia trabeculata*) y cochayuyo (*Durvillaea antarctica*). En cuanto a la Acuicultura Experimental en Área de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AEAMERB), existen 3 solicitudes en trámite para los recursos piure, huiro, huiro palo y ostra japonesa (*Crassostrea gigas*) (**Tabla 9**).

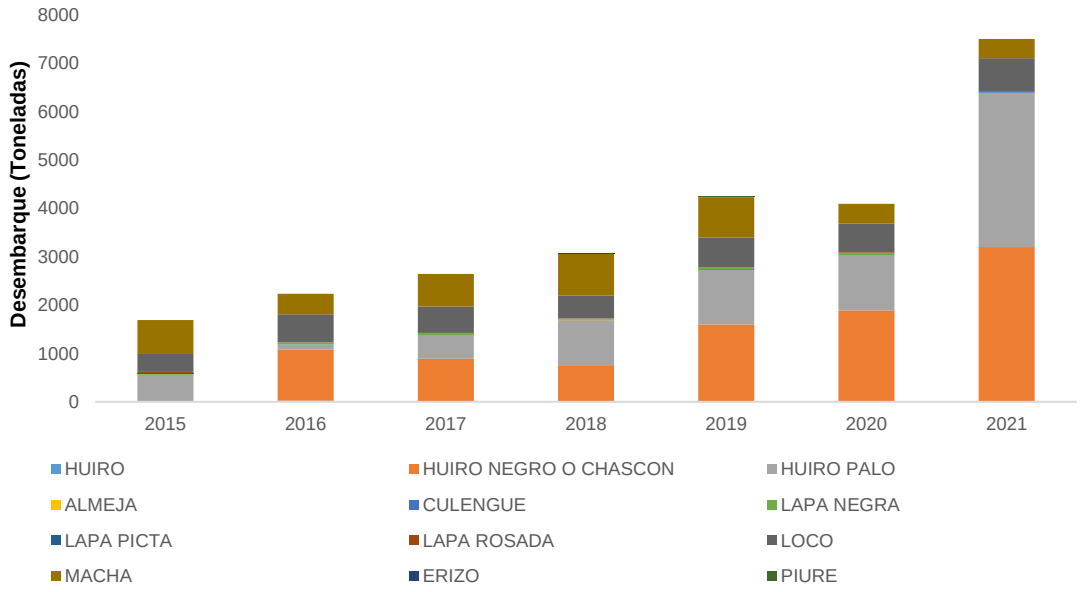


Figura 8. Desembarque de especies en AMERBs del AMCP-MU archipiélago de Humboldt entre 2015-2021 (Fuente: SIAC SERNAPESCA, octubre 2022).

Tabla 9. AMERB presentes en el archipiélago de Humboldt con desarrollo de AAMERB-AEAMERB y su estado (Fuente: SIAC SERNAPESCA y SUBPESCA, octubre 2022) (AAMERB: Acuicultura en Área de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos; AEAMERB: Acuicultura experimental en Área de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos).

Región	Comuna	Nombre Caleta	Área de Manejo	Superficie (hás)	Nombre Organización	Tipo de Actividad	Estado de Trámite	Especies
Atacama	Freirina	CHAÑARAL DE ACEITUNO	CHAÑARAL DE ACEITUNO, SECTOR B	27,84	S.T.I. BUZOS MARISC Y PESC ARTES CALETA CHAÑARAL DE ACEITUNO	-	-	-
			CHAÑARAL DE ACEITUNO, SECTOR C	236,35	S.T.I. BUZOS MARISC Y PESC ARTES CALETA CHAÑARAL DE ACEITUNO	AAMERB	Rechazada	Huiro flotante
			CHAÑARAL DE ACEITUNO	82	S.T.I. BUZOS MARISC Y PESC ARTES CALETA CHAÑARAL DE ACEITUNO	-	-	-
		LOS BURROS SUR	LOS BURROS SECTOR B	230,73	S.T.I. BUZOS MARISCADORES Y RECOLECTORES DE ORILLAS EL MAR DE CALETA LOS BURROS	-	-	-
			LOS BURRROS SUR	135,51	S.T.I. ALGUEROS Y OTROS	-	-	-
			LA REINA	205,64	SINDICATO DE TRAQBAJADORES INDEPENDIENTES DE ACTIVIDADES EXTRACTIVAS Y DIVERSIFICACION PRODUCTIVA MARITIMA	-	-	-
Coquimbo	La Higuera	EL APOLILLADO	APOLILLADO	135	A.G.DE PESCADORES Y MARISCADORES DE LOS CHOROS	AEAMERB	En tramite	Ostra japonesa (*Crassostrea gigas*)
		PUNTA CHOROS	ISLA CHOROS	407,73	A.G. TRAB DEL MAR INDEP CALETA PTA CHOROS IV REGION	-	-	-
			PUNTA DE CHOROS	722,77	A.G. TRAB DEL MAR INDEP CALETA PTA CHOROS IV REGION	-	-	-
		LOS CHOROS (CHOREADERO)	LOS CHOROS	1278,75	ORGANIZACION COMUNITARIA FUNCIONAL DE PESCADORES UNIDOS COMUNA LA HIGUERA	-	-	-
			CHOREADERO	270,81	A.G.DE PESCADORES Y MARISCADORES DE LOS CHOROS	-	-	-
		CHUNGUNGO	CHUNGUNGO, SECTOR A	115,92	A.G. DE TRABAJADORES INDEPENDIENTES DE CHUNGUNGO, COMUNA DE LA HIGUERA IV REGION	AAMERB	En tramite	Piure (*Pyura chilensis*) y huiro

			CHUNGUNGO SECTOR B	6,7	ORGANIZACION COMUNITARIA DE BUZOS MARISCADORES LOS CASTILLO	AAMERB	Rechazada	Piure (*Pyura chilensis*)
						AEAMERB	En tramite	Huiro palo
			CHUNGUNGO, SECTOR C	110,32	A.G. DE TRABAJADORES INDEPENDIENTES DE CHUNGUNGO, COMUNA DE LA HIGUERA IV REGION	-	-	-
			CHUNGUNGO, SECTOR D	28,1	S.T.I. BUZOS, AYUDANTE, PESC Y RECOLECTORES DE LA CALETA DE CHUNGUNGO	-	-	-
			CHUNGUNGO, SECTOR E	21,45	S.T.I. BUZOS, AYUDANTE, PESC Y RECOLECTORES DE LA CALETA DE CHUNGUNGO	-	-	-
			La Peña	455,13	SINDICATO DE TRABAJADORES ARTESANALES BUZOS MARISCADORES RECOLECTORES DE ORILLA LA CRUZ DE CHUNGUNGO	AAMERB	En tramite	Piure (*Pyura chilensis*)
			Temblador	20,42	S.T.I. BUZOS, AYUDANTE, PESC Y RECOLECTORES DE LA CALETA DE CHUNGUNGO	-	-	-
		TOTORALILLO NORTE	TOTORALILLO NORTE, SECTOR A	37,95	S.T.I. PESCADORES ARTESANALES TOTORALILLO NORTE DE LA HIGUERA	AAMERB	En tramite	Huiro flotador (*Macrosystis pyrifera*)
			TOTORALILLO NORTE, SECTOR B	28,86	S.T.I. PESCADORES ARTESANALES TOTORALILLO NORTE DE LA HIGUERA	AAMERB	En tramite	Huiro flotador (*Macrosystis pyrifera*)
			TOTORALILLO NORTE, SECTOR C	31,96	S.T.I. PESCADORES ARTESANALES TOTORALILLO NORTE DE LA HIGUERA	-	-	-
		HORNOS	HORNOS	370,76	A.G. DE TRAB DEL MAR PANAMERICANA NORTE CALETA HORNOS	-	-	-
			HORNOS, SECTOR B	84,32	A.G. DE TRAB DEL MAR PANAMERICANA NORTE-CALETA HORNOS	AAMERB	En tramite	Piure (*Pyura chilensis*), huiro canutillo (*Macrosystis sp*,), huiro negro (*Lessonia spicata*), huiro palo (*Lessonia trabeculata*), cochayuyo (*Durvillaea antarctica*)
						AEAMERB	En tramite	Piure (*Pyura chilensis*) y huiro

			LAS MINITAS	165,68	S.T.I. N°1 DE BUZOS Y PESCADORES ARTESANALES CALETA HORNOS COMUNA DE LA HIGUERA	-	-	-
			ENSENADA ARRAYAN	62,38	S.T.I. N°1 DE BUZOS Y PESCADORES ARTESANALES CALETA HORNOS COMUNA DE LA HIGUERA	-	-	-
			MORRO GRUESO	249,68	AGRUPACION DE TRABAJADORES INDEPENDIENTES DEL MAR DE CALETA HORNOS	-	-	-

Concesiones acuícolas

En la zona del área propuesta como AMCP-MU archipiélago de Humboldt existen concesiones de acuicultura otorgadas, acotadas a la región de Coquimbo, abarcando un total de 38,48 ha. y 4 solicitudes en trámite de antigua data (**Tabla 10**).

Tabla 10. Concesiones de acuicultura en área de estudio (Fuente: SUBPESCA, 2022).

Comuna	Nombre de Titular	Estado	Superficie (Ha)	Grupo Especie	Especies
LA HIGUERA	S AQUANORTE LTDA	CONCESION OTORGADA	6,62	MOLUSCOS	OSTION DEL NORTE, OSTION DEL SUR, OSTRA CHILENA, OSTRA DEL PACIFICO O JAPONESA
	COMERCIAL PANAMERICANA S.A.	CONCESION OTORGADA	19,86	MOLUSCOS	OSTION DEL NORTE, OSTION DEL SUR, OSTRA CHILENA, OSTRA DEL PACIFICO O JAPONESA
	SIND.TRAB.IND.PESC.ART.TOTORALILLO NORTE	CONCESION OTORGADA	12	MOLUSCOS	OSTION DEL NORTE, OSTION DEL SUR
	SOC. DE INVERSIONES ACUICOLAS LTDA.	SOLICITUD EN TRAMITE	24	PECES	DORADO
	OSTIMAR S.A.	SOLICITUD CON R(SSP) PROYECTO TECNICO APROBADO	26,36	MOLUSCOS	OSTION DEL NORTE, OSTION DEL SUR
	CONCESIONES MARINAS SPA	SOLICITUD EN TRAMITE	12	SALMONES	SALMON CEREZA, SALMON DEL ATLANTICO, SALMON KETA, SALMON PLATEADO, SALMON REY, SALMON ROSADO, TRUCHA ARCOIRIS, TRUCHA CAFE, TRUCHA DE ARROYO, TRUCHA DE LA MONTAÑA
LA SERENA	SOC. DE INVERSIONES ACUICOLAS LTDA.	SOLICITUD EN TRAMITE	24	PECES	DORADO

Concesiones y destinaciones marítimas

En el área propuesta como AMCP-MU archipiélago de Humboldt, también se emplazan concesiones marítimas pertenecientes a la asociación gremial de trabajadores del mar independientes de caleta Punta Choros; al Ministerio de Defensa Nacional, a la Subsecretaria de las Fuerzas Armadas y Ministerio de Obras Públicas, para la dirección de obras portuarias, además de una otorgada a la Compañía Minera Santa Dominga. (**Tabla 11**).

Tabla 11. Concesiones y destinaciones marítimas en la comuna de La Higuera.

OTORGADO A	DECRETO

ASOCIACIÓN GREMIAL DE TRABAJADORES DEL MAR INDEPENDIENTES DE LA CALETA PUNTA CHOROS	DEX 514/2011
MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL, SUBSECRETARIA DE LAS FUERZAS ARMADAS	DEX 1650/2011
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, PARA LA DIRECCIÓN DE OBRAS PORTUARIAS	DEX 2788/2013
COMPAÑÍA MINERA SANTA DOMINGA	DS 405/2012-379/2014
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, PARA LA DIRECCIÓN DE OBRAS PORTUARIAS	DEX 369/2010-942/2016
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, PARA LA DIRECCIÓN DE OBRAS PORTUARIAS	DEX 2011/2017

7. Objetos de Conservación

En múltiples estudios realizados se destaca el alto valor de la zona, principalmente por el ecosistema marino de la corriente de Humboldt, el cual es uno de los 64 grandes ecosistemas marinos en el planeta y uno de los más productivos, por su alta biodiversidad. Estas características le otorgan un reconocimiento mundial, y que en Chile la ubican dentro de las “Áreas de Alto Valor para la Conservación” (Squeo *et al.,* 2015), específicamente desde Punta Pájaros en la región de Atacama, hasta el sur de la Isla Tilgo en la región de Coquimbo (Squeo *et al.,* 2015). A su vez, se identifica como “Sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad” (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 2003), por su alta variabilidad ambiental interanual e interestacional, que produce impactos significativos sobre los servicios ecosistémicos, la productividad y la estructura trófica (OCEANA, 2010; Squeo *et al.,* 2015, OCEANA, 2017; Gaymer *et al.,* 2021)

Squeo *et al.,* 2015, destaca, además de las reservas marinas y la reserva nacional pingüino de Humboldt, una importante surgencia costera, que la hace poseedora de importantes objetos de conservación (OdC), entre los que destacan las especies amenazadas pingüino de Humboldt y delfín nariz de botella (Squeo *et al.,* 2015).

Gaymer *et al.,* 2021, informa que estudios regionales han determinado que en la zona existen entre 400 y 500 especies de las cuales al menos 100 (25%) se consideran como especies de importancia ecológica. Además, OCEANA, 2010, reconoce que el área del AMCP-MU, no sólo es importante por su cantidad de especies (400-500), si no que también por su alta diversidad, destacando 8 hábitats, cuya importancia ecológica se fundamenta en la conservación del espacio físico y los requisitos biológicos de especies vulnerables, amenazadas o en peligro de extinción (OCEANA, 2010).

Los grupos más importantes y diversos representan a 187 especies macrobentónicas (macroalgas e invertebrados), 122 especies de aves, 15 especies de mamíferos marinos y 68 especies de peces. Muchas de estas especies se encuentran en un estado vulnerable y algunas incluso en peligro de extinción según la lista roja de la UICN (UICN 2022) y el Reglamento de Clasificación de Especies de Chile (RCE, 2022). En cuanto a las especies bentónicas, un 33% de las especies cumplen un rol ecológico fundamental como bio-ingenieros (corales y esponjas), por ejemplo, las macroalgas, los hidrocorales y las esponjas, y también un número considerable de estas especies son recursos importantes para la pesca artesanal (OCEANA, 2017, Gaymer *et al.,* 2021).

Los antes mencionado, lleva a priorizar los siguientes objetos de conservación:

i) Hábitat intermareal y submareal que alberga una diversidad de especies hidrobiológicas y recursos bentónicos pesqueros.

Una de las características más sustanciales del intermareal y submareal, es que representan ecosistemas de importancia para la fauna endémica y de importancia ecológica para el AMCP-MU. Particularmente se encuentran áreas de extracción de recursos pesqueros, zonas de alta diversidad de peces e invertebrados, entre otras. Además, otorga funciones y servicios ecosistémicos de soporte, abastecimiento y regulación, de gran relevancia para las comunidades costeras (OCEANA, 2010).

Al considerar este objeto de protección, se está resguardando el área de surgencia costera (o afloramiento) del centro-norte de Chile, que se caracteriza por aguas frías altamente productivas de fito y zooplancton, lo que permite el desarrollo de tramas tróficas complejas como grupos de invertebrados y macroalgas bentónicas, peces, aves y mamíferos marinos entre los cuales destacan cetáceos mayores tales como ballenas jorobadas, fin y azul. Varias de estas especies son importantes en términos económicos y varias de ellas se encuentran protegidas por presentar problemas de conservación, en categoría de amenazadas e incluso en peligro de extinción (Gaymer *et al.,* 2021).

ii) Zonas de alimentación y nidificación de aves.

El área del archipiélago de Humboldt presenta múltiples islas e islotes, donde habitan colonias de aves marinas importantes en términos de abundancia de la zona centro y norte de Chile (Simeone et al., 2003, Luna-Jorquera et al. 2012, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021), y nidifican un total de once especies de aves marinas, la mayoría de las cuales son endémicas del Sistema de la Corriente de Humboldt (Luna- Jorquera *et al.,* 2003, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021).

En cuanto a zonas reproductivas, se destacan la isla Chañaral con la presencia de 4 especies, Choros con 7 especies, e islote Chungungo donde nidifican 4 especies, y caracterizado por ser uno de los pocos sitios en la costa de Chile y Perú, en el cual nidifica la golondrina de mar chica (Gaymer *et al.,* 2021). Todas estas especies son endémicas del Sistema de la Corriente de Humboldt (Simeone et al., 2003, Luna-Jorquera *et al.,* 2012, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021).

En esta zona, se reconocen también la presencia de poblaciones de especies emblemáticas de aves marinas, como lo son el yunco (*Pelecanoides garnotii*), piquero (*Sula variegata*), albatros, petreles y fardelas, así como, sus hábitat y zonas de descanso, alimentación y reproducción (OCEANA, 2010, Informe técnico, MMA 2021)

iii) Zonas de alimentación y reproducción de mamíferos marinos.

La zona del AMCP-MU, es uno de los sistemas con mayor diversidad de especies de mamíferos marinos en todo el mundo, siendo un lugar único y de extrema importancia para su conservación (Urbina *et al.,* 2021, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021). En los últimos 30 años se ha observado un alza en la riqueza de este grupo de animales. Sin embargo, la gran mayoría de estas especies se encuentran dentro de alguna categoría con problemas de conservación, desde especies vulnerables hasta en peligro de extinción, según el Reglamento de Conservación de Especies del Ministerio del Medio Ambiente y la lista roja de la UICN (Gaymer *et al.,* 2021).

iv) Practica tradicional de pesca artesanal de pequeña escala.

La pesca artesanal es una de las principales actividades económicas del sector costero donde se amplaza en AMCP-MU archipiélago de Humboldt. El sector cuenta con 22 organizaciones de pescadores artesanales en ambas regiones y 7 caletas de pescadores. Entre sus principales recursos pesqueros se encuentran la lapa, macha, algas y el loco. El mayor desembarque en el área del AMCP-MU, y que se mantiene en

el tiempo está representado por el grupo de las algas (huiro negro, huiro palo). Además, en el sector se distribuyen 26 áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos.



8. Amenazas

Durante el proceso de caracterización del área del archipiélago de Humboldt, que involucra a las regiones de Atacama y Coquimbo, diversos autores, han identificado amenazas específicamente para esta zona, y que se describen a continuación:

8.1 Tráfico marítimo y colisiones

El tráfico marítimo, representa un problema principalmente por la muerte o heridas graves que provocan las colisiones de embarcaciones mayores con animales, principalmente mamíferos marinos, y las heridas provocadas por impactos de hélices de embarcaciones menores (Gaymer *et al.,* 2021). Las colisiones significan una de las dos principales causas de muerte no natural en ballenas a nivel global, donde particularmente las crías y juveniles muestran una mayor prevalencia a choques con embarcaciones, con una muy alta tasa de mortalidad (Gaymer *et al.,* 2021).

Gaymer *et al.,* 2021, señala que, en años recientes en Chile, a través de publicaciones científicas o de prensa, se ha reportado un incremento de ballenas muertas o heridas por colisiones con embarcaciones (Alvarado-Rybak et al., 2020, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021). Específicamente en la bahía de Coquimbo se identifican las especies: calderón de aleta corta (*G. melas*), ballena fin o ballena aleta corta (*B. physalus*), el cachalote (*P. macrocephalus*) y delfín de nariz botella (*T. truncatus*), entre otras (Gaymer *et al.,* 2021), demostrando que el tráfico de barcos se superpone con el hábitat crítico de las ballenas (García-Cegarra y Pacheco, 2019; Bedriñana-Romano *et al.,* 2021, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021).

En el caso de las aves, las embarcaciones mayores (incluyendo las de la pesca industrial), han generado que especies de aves marinas en vuelo, choquen contra el puente, mástiles y otras infraestructuras que sobresale del casco

Lo anteriormente mencionado cobra relevancia si se trata de poblaciones con problemas de conservación, en donde unas pocas mortalidades al año, sobre todo de juveniles, pueden generar un gran efecto sobre el crecimiento de una población (Gaymer *et al.,* 2021).

Otra de las amenazas latentes es el derrame de combustible u otros líquidos químicos, y desechos que son arrojados al mar, que, producto de las corrientes marinas, terminan en la costa, afectando especies, ecosistemas y procesos ecológicos.

8.2 Contaminación acústica

La contaminación acústica provocada por incremento del ruido ambiente en los océanos produce un efecto de enmascaramiento de las señales acústicas utilizadas por la fauna marina, que utilizan el sonido para una amplia gama de funciones biológicas, que van desde vocalizaciones de comunicación y cortejo en mamíferos y peces, hasta localización de presas de forma pasiva o por ecolocalización (biosónar) (Aguilar y Tejedor, 2012). Así mismo, el sonido es utilizado con fines de orientación tanto por mamíferos marinos (Richardson et al., 1995) como por larvas de peces, que navegan hacia la costa para asentarse utilizando estímulos acústicos biológicos (Montogomery *et al.,* 2006, como se citó en Aguilar y Tejedor, 2012). Este impacto puede provocar cambios de comportamiento o desorientación, que puedan desembocar en daños o

incluso mortandad (Rommel et al., 2007; Guerra et al., 2004, Fernández et al., 2005: Cox et al., 2006, como se citó en Aguilar y Tejedor, 2012), o bien a través de cambios en la calidad del hábitat que puedan generar estrés (Wright *et al.,* 2008 como se citó en Aguilar y Tejedor, 2012).

Evidencia de esto son los cetáceos, especies que son particularmente sensibles al ruido submarino. Particularmente en las ballenas, el ruido de baja frecuencia, como el ruido de motor de barcos, se solapa directamente con sus vocalizaciones de baja frecuencia. Se ha visto a nivel mundial que el ruido del tráfico marítimo causa: i) un alza en el estrés fisiológico (niveles de cortisol), ii) una pérdida de espacio de comunicación y por tanto una interrupción de las comunicaciones sociales y reproductivas, y iii) cambios en el uso de hábitat, que en este caso sería la interrupción de actividades de alimentación y de socialización (Southall *et al.,* 2007, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021). Frente a cualquier ruido molesto se ha constatado que los cetáceos abandonan su hábitat crítico debido al ruido perturbador del tráfico, lo que en el caso del archipiélago de Humboldt esto implicaría la pérdida de este hábitat de alimentación. Asimismo, se ha constatado que un ruido constante ocasiona efectos acumulativos (estrés, pérdida de espacio de comunicación y pérdida de hábitat crítico de alimentación) y pueden causar un daño irreversible sobre las poblaciones de ballenas y delfines que hoy presentan importantes problemas de conservación (Thomsen *et al.,* 2011, Williams *et al.,* 2020, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021).

8.3 Contaminación lumínica

Cuando las fuentes de luz son excesivas o inapropiadas, se produce un fenómeno denominado contaminación lumínica, que afecta a las aves marinas por la atracción hacia fuentes de luz y su posterior caída (fallout), siendo los petreles y fardelas las especies más afectadas (Silva *et al.,* 2020). A nivel global la contaminación lumínica es la causa de la muerte de al menos 200.000 aves marinas entre los años 2002 a 2017, de las cuales el grupo más afectado son los petreles y fardelas (Rodríguez *et al.,* 2017, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021). En Chile el número de especies afectadas es de 17 aves marinas, principalmente en ciudades, pueblos e islas costeras (Silva *et al.,* 2020).

Gaymer *et al.,* 2021, señala que particularmente en Punta Choros se registró de manera no sistemática, la caída de al menos 190 ejemplares de yuncos entre las temporadas reproductivas de 2011 a 2017. Así mismo, al año siguiente (temporada 2018-2019), en un recuento sistemático se registró la caída de 92 yuncos, con un máximo de 16 individuos en una noche; la causa de este alto número de incidentes coincide con la instalación de luces LED blancas y halógenas en dos sectores de Punta Choros (Gaymer *et al.,* 2021).

8.4 Pesca no regulada e ilegal

La pesca no regulada y la ilegal, representan una amenaza para la biodiversidad de la franja costera del submareal y el intermareal rocoso, tanto para recursos bentónicos como para los peces pelágicos costeros (Gaymer *et al.,* 2021). Esta práctica aumenta la presión no sólo sobre los recursos que se extraen pudiendo generar una sobreexplotación sobre los mismos, sino también tiene efecto aditivo sobre los hábitats

bentónicos, mamíferos y aves marinas por la amenaza de destrucción de hábitats, tales como los bosques de macroalgas pardas a través del “barreteo” o extracción de plantas de macroalgas con un fierro y buceo y de perturbación por pérdida de hábitat para algunas especies de aves marinas como el pelícano (*P. thagus*) o el yunco (*P. garnotii*. Así mismo se destacan los islotes Pájaros, área que no se encuentra bajo ninguna protección o manejo pesquero que regule la extracción de mariscos, peces o macroalgas.

8.5 Pesca incidental

La pesca incidental se define como aquella conformada por especies que no son parte de la fauna acompañante y que está constituida por reptiles marinos, aves marinas y mamíferos marinos (Ley 20625). La pesca incidental puede ser conservada o descartada, ya sea porque una especie determinada de fauna acompañante excede la cuota permitida o porque su valor económico es muy bajo y por ende no es considerada dentro de los desembarques totales (OCEANA, 2017). Esto, sumado al descarte, ha provocado gran inquietud por las consecuencias ecológicas que puede tener sobre la biodiversidad marina, sobretodo porque afecta a especies de importancia comercial y emblemáticas o con problemas de conservación (OCEANA, 2017).

Gaymer *et al.,* 2021, la describe como una amenaza particularmente relevante para los condrictios, ya que la mortandad de tiburones y rayas en aparejos y artes de pesca de baja selectividad es una problemática mundial que está afectando fuertemente la conservación de este grupo (Gaymer *et al.,* 2021). La razón principal, tiene que ver con que estas especies son de crecimiento lento, baja fecundidad, maduración sexual tardía y extensos períodos de gestación (Lamilla *et al.,* 2005, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021).

8.6 Pesca de arrastre

Gaymer *et al.,* 2021, reporta que la pesca de arrastre representa una de las amenazas de larga data afectando la biodiversidad del bentos profundo del archipiélago de Humboldt.

Estudios de OCEANA señalan la fragilidad de ciertos espacios del bentos dentro de las 5 millas del área que pretende ser protegida y que están siendo gravemente amenazados por la posibilidad de que buques arrastreros de fondo ejerzan su actividad en ellos (OCEANA, 2017). Así mismo, la fauna acompañante de la pesquería de langostino y camarón incluye numerosas especies de tiburones, y peces óseos, que no son objetivo de pesca y son sacrificados (Gaymer et al., 2021).

Este tipo de pesca industrial, la pesca de arrastre, tanto de fondo como de media de agua, no es selectivo, pues consiste en un arte activo que va agresivamente en busca de aquellos que viven sobre el fondo marino o cerca del mismo (Walting & Norse, 1998, como se citó en OCEANA, 2017). De esta forma, la red de arrastre no sólo extrae los peces que son objetivo de la pesca, sino que también captura una gran diversidad de otros organismos que constituyen el llamado “bycatch” o fauna acompañante y además daña el fondo marino donde se encuentran estas especies (Hiddink *et al.,* 2006; Tillin *et al.,* 2006; Puig *et al.,* 2012, OCEANA 2016, como se citó en OCEANA, 2017). Este daño significativo en las comunidades que habitan el fondo oceánico, contribuyen a la

declinación de las pesquerías, ya que tales comunidades proporcionan las condiciones para resguardar y proteger el crecimiento de una gran variedad de especímenes juveniles de peces e invertebrados marinos (Gray *et al.,* 2006, como se citó en OCEANA, 2017, Gaymer *et al.,* 2021). En definitiva, una vez que el hábitat esencial ha sido destruido producto de la pesca de arrastre de fondo, stocks de peces de valor comercial, así como otras especies que dependen del fondo marino para su desove, cría, protección, alimentación y refugio, declinan drásticamente y pueden desaparecer, si no se limitan estas prácticas oportunamente (Gray *et al.,* 2006, como se citó en OCEANA, 2017).

8.7 Basura marina o residuos sólidos

La basura marina, es un fenómeno antrópico que se puede apreciar a lo largo de toda la costa Chilena (Hidalgo-Ruz *et al.,* 2018, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021), y las cantidades generalmente son similares que en otros países de América Latina (Gaibor *et al.,* 2019, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021), pero menores que en Alemania (Honorato-Zimmer et al. 2019, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021). Aunque no hay muestreos cuantitativos realizados en la costa del Archipiélago de Humboldt, un estudio realizado en Caleta Hornos, Chungungo y Punta Choros indica la preocupación de los habitantes por la basura marina, sobre todo por el efecto que produce y que implica, donde el número de especies marinas reportadas por impacto por basura antropogénica ha aumentado dramáticamente en las últimas décadas y continúa creciendo (Gall y Thompson, 2015, como se citó en Cristi *et al.*, 2020). Además, se estima que al menos el 17% de las especies reportadas por ingestión o enredo con desechos marinos aparecen en la Lista Roja de la UICN en categoría amenazada, vulnerable, en peligro o en peligro crítico (Gall y Thompson, 2015, como se citó en Cristi *et al.*, 2020).

8.8 Turismo no regulado

El turismo no regulado, sin una planificación adecuada, se trasforma en una amenaza actual para los objetos de protección, y potencial para otros sectores que aún no desarrollan el potencial turístico de la zona .El manejo de residuos, que finalmente son arrojados al mar, el tráfico marítimo excesivo, que altera los hábitats de las especies, el acoso constante que sufren especies de mamíferos marinos, el impacto que genera el ruido de las embarcaciones, las presiones antrópicas de los visitantes, son sólo algunos de los impactos negativos que puede generar el turismo.

8.9 Cambio climático

Chile es un país altamente vulnerable al cambio climático, cumpliendo con la mayoría de los nueve criterios de vulnerabilidad enunciadas por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Cilmático (CMNUCC), a saber: posee áreas costeras de baja altura; zonas áridas y semiáridas; zonas de bosques; territorio susceptible a desastres naturales; áreas propensas a sequía y desertificación; zonas urbanas con problemas de contaminación atmosférica; y ecosistemas montañosos (Plan de acción nacional de cambio climático 2017-2022).

En cuanto a la franja de mar, Chile presenta una gran variedad de ecosistemas y de especies marinas que estarían siendo afectadas por cambios en las condiciones hidrológicas y ambientales derivadas del cambio climático. Esto afectaría a las especies

marinas pelágicas, demersales y bentónicas, en la medida en que se modifiquen las condiciones físicas, químicas y biológicas que determinan su productividad, desarrollo, alimentación, reproducción, abundancia y distribución. Así mismo, el “Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022”, informa que el cambio climático podría reducir significativamente la capacidad reproductiva de peces pelágicos (anchoveta, jurel, sardina) en la surgencia de Humboldt (Brochier *et al.,* 2013, como se citó en el Plan de acción nacional de cambio climático 2017-2022). Además, agrega que, según Fuenzalida *et al.,* (2007), el nivel medio del mar se incrementaría entre 5 y 10 cm al año 2050 y entre 12 y 28 cm al año 2100. Este cambio en el nivel del mar, puede que no tenga efectos directos sobre los recursos cultivados, pero sí sobre los centros de cultivo, por cambios de la salinidad de las aguas estuarinas. Además, es factible que dicho efecto favorezca la incidencia de plagas y/o enfermedades en los centros de cultivo (Plan de acción nacional de cambio climático 2017-2022).

Cabe señalar que los recursos pelágicos, y probablemente también los demersales, presentan marcadas fluctuaciones en su abundancia en estos ecosistemas dinámicos, con colapsos abruptos de alternancia de especies. Estos últimos se reflejan en cambios de régimen del ecosistema entero, los cuales tienen notable impacto en la estructura, dimensión y dinámica de las pesquerías. Se considera, además, que las pesquerías sobreexplotadas o en agotamiento son las más vulnerables al cambio climático.

Información extraída del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático para Pesca y Acuicultura, elaborada en el marco del Plan Nacional de Acción al Cambio Climático, destaca que dentro de la incertidumbre que genera los posibles efectos generados en los océanos y sectores costeros, como consecuencia del cambio climático, estudios han permitido establecer cuáles podrían ser estos. En el caso de Chile, los cambios observados y esperados son los siguientes:

- Alteración en la temperatura superficial del mar.
- Disminución del oxígeno disuelto.
- Modificación en el nivel medio del mar.
- Acidificación de los océanos.
- Oscilación del sur (ENOS) y de El Niño-La Niña y cambios interdecadales.
- Aumento de frecuencia e intensidad de marejadas.

8.10 Urbanización del borde costero.

Los principales impactos derivados de la urbanización y de asentamientos humanos, así como la construcción de rutas y caminos de acceso, tienen relación con la alteración y pérdida de hábitat para especies marinas que habitan el intermareal, como el chungungo, así como especies de flora y fauna terrestres. A esto se suman otros impactos que resultan por ejemplo de las actividades recreativas, los ruidos, la inadecuada disposición de residuos sólidos y la instalación de emisarios submarinos, que pueden significar presiones antrópicas importantes, que afectan a ecosistemas y especies residentes en dichos espacios

8.11 Actividades industriales y minería

Una de las principales amenazas al borde costero y la biodiversidad marina, es la construcción y operación de proyectos industriales, cuyo grado de impacto está directamente vinculado con la magnitud y naturaleza de los proyectos y actividades. En ese sentido, proyectos de generación de energía, en particular a partir de fuentes convencionales como gas, carbón y petróleo, que requieren agua de mar para sus procesos de enfriamiento y generan gases contaminantes y residuos (solidos y líquidos), pueden ocasionar impactos significativos en el medio marino, de manera permanente y acumulativa. Asimismo, los proyectos portuarios generan diversos impactos en el ecosistema marino, tanto en la fase de construcción, a través de la destrucción de hábitat para el incado de pilotes y estructuras, por el dragado del fondo marino y por el ruido submarino, entre otros efectos adversos, como en la fase de operación, a través del impacto de la luminaria sobre la fauna marina (en especial las aves), por el ruido submarino, por el tráfico naviero alrededor de los puertos, o por la caída accidental de sustancias (por ejemplo concentrado de mineral, insumos para la industria, etc.) que pueden alterar la calidad del agua de mar y del sedimento, y que puede generar efectos negativos en las especies que están en contacto con estas matrices. Por último, resulta incompatible con un área marina protegida proyectos de minería submarina o de depositación de relaves en el fondo marino.

9. AMCP-MU y sus beneficios ecológicos, ambientales, socioeconómicos y de adaptación al cambio climático

Las áreas marinas protegidas (AMP) son una herramienta esencial para revertir la degradación global de la vida oceánica, pesquerías colapsadas, los hábitats destruidos, las pérdidas de biodiversidad y el cambio climático, restaurando la biodiversidad oceánica y resguardando los servicios ecosistémicos (Foro para la Conservación del Mar Patagónico y Áreas de Influencia, 2019; Sala *et al.,* 2021) (**Figura 13**).

Los sistemas marinos y costeros proporcionan múltiples beneficios tanto para los ecosistemas y las comunidades que se emplazan en ellas, lo que puntualiza la importancia de proteger estos sistemas únicos (FAO, 2012; Callum *et al.,* 2017). Entre los aspectos y beneficios más importantes asociados a la creación AMCP-MU archipiélago de Humboldt están:

Beneficios ecológicos:

- Conservación de la biodiversidad: que incluye especies, sus ecosistemas y las áreas de alto valor (hábitats claves de especies bioingenieras y de forraje; los hábitats críticos de aves, mamíferos marinos y especies de importancia comercial; especies sensibles o en algún estado de conservación), lo que a su vez también permite generar condiciones favorables para la recuperación de las poblaciones de especies marinas, promoviendo así la mantención de la estructura poblacional y funcionamiento natural del ecosistema (FAO, 2012; Foro para la Conservación del Mar Patagónico y Áreas de Influencia, 2019; Sala *et al.,* 2021). Además, se pueden producir beneficios en poblaciones y pesquerías

que están situadas más allá de sus límites a causa de la exportación de los huevos y larvas, efecto que refuerza el reclutamiento en el exterior y la migración de individuos (FAO, 2012).

- Contribución a la mitigación y adaptación al Cambio Climático, con el aumento de la capacidad de recuperación del medio marino frente a las variaciones climáticas y otros cambios ambientales (FAO, 2012; Foro para la Conservación del Mar Patagónico y Áreas de Influencia, 2019; Sala *et al.,* 2021).
- Proteger los fondos marinos y océanos, que son el principal sumidero de dióxido de carbono (Brock *et al.,* 2012; Sala *et al.,* 2021).

Beneficios sociales:

- Proteger los sitios de interés cultural y arqueológico, ayudando a mantener la cultura local y el patrimonio (FAO, 2012; Foro para la Conservación del Mar Patagónico y Áreas de Influencia, 2019).
- Conservar los estilos de vida marinos tradicionales sostenibles y las comunidades locales (FAO, 2012)
- Facilitar la investigación científica, la educación y las actividades recreativas (FAO, 2012)
- Sensibilizar acerca de la importancia de ciertos lugares en los cuales se apoya la producción pesquera y la conservación de la biodiversidad (FAO, 2012; Sala *et al.,* 2021).
- Demostrar la efectividad de la integración de las medidas de ordenación puestas en práctica en distintos sectores y lograr múltiples objetivos (por ejemplo, el mantenimiento de la pesca y la conservación de la biodiversidad) (FAO, 2012; Sala *et al.,* 2021).

Beneficios económicos

- Desarrollo de las pesquerías de importancia comercial y suministro de alimentos: en áreas protegidas, aumenta la biomasa de peces e invertebrados, y dadas las condiciones biológicas adecuadas, también puede mejorar la productividad en las áreas de pesca fuera del AMP a través de la dispersión de larvas, células reproductivas y adultos. Además, en áreas de sobrepesca, las AMP pueden revertir ese escenario y aumentar el aprovisionamiento de alimentos, a través de un buen manejo y gestión de las pesquerías explotadas (por debajo del rendimiento máximo sostenible) (FAO, 2012; Foro para la Conservación del Mar Patagónico y Áreas de Influencia, 2019; Sala *et al.,* 2021).
- Genera beneficios derivados para la economía costera (Ej. diversificación económica por usos alternativos como el turismo y la conservación de la biodiversidad o la pesca recreativa) (FAO, 2012; Sala *et al.,* 2021).

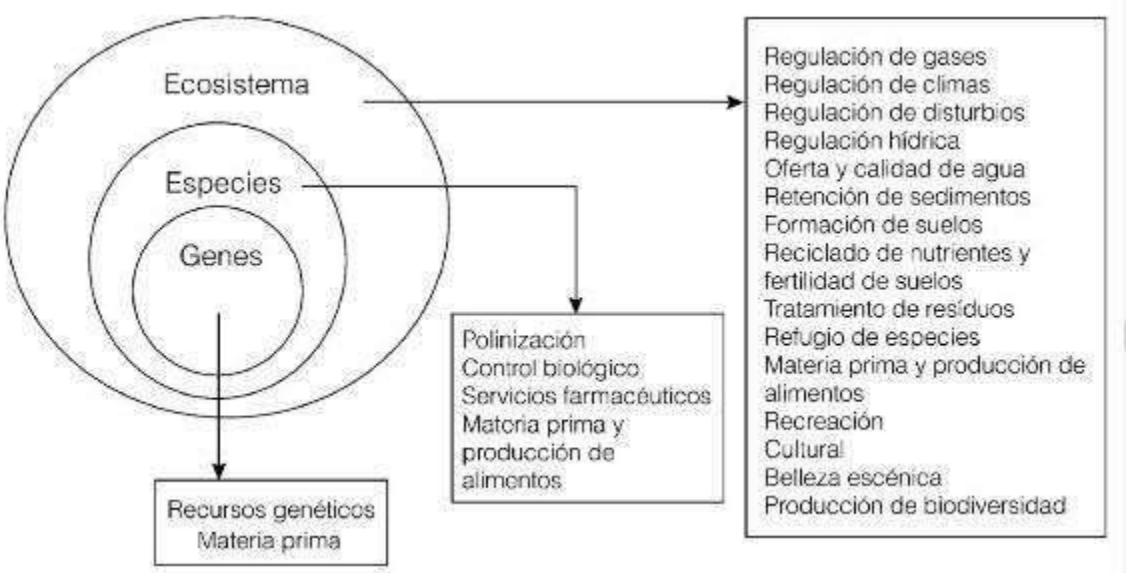


Figura 9. Estructura analítica para los servicios que ofrece la diversidad biológica al sistema económico y social (Fuente: Figueroa, 2005).

10. Relación entre el AMCP-MU archipiélago de Humboldt y las políticas ambientales e instrumentos nacionales y regionales

Las características ampliamente descritas en este informe y que hacen al AMCP-MU archipiélago de Humboldt un lugar único, también se ve reforzado por la cantidad de espacios considerados importantes de proteger y que son mencionados en diversos estudios e instrumentos realizados a nivel nacional y regional. Adicionalmente existe una serie de políticas públicas regionales, nacionales e internacionales que son aplicables al AMCP-MU archipiélago de Humboldt y que se describen a continuación.

Estrategia Nacional de Biodiversidad de Chile (ENB)

ENB 2003 y su Plan de Acción 2004-2015

Instrumento de política pública, cuyo objetivo principal fue la implementación de medidas para la conservación de la biodiversidad en ambientes terrestres, donde los sitios prioritarios constituyeron una herramienta esencial para la conservación *in situ* de los ecosistemas en nuestro país. A partir de la ENB, se debieron desarrollar Estrategias Regionales de Biodiversidad para cada una de las regiones del país.

Su elaboración permitió avanzar en la generación de dos instrumentos relacionados con el AMCP-MU archipiélago de Humboldt:

- Política Nacional para la Protección de Especies Amenazadas, 2005 y Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (D. S. N°75/2005): La Política Nacional para la Protección de Especies Amenazadas, que luego pasa a ser “Plan de Acción para la Conservación de Especies Nativas” en la ENB 2012, tuvo por objetivo contribuir a la conservación de la flora y fauna nativa

mediante la aplicación del Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres.

- Política Nacional de Áreas Protegidas, 2005: tiene por objetivo crear e implementar un Sistema Nacional de Áreas Protegidas, terrestres y acuáticas, públicas y privadas, que represente adecuadamente la diversidad biológica y cultural de la nación, garantizando la protección de los procesos naturales y la provisión de servicios ecosistémicos, para el desarrollo sostenible del país, en beneficio de las generaciones actuales y futuras.

ENB 2012 y su Plan de Acción 2017-2030:

Instrumento de actualización de la ENB 2003, que tiene por objetivo integrar valores de biodiversidad en planes de desarrollo y marcos de planificación sectorial a través de la adaptación participativa de la estrategia de biodiversidad vigente, bajo la orientación del plan estratégico del CBD. Para esto, los objetivos estratégicos fueron: Promover el uso sustentable de la biodiversidad para el bienestar humano, reduciendo las amenazas sobre ecosistemas y especies; desarrollar la conciencia, la participación, la información y el conocimiento sobre la biodiversidad, como base del bienestar de la población; desarrollar una institucionalidad robusta, buena gobernanza y distribución justa y equitativa de los beneficios de la biodiversidad; insertar objetivos de biodiversidad en políticas, planes y programas de los sectores públicos y privados; proteger y restaurar la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.

Su elaboración permitió avanzar en la generación de cinco planes de acción que tienen relación con el AMCP-MU archipiélago de Humboldt:

- Plan de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad: Este Plan tiene como objetivo fortalecer la capacidad para responder a los desafíos climáticos y a la creciente presión humana sobre los bienes y servicios de los ecosistemas. Fue creado en el marco del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (PANCCA) y la ENB, y contempla el fortalecimiento del Sistema Nacional de Áreas Protegidas e implementación de medidas de adaptación al cambio climático a nivel de ecosistemas y especies, incluyendo ambientes marinos y costeros. El Plan también contribuye a responder a compromisos internacionales como la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) y el CBD.
- Plan de Acción de Áreas Protegidas: tiene por objetivo principal avanzar en la creación y consolidación de un Sistema Nacional de Áreas Protegidas, que permita cerrar las brechas relacionadas a la protección oficial y efectiva de espacios representativos de los ecosistemas terrestres y marinos de Chile.
- Plan de Acción para la Conservación Marina y de Islas Oceánicas: contempla la conservación de los ecosistemas marinos y de las islas oceánicas del país, aspectos que no formaron parte de la ENB del año 2003, esto con el objetivo de establecer y mejorar el estado de conservación de la biodiversidad marina, costera y de las islas oceánicas, así como de los servicios ecosistémicos, mediante la aplicación continua de prácticas sustentables relacionadas con su

biodiversidad y a través de la implementación de medidas oportunas, eficaces y coherentes para su protección o restauración.

- Plan de Acción para la Conservación de Especies Nativas: tiene el propósito de disminuir el riesgo de extinción de las especies nativas, a través de su protección y la de sus hábitats, de la mitigación tanto de los efectos perjudiciales de las especies exóticas invasoras (EEI) como de la fragmentación de dichos hábitat, de la promoción del desarrollo del conocimiento, la formación de alianzas e incentivos para favorecer el uso sostenible de estas especies, además del fortalecimiento del desarrollo de las capacidades, tanto institucionales como privadas, y la implementación de los instrumentos legales, financieros y de gestión que contribuyan a la conservación de las especies nativas.

Plan de Adaptación al Cambio Climático para Pesca y Acuicultura (PACCPA) 2015.

Este Plan se enmarca en los compromisos de Chile con la ratificación de la Convención de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica (CDB) y de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) y su Protocolo de Kioto. Para esto se busca el desarrollo de iniciativas y políticas país con respecto al cambio climático y al manejo sustentable de los recursos de la pesca, de la acuicultura y en general de la conservación de la biodiversidad marina.

El objetivo principal del Plan es fortalecer la capacidad de adaptación del sector Pesca y Acuicultura a los desafíos y oportunidades del cambio climático, considerando un enfoque precautorio y ecosistémico. Así, sus objetivos específicos buscan promover la implementación del enfoque precautorio y ecosistémico en la pesca y acuicultura como una forma de mejorar la resiliencia de los ecosistemas marinos y de las comunidades costeras, que hacen uso de los recursos hidrobiológicos y del sector en general; desarrollar la investigación necesaria para mejorar el conocimiento sobre el impacto y escenarios de cambio climático sobre las condiciones y servicios ecosistémicos en los cuales se sustenta la actividad de la pesca y de la acuicultura; difundir e informar sobre los impactos del cambio climático con el propósito de educar y capacitar en estas materias a usuarios y actores relevantes del sector pesca y acuicultura; mejorar el marco normativo, político y administrativo para abordar eficaz y eficientemente los desafíos y oportunidades del cambio climático; desarrollar medidas de adaptación directas tendientes a reducir la vulnerabilidad y el impacto del cambio climático en las actividades de pesca y acuicultura.

Estrategia para la Conservación de la Biodiversidad Regional de Atacama

Las Estrategias Regionales han permitido ordenar la gestión pública y conciliar los programas sectoriales y regionales de inversión, con una lógica integradora y en una perspectiva de mediano plazo, lo cual facilita la articulación del proyecto regional con la estrategia nacional de desarrollo económico y social, permite armonizar las propuestas de ordenamiento territorial y adoptar medidas compatibles para la preservación del medio ambiente.

- Año 2002: Esta estrategia definió líneas de trabajo regional, e identificó los territorios de mayor expresión y urgencia de protección de la diversidad biológica

en la región. Conforme a esto se definió un total de 5 Sitios Prioritarios con prioridad urgente de protección: Desierto Florido, Estuario del Río Huasco - Laguna de Carrizal Bajo, Salar de Pedernales y sus alrededores, Lagunas de Huascoalto y Punta Morro - Desembocadura del Río Copiapó.

- Periodo 2009-2017: Esta estrategia tuvo por objetivo general conservar la biodiversidad del país y de la Región de Atacama, promoviendo su gestión sustentable, con el objeto de resguardar su capacidad vital y garantizar el acceso a los beneficios para el bienestar de las generaciones actuales y futuras.

Estrategia para la Conservación de la Biodiversidad Regional de Coquimbo

Este instrumento tiene por objetivo la protección del patrimonio ambiental y el uso sustentable de los recursos naturales a través del establecimiento y formulación de una estrategia de conservación de la biodiversidad.

Plan de Recuperación, Conservación y Gestión (RECOGE)

Instrumento administrativo que contiene el conjunto de acciones, medidas y procedimientos que deberían ejecutarse para recuperar, conservar y manejar especies que hubiesen sido clasificadas en el marco del Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres según estado de conservación. Los Planes RECOGE emplazados en el sector aledaño al AMCP-MU archipiélago de Humboldt son:

- Golondrinas de Mar del Norte de Chile, 2022: incluye a la golondrina de mar negra (*Hydrobates markhami*), clasificada como En Peligro, a la golondrina de mar chica (*Oceanites gracilis*), clasificada como Datos Insuficientes, la golondrina de mar de collar (*Hydrobates hornbyi*) y golondrina de mar peruana (*Hydrobates tethys*), ambas clasificadas como Vulnerable.
- Fardela Blanca, 2020: especie que se encuentra en la categoría de En Peligro, de acuerdo al Reglamento Clasificación Especies.
- Pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*): Plan en proceso.

Internacional

Chile tiene compromisos internacionales desde 1994, formando parte del Convenio de Diversidad Biológica (CBD), el cual comienza con la promulgación de la Ley de Bases del Medio Ambiente (Nº 19.300) en 1994, donde se crea la CONAMA para coordinar los temas ambientales y el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) (Jorquera-Jaramillo *et al.,* 2012), y posteriormente, en el 2008, se crea el Ministerio del Medio Ambiente mediante la Ley Nº 20.417.

A su vez, la implementación nacional de los objetivos de la CDB comienza con la primera Estrategia Nacional de Biodiversidad de Chile en el año 2003. El CDB, fue el primer acuerdo mundial, con la firma de 156 países y cuyos objetivos establecen "*la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos, mediante, entre otras cosas, un acceso adecuado a esos recursos y una transferencia apropiada de las tecnologías pertinentes, teniendo en cuenta todos los derechos sobre esos recursos y a esas tecnologías, así como mediante una*

financiación apropiada" (Naciones Unidas, 1992; Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2004). Recientemente, en diciembre del 2022, se celebró la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica (COP15), que dió como resultado el "Marco mundial Kunming-Montreal de la diversidad biológica". El Marco mundial de la diversidad biológica tiene 4 objetivos y 23 metas relacionados con abordar la pérdida de biodiversidad, restaurar los ecosistemas y proteger los derechos de los Pueblos Indígenas (CDB, 2022b). El plan estratégico del marco incluye medidas concretas para detener y revertir la pérdida de la naturaleza, incluida la protección del 30% del planeta y el 30% de los ecosistemas degradados para el 2030 (CDB, 2022a; CDB, 2022b). Conforme a esto, en la meta 3 del Marco mundial de la diversidad biológica, establece que se debe: "*Conseguir y hacer posible que, para 2030, al menos el 30 por ciento de las zonas terrestres, de aguas continentales y costeras y marinas, especialmente las zonas de particular importancia para la biodiversidad y las funciones y los servicios de los ecosistemas, se conserven y gestionen eficazmente mediante sistemas de áreas protegidas ecológicamente representativos, bien conectados y gobernados de forma equitativa, y otras medidas eficaces de conservación basadas en zonas geográficas específicas, el reconocimiento de los territorios indígenas y tradicionales, cuando proceda, integrados en paisajes terrestres, marinos y oceánicos más amplios, velando al mismo tiempo porque todo uso sostenible, cuando proceda en dichas zonas, sea plenamente coherente con los resultados de la conservación, reconociendo y respetando los derechos de los pueblos indígenas y las comunidades locales"* (CDB, 2022a).

11. Propuesta del polígono del Área Marina Costero Protegida de Múltiples Usos Archipiélago de Humboldt

Justificación del AMCP-MU

La propuesta del polígono del AMCP-MU del archipiélago de Humboldt, está determinada en base a la información técnica, científica y sociocultural disponible y levantada durante el presente proceso. En este sentido, investigaciones y revisiones realizadas tanto por OCEANA (2010) como por Squeo *et al.,* 2015., reportan al complejo birregional del archipiélago de Humboldt, isla Chañaral y su área aledaña, como sitios de importancia para la conservación, ya sea por sus procesos oceanográficos únicos y topografía marina, que resulta en un sistema altamente productivo y que presta las óptimas condiciones para el establecimiento de una diversidad de especies, contabilizando múltiples macroalgas, invertebrados bentónicos, peces, avifauna, mamíferos marinos, entre otras. Este sistema natural único, destaca también como parte de la ruta migratoria de un importante número de aves, zonas de alimentación y descanso de una gran diversidad de mamíferos marinos, como delfines, lobos marinos y ballenas, especies indicadoras de un ecosistema saludable, rico en nutrientes y presas para los grandes predadores tope. Destacamos que estos ecosistemas singulares importantes de resguardar y proteger, si bien cuentan con una significativa riqueza taxonómica, se han registrado especies en preocupantes categorías de conservación según el Reglamento de Clasificación de Especies (RCE).

A esto, debemos adicionar las diferentes figuras de protección que existen en el entorno, que van desde las reservas marinas de Isla de Chañaral e Islas Choros y Damas, el santuario de la naturaleza Humedal La Boca, Bien Nacional Protegido Isla Gaviota y los sitios prioritarios para la Conservación de Punta Choros y Punta Teatinos-Caleta Hornos, convirtiendo a esta macrozona como un área de importancia para la conservación y protección de los diversos ecosistemas, contando desde humedales costeros, playas arenosas importantes para el asentamiento de machas, intermareal y submareal rocoso que prestan las condiciones para el asentamiento de diversas especies de moluscos destacando a los recursos loco y lapa y diversas algas pardas. Adicional al valor ambiental, se suman áreas de interés arqueológico y de alto endemismo, altamente turísticas y de desarrollo de múltiples actividades pesqueras artesanales ya sea en áreas de manejo como en áreas de libre acceso.

Extensión del AMCP-MU

La propuesta del polígono del AMCP-MU archipiélago de Humboldt establece como límite norte al sector de Punta Pájaros, comuna de Freirina (región de Atacama), límite sur al área de Punta Poroto, comuna de La Serena (región de Coquimbo). De esta forma, se concentra a una de las cuatro áreas de alto valor de conservación (AAVC) descritas por Squeo *et al.,* 2015., para la macrozona centro norte de Chile y que presenta características que propician el asentamiento, estadía y avistamientos de un representativo número de especies pertenecientes a distintos grupos taxonómicos.

El área abarca una superficie total de 575.434,5 hectáreas, incluyendo porciones de agua, fondo de mar, rocas, playas e islas. Las islas que están incluidas dentro del área, de norte a sur, corresponden a los islotes Las Ventanas, Arrecife El Toro o Bajo el Toro, isla Chungungo, islote Los Farallones, islotes Pájaros (o pájaro 1 y 2) e isla Tilgo (**Figura 14**).

El área propuesta como AMCP-MU archipiélago de Humboldt no incluye AMERBs decretadas, así como tampoco una solicitud de Espacio Marino Costero de Pueblos Originarios (ECMPO) que se encuentra en trámite, concesiones otorgadas para el ejercicio de acuicultura, las destinaciones marítimas y la isla Gaviota, que es un Bien Nacional Protegido (BNP). Tampoco incluye porciones de áreas adyacentes a las reservas marinas islas Choros-Damas e isla Chañaral, por cuanto actualmente se tramitan regularizaciones de límites de tales reservas, que harán variar en el mediano plazo los actuales polígonos de tales reservas.

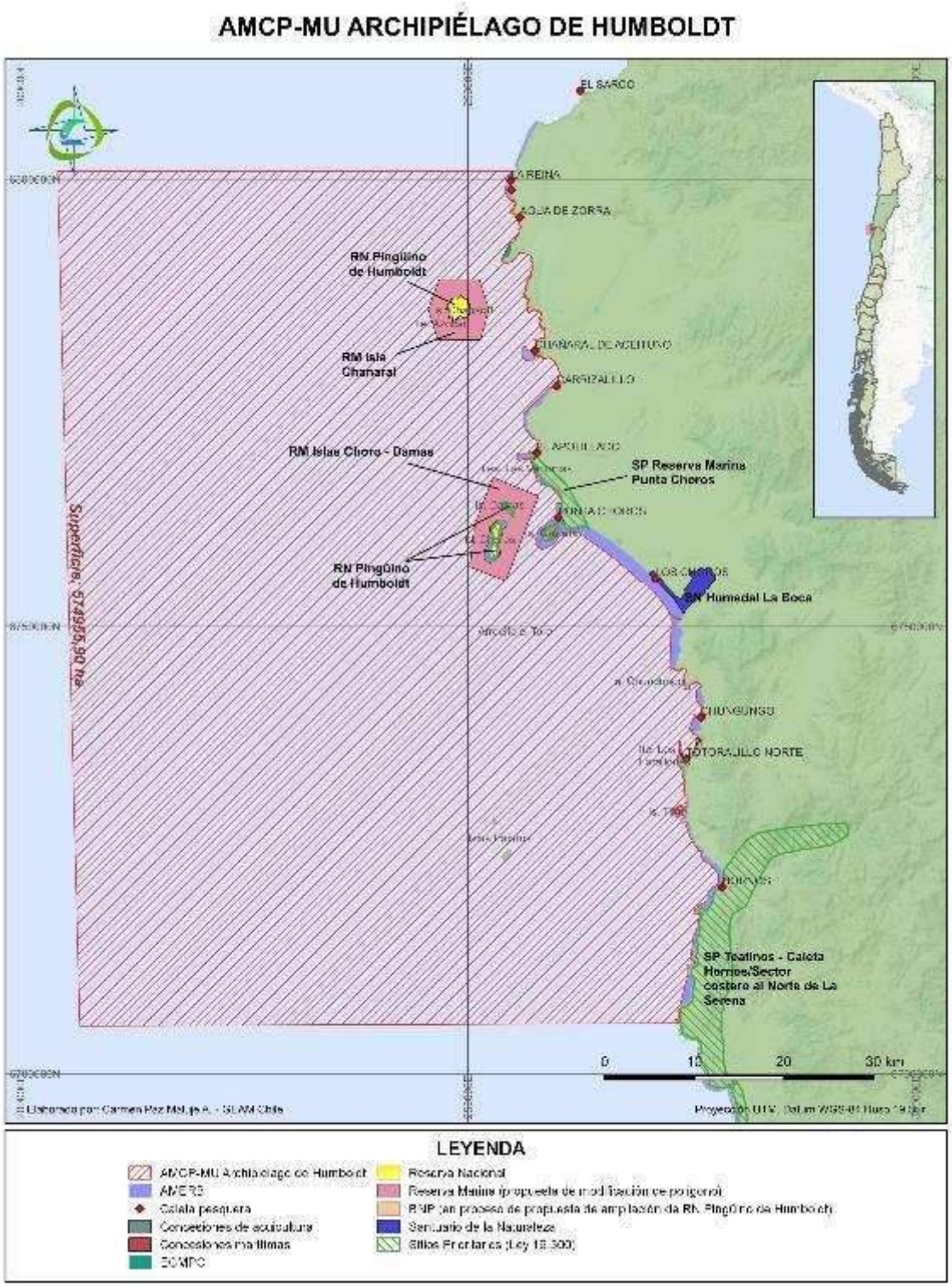


Figura 14. Propuesta de polígono del Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) archipiélago de Humboldt (vista ampliada).

12. Socialización de la iniciativa de creación del AMCP-MU

La propuesta de AMCP-MU fue construida a partir de procesos de participación que permieron levantadas desde los servicios y la academia, información atingente al uso del área, identificar los distintos intereses y conflictos existentes, las posibilidades de alianzas y de trabajo conjunto entre los actores, así como sentar las bases para un trabajo mancomunado futuro entre ellos, entre otros temas afines a la declaración de una propuesta de protección de estas características.

Entre los días 21 y 25 de noviembre del año 2022, se realizaron múltiples talleres en las localidades aledañas al AMCP-MU archipiélago de Humboldt, específicamente en Caleta Los Burros, Chañaral de Aceituno, Punta Choros, Caleta Chungungo y Caleta Hornos. En términos generales, un número importante de participantes manifestaron preocupación por la propuesta que incluía a las AMERBs dentro del AMCP-MU, consultando por la supuesta pérdida de los derechos por parte de las organizaciones titulares, cambios de las cuotas otorgadas y la posibilidad de que usuarios externos puedan extraer parte de sus cuotas. Tales aspectos fueron debidamente aclarados por parte del MMA.

Luego entre los días 23 y 27 de enero del año 2023, se realizaron talleres en Caleta Los Burros, Chañaral de Aceituno, Punta Choros, Pueblo Los Choros, Caleta Chungungo, Caleta Totoralillo Norte y Caleta Los Hornos. En términos generales, si bien un número importante de participantes mostraron su conformidad al polígono final del AMCP-MU archipiélago de Humboldt, aún quedan dudas sobre el real uso que pudieran hacer los pescadores artesanales en las áreas de libre acceso. Se insiste en la desconfianza que resultó por el anterior proceso de creación de la Reserva Marina Choro y Damas y las consecuencias que derivaron tras la designación de dicho espacio, restringiendo el uso pesquero a un número importante de usuarios.

Mas detalles del proceso de solciabilización se puede encontrar en el anexo 5 del presente informe.

13. Bibliografía

- Aguilar N. y Tejedor A. 2012. Documento técnico sobre impactos y mitigación de la contaminación acústica marina. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid. 146 pp.
- Bourse A y Kaufman E. 2014. De Socios en Conflicto a Socio en la Paz. Métodos y estrategias para transformar las diferencias en oportunidades para beneficio de todos". Editorial Cries. Argentina.
- Burgos A. y D. Fernández. 2014. Áreas Marinas Protegidas: contexto español y el caso de "Os Miñarzos". Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales N.° 15, pp. 30-54.
- Brock R., E. Kenchington y A. Martínez Arroyo (comps.). 2012. Directrices científicas para la creación de redes de áreas marinas protegidas en un contexto de cambio climático, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canadá.
- Cárcamo, P., Garay-Flühmann, R., & Gaymer, C. 2014. Collaboration and knowledge networks in coastal resources management: How critical stakeholders interact for multiple use marine protected area implementation. Ocean & Coastal Management, 91(1), 5-16.
- Callum, R., Bethan, C., Douglas, J., Philippe, M., Duarte, C., Lubchenco, J., Daniel, P., Saenz-Arroyo, A., Ussif Rashid, S., Rod, W., Worm, B., & Castilla, J. 2017. Marine reserves can mitigate and promote adaptation to climate change. Proceedings of the National Academy of Sciences, 114(24), 6167-6175.
- CBD - Convenio de Diversidad Biológica. 2018. Decisión adoptada por la Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica. CBD/COP/DEC/14/8. Áreas protegidas y otras medidas eficaces de conservación basadas en áreas.
- CBD - Convenio de Diversidad Biológica. 2022a. Marco mundial Kunming-Montreal de la diversidad biológica. Proyecto de decisión presentado por la Presidencia. CBD/COP/15/L.25.
- CBD - Convenio de Diversidad Biológica. 2022b. Nations Adopt Four Goals, 23 Targets for 2030 In Landmark UN Biodiversity Agreement.
- Comité Científico COP25 (2019). Océano y cambio climático: 50 preguntas y respuestas, Santiago, Chile.
- Comisión Nacional del Medio Ambiente. 2003. Estrategia Nacional de Biodiversidad. Gobierno de Chile.
- Cristi MA, Holzapfel C, Nehls M, De Veer D, Gonzalez C, Holtmann G, Honorato-Zimmer D, Kiessling T, Muñoz AL, Reyes SN, Nuñez P. 2020. The rise and demise of plastic shopping bags in Chile–Broad and informal coalition supporting ban as a first step to reduce single-use plastics. Ocean & Coastal Management 187.
- Documento de Proyecto FAO - GEF: Fortalecimiento de la gestión y la gobernanza para la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad de importancia mundial en los ecosistemas marinos costeros en Chile (PRODOC).
- Documento de Trabajo: Actoría PRODOC Zona Norte. 2022.
- Estudio Básico Diagnóstico y Plan De Desarrollo Turístico, Comuna De La Higuera, Ejecutado por DTS Consultores Ltda, financiado por GORE Coquimbo, 2008.
- FAO. 1995. Código de Conducta para la Pesca Responsable. Roma, FAO. 46 pp.
- FAO. 2012. La ordenación pesquera. 4. Las áreas marinas protegidas y la pesca. FAO Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable. N.° 4, Supl. 4, Roma, 220 pp.

- FAO. 2022. A handbook for identifying, evaluating and reporting other effective area-based conservation measures in marine fisheries. Rome.
- Figueroa D, Moffat C. 2000. On the influence of topography in the induction of coastal upwelling along the Chilean coast. Geophysical Research Letters 27(23): 3905-3908.
- Fonseca, M., y Solís, V. 2005. Pesca artesanal y participación en conservación de recursos marino-costeros. Revista De Ciencias Ambientales, 30(1), 44-51.
- Foro para la Conservación del Mar Patagónico y Áreas de Influencia (2019). Informe técnico sobre el desarrollo de directrices para la creación y gestión efectiva de Áreas Marinas Protegidas en Chile.
- Guarda B. y A. Vila. 2020. Estudio de percepción de pescadores artesanales sobre aspectos de conservación marina y áreas marinas protegidas en la región de Magallanes. Anales Instituto Patagonia (Chile) vol.48 no.3 Punta Arenas.
- Guía para el fortalecimiento del territorio. CEUT – Centro de Estudios Urbano-Territoriales Universidad Católica del Maule y ONG Surmaule. Ediciones Surmaule. 2013.
- Informe Final Plan de Desarrollo de Comuna de Freirina 2022-2028, Municipalidad de Freirina, 2021.
- Informe técnico MMA. 2021. Propuesta de creación Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos Archipiélago de Humboldt Comuna de La Higuera, Región de Coquimbo.
- Informe Final Licitación Nº 612228-4-LE16 de la Subsecretaría del Medio Ambiente Levantar iniciativas de conservación marina en la región de Coquimbo y Organizar el 4° Congreso Internacional de Áreas Marinas Protegidas, Katerina Varas Belemmi, 2017.
- Gaymer CF, S.Buchan, B. Dewitte, JE Gonzalez, M. Gorny, G. Luna-Jorquera, A. Mujica, P Muñoz, C. Olavarría, MJ. Perez-Alvarez, I. Petit-Vega, M. Ramos, M. Rivadeneira, M. Santos, J. Sellanes, M. Sepulveda, M. Thiel, C. Zuleta. 2021. Fundamentos científicos propuesta AMCP-MU Archipiélago de Humboldt.
- Gaymer C, Dumont C, Garay-Flühmann R, Sfeir R, Pérez E, Luna G, Stotz W, Vásquez J, Moraga J, Berríos M, Rojas U, Aburto J, Peñalver E, Robert P. 2007. Diagnóstico Implementación Reserva Marina I. Choros la Higuera. Informe de Avance–Etapa I: Diagnóstico situación sector de Punta Choros. Proyecto FNDR Código BIP 30006824-0.
- Gaymer CF, Stotz W, Garay-Flühmann R, Luna-Jorquera G, Ramos M, et al. 2008. Evaluación de Línea Base de Las Reservas Marinas “Isla Chañaral” e “Isla Choros-Damas”. Informe Final Proyecto FIP 2006-56, 532 p. (disponible en www.fip.cl).
- Guarda B. y A. Vila. 2020. Estudio de percepción de pescadores artesanales sobre aspectos de conservación marina y áreas marinas protegidas en la región de Magallanes. Anales Instituto Patagonia (Chile) vol.48 no.3 Punta Arenas.
- Guía para el fortalecimiento del territorio. CEUT – Centro de Estudios Urbano-Territoriales Universidad Católica del Maule y ONG Surmaule. Ediciones Surmaule. 2013
- Informe Final Plan de Desarrollo de Comuna de Freirina 2022-2028, Municipalidad de Freirina, 2021
- Informe Final Licitación Nº 612228-4-LE16 de la Subsecretaría del Medio Ambiente Levantar iniciativas de conservación marina en la región de Coquimbo y Organizar el 4° Congreso Internacional de Áreas Marinas Protegidas, Katerina Varas Belemmi, 2017.
- IUCN-MMPATF. 2023. Marine Mammal Protected Areas Task Force (MMPATF) Website, Available at: https://www.marinemammalhabitat.org/portfolio-item/humboldt-archipelago-imma/ (Accessed:20.02.2023).
- Ministerio del Medio Ambiente. 2011. Las áreas protegidas de Chile: antecedentes, institucionalidad, estadísticas y desafíos. División de Recursos Naturales Renovables y Biodiversidad, Ministerio del Medio Ambiente, Santiago, Chile. 35 pp.

- Ministerio del Medio Ambiente. 2015. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, GEF. Estrategia nacional de biodiversidad 2017-2030. Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente. 2021. Reglamento de Clasificación de Especies.
- NoticiaWWF. 2016. https://www.wwf.cl/?264450/amcopitipalenaaihueareaprotegidaconrepresentacionlocal
- Oceana. 2010. Propuesta para la creación del Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos La Higuera – Isla Chañaral.
- Oceana. 2013. Identificación y aporte de actores de interés (stakeholders) al proceso de planificación de la potencial Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos La Higuera - Isla Chañaral.
- Oceana. 2017. Propuesta para la creación del Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos La Higuera – Isla Chañaral.
- Plan Freirina Sustentable. Programa Especial De Gestión Territorial Para Zonas Rezagadas Territorio Comuna De Freirina, División de Planificación y Desarrollo del GORE Atacama, 2021
- Plan de Desarrollo Comunal La Higuera 2021 - 2024, Muncipalidad de La Higuera, 2019.
- Plan de Desarrollo Comunal La Higuera 2021 - 2024, Muncipalidad de La Higuera, 2019.
- Plan de acción nacional de cambio climático 2017-2022. Coordinación del documento. División de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente
- Planilla Registro de Organizaciones Comuna de Freirina, Municipio Freirina, Agosto 2022.
- Quispe R, Lerma M, Luna N, Portflitt-Toro M, Serratosa J, Luna-jorquera G. 2020. Foraging Ranges of Humboldt Penguins *Spheniscus Humboldti* From Tilgo Island: the Critical Need for Protecting a Unique Marine Habitat. Marine. Ornithology 48: 205–208
- Registro Público de Organizaciones Territoriales y Funcionales de la Comuna de La Higuera (LEY 21.146), 2022.
- Sala E, J. Mayorga, D. Bradley, et al. 2021. Protecting the global ocean for biodiversity, food and climate. Nature 1-6.
- Sandoval Escudero C. 2014. Métodos y aplicaciones de la planificación regional y local en América Latina. Serie Desarrollo Territorial de CEPAL. Santiago de Chile.
- Silva, R., Medrano, F., Tejeda, I., Terán, D., Peredo, R., Barros, R., González, P., González, V., Guerra-Corre, C., Hodum, P., Keitt, B., Luna-Jorquera, G., Malinarich, V., Mallea, G., Manríquez, P., Nevins, H., Olmedo, B., Paéz-Godoy, J., de Rodt, G., Rojas, F., Sanhueza, P., Suazo, C.G., Toro, F. & Toro-Barros, B. (2020). Evaluación Del Impacto De La Contaminación Lumínica Sobre Las Aves Marinas En Chile: Diagnóstico Y Propuestas. Ornitologia Neotropical 31:13-24.
- Squeo FA., K. Martínez-Tilleria, R. Garay-Flühmann & C. F. Gaymer. 2015. Identificación de la Áreas de Alto Valor para la Conservación (AAVC) en la eco-región Chile Central y la provincia biogeográfica de Juan Fernández.
- UNEP. 2011. Taking Steps toward Marine and Coastal Ecosystem-Based Management - An Introductory Guide.
- Zagal C. y C. Hermosilla. 2001. Guía de invertebrados marinos del litoral valdiviano. I.S.B.N. 956-288-974-2. Primera edición mayo 2001.
- WCS. 2018. Pasos para la sustentabilidad financiera de las Áreas Marinas Protegidas de Chile. Wildlife Conservation Society-Chile. Santiago. 76pp.

14. Anexos

Anexo 1

Tabla 1. Actores Públicos claves para el proceso de planificación participativo

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
1	Seremi del Medio Ambiente	Coquimbo	Leonardo Gros Pérez (SEREMI)	Av Juan Cisternas 1957; La Serena Fono: 22473761	Liderar en la región el desarrollo sustentable, a través del apoyo a la generación de políticas públicas, regulaciones eficientes, promoviendo buenas prácticas y mejorando la educación ambiental ciudadana.	Líneas estratégicas de trabajo son la protección y conservación de la diversidad biológica y de los recursos naturales renovables e hídricos, promoción del desarrollo sustentable, la integridad de la política ambiental y de su regulación normativa.
2		Atacama	Natalia Urith Penroz Acuña (SEREMI)	Portales Nº 830, Copiapó. Fono: (56-52) 2352862		
3	SEREMI Bienes Nacionales	Coquimbo	Marcelo Salazar Pérez (SEREMI)	Arturo Prat 225, of. 410; La Serena Fono: 2566500	administrar y resguardar el patrimonio fiscal, colocándolo al servicio de las necesidades sociales, ambientales, culturales y económicas del país en beneficio de todas y todos los habitantes del territorio regional	líneas de trabajo: reducir el déficit de suelo para viviendas dignas; restitución de tierras a pueblos originarios; fortalecimiento de espacios de memoria y derechos humanos; protección y el acceso al patrimonio natural; impulso de las energías renovables no convencionales, entre otros.
4		Atacama	Mónica Marín Aguirre (SEREMI)	Atacama 810, Copiapó Fono: (52) 252 6803 – (52) 252 6810		
5	SEREMI Vivienda y Urbanismo	Coquimbo	José Manuel Peralta León (SEREMI)	Almagro Nº 372, La Serena Fono: 2213744	Su misión es concretar la política nacional de vivienda y urbanismo en su área territorial, respondiendo a necesidades y demandas de los habitantes del territorio y a la sostenibilidad de la inversión pública, el medioambiente y la economía del país, con foco en la calidad de vida de las personas más vulnerables y sectores medios.	Realiza actividades de planificación, programación, evaluación, control y promoción de dicha política. Además, vela por el cumplimiento de SERVIU, en sus respectivas jurisdicciones, de todos los planes, normas e instrucciones impartidas por el MINVU y especialmente, que sus inversiones se ajusten estrictamente a los presupuestos aprobados para cada uno de ellos.
6		Atacama	Rocío Díaz Gómez (SEREMI)	Atacama N° 711, Copiapó Fono: (52) 2526551 - (52) 2526539		

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
7	Seremi de Economía, Fomento y Turismo	Coquimbo	Pía Castillo Bosselaar (SEREMI)	Balmaceda N° 441 oficina 23 2do. Piso La Serena Fono: 2214814	Su propósito es implementar las políticas del Ministerio en el territorio en vistas a lograr un crecimiento sostenido, sustentable y con equidad.	Líneas de acción: promoción de la modernización y competitividad de la estructura productiva del país; promoción de la iniciativa privada y la acción eficiente de los mercados; desarrollo de la innovación en los distintos rubros; consolidación de la inserción internacional de la economía del país. Servicios: SERCOTEC, CORFO, SERNATUR, SENCE, SERCOTEC, INDESPA; SERNAC, SUBPESCA, SERNAPESCA, INE y INAPI).
8		Atacama	Makarena Isabel Arias Vargas (SEREMI)	Colipi N°780 Fono: 52 – 2212642		
9	Gobierno Regional de Coquimbo	Coquimbo	Krist Naranjo Peñaloza (Gobernadora)	Arturo Prat 350; La Serena.	Misión: Liderar el desarrollo social, cultural y económico, de forma equitativa a través de una planificación desde el territorio y de una gestión de inversión en forma armónica, eficiente, sustentable y participativa para el mejoramiento continuo de la calidad de vida de las personas en la Región de Coquimbo	Objetivos Estratégicos: Elaborar e implementar instrumentos de planificación regional que favorezcan al desarrollo equitativo de los territorios, la descentralización y los vínculos internacionales e interregionales; Materializar la planificación regional, a través de la coordinación de Planes y programas de Inversión Pública Regional, para satisfacer los requerimientos que demanda el desarrollo del territorio; Asegurar la calidad en la ejecución del FNDR gestionando en forma oportuna y eficiente los recursos propios.
10	Gobierno Regional de Atacama	Atacama	Miguel Vargas Correa (Gobernador)	Los Carreras 645; Copiapó. Fono: (52) 2 207200	Misión: Gestionar eficazmente la inversión pública, coordinando políticas, planes y programas, con el fin de contribuir al desarrollo económico, social y cultural de la región y sus territorios,	Objetivos Estratégicos: Orientar el Proceso de Planificación y Ordenamiento Territorial; Fortalecer el rol articulador de la Institución a efectos de mejorar la oportunidad en la ejecución de la Inversión Pública Regional; Ejecutar en

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
					propendiendo a mejorar la calidad de vida de sus habitantes.	forma coherente, eficiente y eficaz el presupuesto de inversión asignado a la Región; Monitorear y evaluar la efectividad de la ejecución física y financiera de la inversión pública.
11	Dirección Zonal de Pesca de la macrozona Regiones III y IV	Coquimbo y Atacama	Javier Chávez Vilches (Director)	Raúl Marín Balmaceda N° 847, Coquimbo Fono: (32) 2502940	Lleva a cabo la gestión de la subsecretaría de pesca en esta zona, representa la autoridad pesquera y preside el Consejo Zonal de Pesca.	Enfoca su quehacer en el apoyo directo en temas pesqueros, acuícolas y medioambientales, participando en las mesas públicas-privadas de algas pardas, la mesa de Comabach (Bahía Chasco), mesas de pesca en las diversas provincias, en las comisiones regiones de uso del borde costero y en el Consejo Estratégico de la Pesca Artesanal, entre otras.
12	SERNAPESCA	Coquimbo	Cecilia Solís Fernández (Directora)	Calle Videla 340, Piso 6. La Serena Fono: +56 (51) 2677600 - +56 (51) 2677627 - +56 (51) 2677629	Contribuir a la sustentabilidad del sector y a la protección de los recursos hidrobiológicos y su medio ambiente, a través de una fiscalización integral y gestión sanitaria que influye en el comportamiento sectorial promoviendo el cumplimiento de las normas.	Fortalecer la seguridad y transparencia del rol fiscalizador; Facilitar el cumplimiento de la norma a los/as usuarios/as sectoriales para disminuir las conductas transgresoras; Enfoque de fiscalización integral eficaz para generar una disuasión efectiva de las conductas transgresoras; Participar de la agenda normativa sectorial; Potenciar el proceso modernizador en Sernapesca. Cuenta con Oficina en Punta Choros .
13		Atacama	Claudio Ramírez de La Torre (Director (S))	Arturo Prat 84, Caldera Fono: +56 (52) 2315290 - +56 (52) 2315523		
14	Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (Directemar)	Coquimbo	Capitán de Navío LT Jaime Gatica Calderón (Gobernador Marítimo)	Avda. Costanera 640. Coquimbo Fono: +56 51 2558100	Contribuir al desarrollo marítimo de la nación, proteger la vida humana en el mar, proteger el medio	Áreas: Seguridad Marítima, Intereses Marítimos, Hidrografía e investigaciones, Asuntos internacionales,

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
15		Atacama	Capitán de Fragata LT Cristian Ortega Valdivia (Gobernador Marítimo)	Avenida Wheelwright 441. Caldera. Fono: +56 52 2315551 / +56 52315276	ambiente acuático y los recursos naturales marinos, regular las actividades y cautela el cumplimiento de las leyes y acuerdos internacionales.	Inspección de Naves, Formación, Meteorología. Capitanía de Coquimbo considera Alcaldías de mar en Caleta Hornos, Caleta Punta Choros, Bahía Cruz Grande, Totoralillo Centro; Capitanía de Huasco considera Alcaldía de Mar en Aceituno de Chañaral.
16	Municipalidad de La Higuera	Coquimbo	Yerko Galleguillos Ossandon (Alcalde)	Pedro Pablo Muñoz Nº 15 Fono: 512 429 901	Misión: Brindar a la comunidad de forma próxima y cordial un servicio oportuno y de calidad, suscitando la participación ciudadana de los actores locales para el desarrollo de la comuna, sus habitantes y colaboradores.	Lineamientos: mejorar conexión, infraestructura comunitaria y espacios de esparcimiento; foco de crecimiento económico, con proyectos de inversión aumenten fuentes de trabajo, con el sector agrícola diversificando su oferta, y sorteando la crisis hídrica de forma exitosa; aumenta sentido de pertenencia y seguridad; comuna maneja adecuadamente sus residuos, para un mejor cuidado del medioambiente, y un mejor entorno; gestión municipal da buen servicio con buen clima laboral.
17	Municipalidad de Freirina	Atacama	Cesar Orellana Orellana (Alcalde)	O'Higgins 1016, Freirina Fono: 512518713	Mejor estándar de calidad de vida de los habitantes de la Comuna de Freirina a través de generar un adecuado equipamiento básico, alcanzar un mayor nivel de ingresos de las personas, con un adecuado cuidado del medio ambiente y una disminución de la percepción de inseguridad.	Plan de Trabajo: potenciar diversos polos de desarrollo y fortalezas productivas de la comuna; mejorar la calidad de atención al público, generar espacios de participación ciudadana, fomentar el deporte y la cultura, y fortalecer el Departamento Social para responder a las necesidades de las familias más vulnerables.

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
18	Municipalidad de La Serena	Coquimbo	Roberto Jacob Jure (Alcalde)	Arturo Prat, La Serena Fono: 512206501	Entregar a la comunidad de forma cercana y amable un servicio oportuno y de calidad, promoviendo la participación ciudadana de los actores locales para el desarrollo de la comuna, sus habitantes, la Municipalidad y sus funcionarios y funcionarias.	
18	Corporación Nacional Forestal (CONAF)	Coquimbo	José Miguel Torres. (Director Regional)	Regimiento Arica 90, Coquimbo Fono/Fax: (56) 512244769	Contribuir al desarrollo del país a través del manejo sostenible de los ecosistemas forestales y de los componentes de la naturaleza asociados a éstos a través de los objetivos estratégicos de Fortalecimiento y mejoramiento institucional; Fomento, protección y desarrollo sostenible del recurso forestal; Desarrollo y conservación de las áreas silvestres protegidas; y, Prevención y control de incendios forestales	Líneas acción: fomento, establecimiento, restauración y manejo de los bosques y formaciones xerofíticas; el aumento del arbolado urbano; la mitigación y adaptación de los efectos del cambio climático; la fiscalización de la legislación forestal y ambiental; y la protección de los recursos vegetacionales; desarrollo y gestión del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE); control incendios forestales.
19		Atacama	Sandra Edith Morales Pérez (Director Regional)	Juan Martínez 55, Copiapó Fono: (56) 522213404		
20	Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR)	Coquimbo	Angélica Funes Tapia (Directora Regional)	Av. Matta 461, oficina 108, piso 1, La Serena Fono: +51 222 51 38	Impulsar el desarrollo sustentable de la actividad turística, incentivando la especialización, la calidad y la competitividad de la industria y promocionando los destinos y atractivos turísticos nacionales, para contribuir al desarrollo	Promover y difundir productos y destinos turísticos del país; Promover la competitividad de la industria turística, formalizando la oferta e incorporando estándares de calidad, seguridad y sustentabilidad; Reducir la estacionalidad de la industria y promover el desarrollo regional y local; generar una
21		Atacama	Alejandro Martín Caro (Director Regional)	Los Carrera 691, Copiapó		

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
					económico, social y cultural del país.	oferta turística país integrada, especializada, diversa y sustentable; Desarrollar y especializar al capital humano en el sector como factor estratégico
22	Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)	Coquimbo	Jorge Mautz (Director Regional (S))	Pedro Pablo Muñoz 200, La Serena Fono: (051) 224849; (051) 218859	Apoyar el desarrollo de la agricultura, los bosques y la ganadería, a través de la protección y mejoramiento de la salud de los animales y vegetales.	Funciones son: evitar la introducción desde el extranjero de enfermedades o plagas que puedan afectar a los animales o vegetales y dañar gravemente a la agricultura; participa en su certificación sanitaria para la exportación; realiza acciones para conservar y mejorar los recursos naturales renovables asociados a la producción agrícola, ganadera y forestal; controla que los alimentos y medicamentos elaborados para animales sean seguros y no provoquen alteraciones en su salud; controla que productos químicos y biológicos de control de plagas cumplan con normas nacionales de fabricación.
23	Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)	Atacama	Mei Siu Maggi Achu (Directora Regional)	Chacabuco 546, Edificio Copayapu, Oficinas Nº 23, 41 y 44 Fono: (52) 212681; (52) 212858		
24	Instituto de Fomento Pesquero (IFOP)	Coquimbo y Atacama	Alejandro Dal Santos	Doctor Marín 340, Coquimbo Fono: 2313765	Misión: Asesorar la toma de decisiones de la institucionalidad de pesca y acuicultura nacional, mediante la elaboración de antecedentes científicos y técnicos de valor público para la administración y sustentabilidad de los recursos de la pesca, de la acuicultura y de sus ecosistemas.	Líneas: genera, desarrolla y transfiere conocimiento de valor público para el sector de la acuicultura y la pesca orientado a conservar y/o preservar la base productiva clave para potenciar el desarrollo sustentable del país; apoyar a la Autoridad con los resultados de los programas de investigación, con proyectos de acción transversales orientados a solucionar problemas detectados con la Autoridad y los agentes en los ámbito

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
						de la pesca y la acuicultura.
25	Dirección de Obras Portuarias (DOP)	Coquimbo	Lilian Ireland Astudillo (Directora Regional)	Cirujano Videla 200, 1er Piso, La Serena. Fonos:(51) 542002	Misión: proveer servicios de infraestructura portuaria y costera, marítima, fluvial y lacustre necesarios para el mejoramiento de la calidad de vida, el desarrollo socioeconómico del país y su integración física nacional e internacional.	Contribuir: al desarrollo del potencial económico del país para el turismo, comercio exterior, cabotaje y pesca, con visión integradora y de largo plazo, a través de la provisión de servicios de infraestructura portuaria de integración de zonas aisladas y conectividad, de cuidado del borde costero marítimo, fluvial y lacustre, y de protección de ribera; lograr estándares de eficiencia en el uso de estos recursos a través de la aplicación de planes de conservación de obras.
26		Atacama	Luis Verdugo Cerón (Director Regional)	Rancagua 499, 4º piso, Copiapó Fono: (52) 2522002		
27	Corporación de Fomento de la Producción (CORFO)	Coquimbo	Andrés Zurita Silva (Director regional)	Av. Juan Cisternas 1975, La Serena. Fono: (+51) 247 14 51	Misión: Fomentar la inversión, la innovación y el emprendimiento, fortaleciendo, además, el capital humano y el desarrollo tecnológico para mejorar la productividad del país y alcanzar posiciones de liderazgo mundial en materia de competitividad.	En la región trabajan por el crecimiento y la reactivación de nuestros territorios a través de estrategias para fomentar la competitividad del turismo y astroturismo, los bioproductos marinos, el sector caprino y pisquero, la tecnología, las industrias creativas, la pesca, la acuicultura y la minería, para así ser un referente en materia de sostenibilidad y desarrollo regional.
28		Atacama	Pedro Maturana (Director regional (S))	Copayapu 823, Copiapó Fono: (+52) 235 10 57		Corfo en Atacama tiene como rol apoyar el emprendimiento, la innovación y la productividad de las micro, pequeñas y medianas empresas, fortaleciendo además el capital humano y las capacidades tecnológicas. Nuestro principal objetivo es promover una sociedad

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
						de más y mejores oportunidades para contribuir al desarrollo económico de la zona.
29	Instituto Nacional de Desarrollo Sustentable de la Pesca Artesanal y de la Acuicultura de Pequeña Escala (Indespa)	Coquimbo	Yuri Smith (Profesional Encargado)	Raúl Marín Balmaceda Nº 847, Coquimbo Fono: 32 2502945	Fomentar el desarrollo sustentable del sector y la adaptación de los métodos al cambio climático para asegurar el abastecimiento de alimentos frescos y sanos, y, garantizar el bienestar de las comunidades costeras sin que éste dependa de una mayor extracción de recursos del mar	Apoya a pescadores artesanales, pescadoras, buzos, recolectores de orilla, acuicultores de pequeña escala y sus respectivas organizaciones, facilitándoles el acceso a iniciativas que les permitan aumentar su capacidad productiva y comercial mediante la agregación de valor y diversificación de ingresos.
30		Atacama	Alvaro Valenzuela (Profesional encargado:)	Prat 84, Caldera Fono: +56 9 66473647		
31	Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI)	Coquimbo	Oficina PIDI	Francisco de Aguirre N° 477, La Serena Fono:(051) 2562000.	Promover, coordinar y ejecutar la acción del Estado en favor del desarrollo integral de las personas y comunidades indígenas	Cuenta con 3 Fondos: Fondo de Desarrollo orientado a aumentar el bienestar de las familias, comunidades y organizaciones indígenas, mediante la elaboración, implementación y evaluación de programas y proyectos de apoyo con pertinencia cultural, identitaria y de género. Fondo de Cultura y Educación que coordina, planifica, asesora y ejecuta programas y proyectos para promocionar, difundir, preservar, recuperar, revitalizar y valorar las culturas, y lenguas indígenas del país Fondo de Tierras y Aguas Indígenas consistente en una serie de instrumentos tendientes satisfacer distintas demandas de los pueblos originarios asociadas a los recursos de tierra y agua
32		Atacama	Claudio Araya (Coordinador oficina)	Los Carreras Nº 599 oficina 7 piso 3. Copiapó. Fono: 52-2537157 caraya@conadi.gov.cl rgutierrez@conadi.gov.cl		

Anexo 2

Tabla 2. Actores privados con intereses directos en el borde costero

Nº	INSTITUCIÓN/SECTOR	REGIÓN	Representante/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
1	Organizaciones de Pescadores Artesanales	Coquimbo	A.G. De Mariscadores Y Pescadores de Los Choros	Los Choros, comuna de La Higuera	Organización cuya personalidad es otorgada por el Ministerio de Economía, tiene por objeto de promover el desarrollo y protección de las actividades que son comunes a sus integrantes pescadores artesanales y actividades conexas a dichas actividades comunes.	Cuentan con 1 AMERB en el Apolillado que tiene por objetivo los recursos: Taca, Culengue, Erizo, Huiro Negro, Huiro Palo, Lapa Negra, Loco
2		Coquimbo	A.G. De Trabajadores Del Mar Independientes De Caleta Punta De Choros	Caleta Los Choros, Comuna La Higuera	Organización cuya personalidad es otorgada por el Ministerio de Economía, tiene por objeto de promover el desarrollo y protección de las actividades que son comunes a sus integrantes pescadores artesanales y actividades conexas a dichas actividades comunes.	Cuentan con 2 AMERB que tiene por objetivo los recursos: Taca, Culengue, Erizo, Lapa Negra, Lapa Rosada, Loco, y en Isla Choros los recursos: Taca, Culengue, Erizo, Lapa Negra, Lapa Rosada, Loco
3		Coquimbo	Organización Comunitaria Funcional De Pescadores Unidos, Comuna De La Higuera	Choreadero, Comuna La Higuera	Organización cuya personalidad jurídica la otorga el Municipio del territorio en que habitan sus miembros, tiene carácter funcional pues su finalidad es representar y promover objetivos y valores específicos definidos por sus integrantes al momento de su constitución.	Cuentan con 2 AMERB que tiene por objetivo los recursos: Macha;
4		Coquimbo	STI De Pescadores Artesanales, Buzos Mariscadores Y Recolectores De Orilla La Cruz De Chungungo	La Peña, Comuna La Higuera	Organización cuya personalidad jurídica depende de la Inspección del Trabajo, tiene como objetivo principal procurar el bienestar y mejorar la calidad de vida de sus	Cuentan con 1 AMERB que tiene por objetivo los recursos: Huiro Negro, Huiro Palo, Lapa Negra, Lapa Rosada, Loco, Macha

Nº	INSTITUCIÓN/SECTOR	REGIÓN	Representante/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
					miembros, así como su representación.	
5		Coquimbo	S.T.I. De Buzos, Ayudantes, Pescadores Y Recolectores De La Caleta Chungungo	Caleta Chungungo (Sector D, Temblador), Comuna La Higuera	Organización cuya personalidad jurídica depende de la Inspección del Trabajo, tiene como objetivo principal procurar el bienestar y mejorar la calidad de vida de sus miembros, así como su representación.	Cuentan con 2 AMERB que tiene por objetivo los recursos: Huiro Negro, Huiro Palo, Lapa, Loco; otra con Huiro Negro, Huiro Palo, Lapa Negra, Loc
6		Coquimbo	A.G. De Trabajadores Independientes De Chungungo, Comuna La Higuera	Caleta Chungungo (Sector C y A), Comuna La Higuera	Organización cuya personalidad es otorgada por el Ministerio de Economía, tiene por objeto de promover el desarrollo y protección de las actividades que son comunes a sus integrantes pescadores artesanales y actividades conexas a dichas actividades comunes.	Cuentan con 2 AMERB que tiene por objetivo los recursos: Erizo, Huiro Negro, Lapa, Loco y otra con Culengue, Erizo, Huiro Negro, Lapa Negra, Loco
7		Coquimbo	S.T.I. Pescadores Artesanales Totoralillo Norte, De La Comuna De La Higuera (Sipetch)	Totoralillo Norte (Sector A, B, C), Comuna La Higuera	Organización cuya personalidad jurídica depende de la Inspección del Trabajo, tiene como objetivo principal procurar el bienestar y mejorar la calidad de vida de sus miembros, así como su representación.	Cuentan con 2 AMERB que tiene por objetivo los recursos: Huiro Negro, Lapa Negra, Loco; Otra Huiro Negro, Lapa, Loco; otra con Huiro Negro, Huiro Palo, Lapa Negra, Loco; y una Concesión al norte de Punta Totoralillo para los recursos Ostión del Norte y Ostión del Sur.
8		Coquimbo	Organización Comunitaria De Buzos Mariscadores Los Castillo	Caleta Chungungo (Sector B), Comuna La Higuera	Organización cuya personalidad jurídica la otorga el Municipio del territorio en que habitan sus miembros, tiene carácter funcional pues su finalidad es	Cuentan con 1 AMERB que tiene por objetivo los recursos: Culengue, Lapa Negra, Loco, Piure, Taquilla.

Nº	INSTITUCIÓN/SECTOR	REGIÓN	Representante/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
					representar y promover objetivos y valores específicos definidos por sus integrantes al momento de su constitución.	
9		Coquimbo	A.G. De Trabajadores Del Mar Panamericana Norte -	Caleta Hornos (Sector B, IV y C), Comuna La Higuera	Organización cuya personalidad es otorgada por el Ministerio de Economía, tiene por objeto de promover el desarrollo y protección de las actividades que son comunes a sus integrantes pescadores artesanales y actividades conexas a dichas actividades comunes.	Cuentan con 3 AMERB que tiene por objetivo los recursos: Huiro Negro, Lapa Negra, Lapa Rosada, Loco; Otra con Huiro Negro, Huiro Palo, Lapa Negra, Lapa Rosada, Loco;
10		Coquimbo	S.T.I. N° 1 De Buzos Y Pescadores Artesanales Caleta Hornos, Comuna De La Higuera	Las Minitas y Ensenada El Arrayán, Comuna La Higuera	Organización cuya personalidad jurídica depende de la Inspección del Trabajo, tiene como objetivo principal procurar el bienestar y mejorar la calidad de vida de sus miembros, así como su representación.	Cuentan con 1 AMERB que tiene por objetivo los recursos: Huiro Negro, Lapa Negra, Loco; otra en comuna La Serena con Huiro Negro, Lapa Negra, Loco
11		Coquimbo	Agrupación De Trabajadores Independientes Del Mar De Caleta Hornos	Morro Grueso, Comuna La Serena	Organización cuya personalidad jurídica la otorga el Municipio del territorio en que habitan sus miembros, tiene carácter funcional pues su finalidad es representar y promover objetivos y valores específicos definidos por sus integrantes al momento de su constitución.	Cuentan con 1 AMERB localizada en comuna de La Serena que tiene por objetivo los recursos: Huiro Negro, Huiro Palo, Lapa Negra, Lapa Rosada, Loco
12		Coquimbo	Cooperativa Pesquera y Comercializadora Los Choros	Los Choros, comuna de La Higuera	Las cooperativas son una figura legal que depende del Ministerio de Economía. Son organizaciones de personas, en este	Se crea en mayo del año 2011 su objetivo inicial es el mejoramiento del proceso productivo y comercial de algas

Nº	INSTITUCIÓN/SECTOR	REGIÓN	Representante/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
13		Coquimbo	Cooperativa Pesquera y Comercializadora Punta Norte	Los Choros, comuna de La Higuera	caso, que se constituyen para funcionar como empresas asociativas. Uno de los objetivos principales es el mejorar las condiciones económicas y sociales del conjunto de sus miembros.	Conformada por 142 pescadores artesanales, quienes extraen como principal recurso, el loco, además de otros moluscos; los recursos extraídos por la Asociación Gremial, son procesados en la planta de la cooperativa, y se comercializan como producto congelado y fresco enfriado.
14		Atacama	Sindicato de Trabajadores Independientes Algueros y Otros	Caleta Los Burros Sur (Los Burros Sur, Punta Las Tetilla)	Organización cuya personalidad jurídica depende de la Inspección del Trabajo, tiene como objetivo principal procurar el bienestar y mejorar la calidad de vida de sus miembros, así como su representación.	Cuentan con 2 AMERB que tiene por objetivo los recursos: Erizo, Huiro Negro, Huiro Palo, Huiro Flotador, Lapa Negra, Lapa Reina, Lapa Rosada, Loco.
15		Atacama	S.T.I. De Buzos, Mariscadores Y Pescadores En Todas Sus Categorías De La Caleta Chañaral De Aceituno	Caleta Chañaral de Aceituno y Chañaral de Aceituno (Sector C)	Organización cuya personalidad jurídica depende de la Inspección del Trabajo, tiene como objetivo principal procurar el bienestar y mejorar la calidad de vida de sus miembros, así como su representación.	Cuentan con 2 AMERB que tiene por objetivo los recursos: Huiro Negro, Huiro Palo, Lapa Negra, Lapa Rosada, Loco en ambos casos
16		Atacama	Sindicato de Trabajadores Independientes de Actividades Extractivas y. Diversificación Productiva Marítima La Reina	La Reina	Organización cuya personalidad jurídica depende de la Inspección del Trabajo, tiene como objetivo principal procurar el bienestar y mejorar la calidad de vida de sus miembros, así como su representación.	Cuentan con AMERB, cuyos recursos objetivos son: Chasca, Erizo, Huiro Negro, Huiro Palo, Lapa Negra, Lapa Reina, Lapa Rosada, Loco

Nº	INSTITUCIÓN/SECTOR	REGIÓN	Representante/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
	Comunidades Indígenas	Atacama	Comunidad Indígena Diaguita Tierra y Mar	Caleta Burros Sur	Organización integrada por personas pertenecientes a una etnia reconocida que se constituyen formalmente y se inscriben en el Registro de Comunidades y Asociaciones Indígenas de CONADI	Están solicitando un ECMPO (Espacios Costeros Marinos de Pueblos Originarios) en la zona de Punta Las Tetillas (87,81 Hás) de porción de agua y fondo, playa y terreno de playa. Ingresado el en julio de 2017, está en trámite de ser enviado a la CRUCB.
17	Asociación de Industriales y Armadores Pesqueros de la Región de Coquimbo (AIP),	Coquimbo	Osciel Velásquez (Presidente) Hector Tellez (Gerente)	Costanera 900, Coquimbo Celular: +56 993279239	Asociación gremial sin fines de lucro de pesqueras chilenas de la IV y V región, dedicadas a la pesca, elaboración y exportación de crustáceos demersales como el Camarón Nailon, Langostino Amarillo y Langostino Colorado. Busca el desarrollo sostenible de la industria pesquera, siendo su principal objetivo la preservación y protección de las especies. Se crea en 1988 con armadores de pesca pelágica, con cerco jareta y muda pesca de crustáceos demersales, capturados con el arte de pesca Arrastre de Fondo	Trabajan Certificación MSC, certificación internacional para alcanzar estándares de pesquerías sustentables, certificando en la región las pesquerías de camarón, langostino colorado y amarillo, y, el jurel. Impulso en 2014 de trabajo de reciclaje de redes de pesca en desuso. Firma de Acuerdos de Producción Limpia. Mantiene activas relaciones con entidades como UCN, CEAZA, UDEC.

Nº	INSTITUCIÓN/SECTOR	REGIÓN	Representante/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
18	OSTIMAR S.A.	Coquimbo	Hans Schurter (Gerente General) Christian Tapia (Gerente De Producción)	Mar del Plata 2111; Providencia, Stgo. Fono: (+56 2) 2580 5200 scallops@ostimar.cl	Ostimar S.A., es una empresa de capitales chilenos dedicada al cultivo, procesamiento y comercialización del Ostión del Norte (*Argopecten purpuratus*).	Cuenta con dos Concesiones en la comuna de La Higuera una para los recursos Ostión del Norte y Ostión del Sur, con una extensión de 26,36 há en la Caleta Temblador; y otra con 6,62 Há para Ostión del Norte, Ostión del Sur, Ostra chilena, Ostra del Pacífico o Japonesa localizada en caleta Totoralillo al oeste de Punta Rincón. La mayor parte de sus cultivos se localizan en la zona de Tongoy, cuenta con planta de procesamiento en Coquimbo como Pacific Sur S.A. y la empresa que comercializa sus productos es Alimentos Marinos S.A., la empresa matriz, con apoyo del equipo comercial de Invermar S.A., una empresa filial. En el año 2019, se elimina el nombre Invertec de las empresas, quedando Ostimar S.A. y Pacific Sur S.A., a la que se añade Alimar en el 2020.
19	COMERCIAL PANAMERICANA S.A.	Coquimbo	Alfredo Prieto Hevia	LUIS PASTEUR 6105, VITACURA	EMPRESA CHILENA asociada a recursos ostión y abalón	Cuenta con concesión de 19,86 Há en Caleta Temblador para los recursos Ostión del Norte, Ostión del Sur, Ostra chilena, Ostra del Pacífico o Japonesa.

Nº	INSTITUCIÓN/SECTOR	REGIÓN	Representante/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
20	Compañía Minera del Pacífico	Coquimbo y Atacama	Francisco Carvajal (Gerente General) Claudia Monreal (Subgerente De Desarrollo)	Of Generales: Pedro Pablo Muñoz N° 675, La Serena. Fono (51) 2668 000 - Fax (51) 2668 10 Of. Copiapó: O'Higgins N° 744, oficina 705. Fono (52) 2 547293	CMP se crea en 1981 como producto de una nueva estructura orgánica de Compañía de Acero del Pacífico S.A. (actualmente CAP S.A.), convirtiéndose en una Sociedad Limitada Sociedad de Responsabilidad Civil y el establecimiento de su actividad productiva y servicios en un empresa filial con operaciones independencia y gestión responsabilidad. CMP es propietario y desarrollador de la explotación de los yacimientos mineros que antes era propiedad de CAP S.A. Ellos son: "El Algarrobo", comprada por CAP S.A. en 1959 de la empresa holandesa Mijnen NV; "El Romeral", comprado en 1971 de Bethlehem Iron Mines Co.; y otras propiedades del mineral de hierro en las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo.	Desarrolla programa de relación con la comunidad tanto en la comuna de La Higuera con Freirina, apoyando financieramente diferentes iniciativas. Forman parte del Primer Consejo Asesor Externo de Vinculación con el Medio de la Universidad Católica del Norte en el que también participa el Gobierno Regional de Coquimbo. El mayor conflicto estaría en torno a la construcción de un puerto que la Compañía Minera del Pacífico (CMP), pretende construir a cinco kilómetros de donde se ubicaría el puerto de la minera Dominga.
21	Andes Iron SpA, Proyecto Dominga	Coquimbo	Iván Garrido (Gerente General)	Cerro El Plomo 5630, Piso 19, Las Condes, Santiago Fono: (56) 2 2360 4700	Esta compañía de capitales nacionales, desarrolla el proyecto minero portuario Dominga, ubicado en la comuna de La Higuera, en la Región de Coquimbo. Andes Iron SpA, fundada en 2011, adquirió el proyecto Dominga de manos de su antiguo propietario, Minería Activa.	Dominga es un proyecto minero portuario cuyo objetivo es producir anualmente 12 millones de toneladas de concentrado de hierro y 150 mil toneladas de concentrado de cobre. Actualmente el proyecto se encuentra rechazado por el Comité de Ministros para la Sustentabilidad en

Nº	INSTITUCIÓN/SECTOR	REGIÓN	Representante/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
						sesión ordinaria de fecha 18 de enero del 2023.

Anexo 3

Tabla 3. Actores privados y de la sociedad civil

Nº	INSTITUCION /SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE / Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
1	Proyecto: Fortalecimiento de la gestión y la gobernanza para la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad de importancia mundial en los ecosistemas marinos costeros en Chile" Proyecto ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente.	Coquimbo - Atacama	Katerina Varas Belemmi (Coordinadora Biregional Zona Norte)		Se propone contribuir a crear un ambiente facilitador que permita avanzar hacia la conservación y el uso sostenible y resiliente de los ecosistemas marinos costeros para mantener su integridad biológica, diversidad y servicios ecosistémicos para las generaciones presentes y futuras.	El objetivo es desarrollar e implementar un sistema de gobernanza que integre, coordine y articule las instituciones públicas, privadas y de la sociedad civil para la conservación y el uso sostenible de los ecosistemas marinos costeros. Ordenado en tres componentes: 1) Sistema de gobernanza para la conservación y uso sostenible de los ecosistemas marino-costeros; 2) Integración de objetivos y métodos de conservación de la biodiversidad en la planificación municipal costera y en la política y práctica de pesca artesanal; y 3) Monitoreo y Evaluación.
2	Facultad de Ciencias del Mar de Universidad Católica del Norte	Coquimbo	Niris Cortés (Decana)	Larrondo 1281, Coquimbo. Fono+56 51 2209891	Misión: crear, cultivar y difundir la generación de nuevos conocimientos del ambiente marino y sus productos, y lograr un aprovechamiento que armonice el desarrollo de	Programas docentes de pregrado y post grado; Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA); Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Algas (CIDTA). Desarrollo de programas con el Programa de Acuicultura en Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AAMERB)"

Nº	INSTITUCION /SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE / Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
					las actividades humanas con la conservación y la preservación del medio ambiente, y el uso sustentable del ambiente y sus recursos. Busca contribuir a la formación de profesionales del área acuícola, del manejo ambiental asociado a actividades productivas, de la seguridad, la salud ocupacional y del medio ambiente.	
3	Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA),	Coquimbo	Carlos Olavarría (Director)	Raúl Bitrán #1305, La Serena y Av. Ossandón 877, Coquimbo. Fono:(+51)2 204378	Corporación de derecho privado sin fines de lucro es un centro de investigación científica y tecnológica cuyo propósito es promover el desarrollo científico y tecnológico, a través de la realización de ciencia avanzada a nivel interdisciplinario en zonas áridas, ciencias biológicas y ciencias de la tierra, desde la región de Coquimbo con un alto impacto en el territorio y orientado a mejorar la calidad de vida de las personas, promoviendo la participación ciudadana en la ciencia a través de actividades de generación y	Líneas de trabajo: apoyar instancias de formación de capital humano avanzado, aumentar el grado de vinculación con el entorno estableciendo nexos con el medio productivo, tecnológico, científico y administrativo; investigación y desarrollo tecnológico; divulgación y transferencia de conocimientos.

Nº	INSTITUCION /SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE / Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
					transferencia del conocimiento.	
4	OCEANA	Coquimbo - Atacama	Liesbeth van der Meer (Directora Ejecutiva de Oceana Chile)	Suecia 0155, oficina 1001, Providencia, Santiago Fono: +56 2 29255600	Fue fundada en 2001 por las fundaciones The Pew Charitable Trusts, Oak Foundation, Marisla Foundation (anteriormente Homeland Foundation) y el Rockefeller Brothers Fund. Es una organización internacional centrada exclusivamente en la conservación de los océanos, las delegaciones en todo el mundo trabajan juntas para ganar campañas estratégicas, destinadas a conseguir resultados tangibles que nos ayuden a recuperar la salud y la biodiversidad de los océanos. Se dedica a promover una gestión pesquera basada en la ciencia y en la recuperación de los océanos del mundo.	Desarrollan campañas en las áreas: Contaminación de los océanos; Protección de áreas marinas; regulación de la actividad salmonera; recuperación de pesquerías; desarrollo de aspectos constitucionales. En relación a la zona de AMC-MU impulsa el rechazo al proyecto Dominga presentando Informe con lo que consideran son falencias técnicas y ambientales que justifican porqué dicha iniciativa minero-portuaria no puede ser aprobada, que además refuerza la incompatibilidad que este proyecto tiene con el ecosistema del archipiélago Humboldt, una de las zonas prioritarias para la conservación y que ha sido vastamente estudiada por la comunidad científica.
5	Juntas de Vecinos	Coquimbo	J.V. Nº20 Caleta Hornos	Caleta Hornos	Organización territorial que	

Nº	INSTITUCION /SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE / Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
6			J.V. Nº 22 Chorrillos, Hornos	Caleta Hornos	obtiene su personalidad en el Municipio y agrupan a vecinos de un mismo territorio	
7			J.V. Nº3 Los Choros	Los Choros		
8			J.V. Nº18 Chungungo	Caleta Chungungo		
9			J.V. Nº16 Totoralillo Norte	Caleta Totoralillo Norte		
10			J.V. Nº21 Los Llanos de los Choros	Los Llanos de los Choros		
11			J.V. Nº1 Caleta Hornos	Caleta Hornos		
12		Atacama	J:V.Los Burros Sur			
13			J.V. Nº12 Chañaral de Aceituno	Chañaral de Aceituno		
14			J:V:Carrizalillo			
15	Organizaciones funcionales	Coquimbo	Agrupación Gastronómica DAPTCHA	Punta Choros		
16			Agrupación cultural y social del pueblo de los Changos	Punta Choros		
17			Las delicias de Punta Choros y su artesanía	San Agustín, Punta Choros		
18			Organización comunitaria el Tofo por siempre	Caleta Chungungo		
19			Comité productivo de Hornos	Hornos		
20			Movimiento den Defensa del Medio Ambiente de la Comuna de La Higuera	La Higuera		
21		Atacama	Agrupación Esfuerzo Alguero Caleta Los Burros Sur	Caleta Los Burros Sur		
22			Taller laboral Los Delfines	Caleta Chañaral de Aceituno		
23			Agrupación delfines	Caleta Chañaral de Aceituno		
24			Agrupación de descendientes del último constructor de balsas de cuero	Caleta Chañaral de Aceituno		

Nº	INSTITUCION /SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE / Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
25			Asociación turística de caleta Chañaral de Aceituno	Caleta Chañaral de Aceituno		
26			Asociación de mujeres changas del mar	Caleta Chañaral de Aceituno		
27			Asociación red archipiélago de Humboldt	Freirina		
28			Consejo ecológico cultural, turístico y comunal Casa de Piedra	Freirina		
29	Comunidades Indígenas	Coquimbo	Comunidad Indígena Juana Vergara	Punta Choros	Organización integrada por personas pertenecientes a una etnia reconocida que se constituyen formalmente y se inscriben en el Registro de Comunidades y Asociaciones Indígenas de CONADI	Se acreditan como changos a partir del tronco familiar de abuela Juana Vergara. Uno de sus objetivos es la protección del borde costero, proteger el territorio . Inician el trabajo como agrupación changa en 2017. Otro objetivo es seguir visibilizándose como pueblo chango
30		Atacama	Comunidad Indígena Changos Álvarez Hidalgo y Descendencia	Chañaral de Aceituno	Organización integrada por personas pertenecientes a una etnia reconocida que se constituyen formalmente y se inscriben en el Registro de Comunidades y Asociaciones Indígenas de CONADI	Es la primera comunidad indígena constituida por los changos en el país. La comunidad espera preservar la zona de Chañaral de Aceituno por su importancia ambiental y cultural, reconociendo es un destino turístico de importancia internacional. Se encuentran en proceso de revitalización de su cultura, así como de las balsas de cuero de lobo de sus abuelos, la memoria gastronómica de las abuelas, los lugares donde procesaban pescados y mariscos, etc. Está integrada por 19 socios, siendo su directiva liderada por el presidente, Felipe Rivera Marín; la secretaria, Yasna Marín Álvarez; el tesorero, Daniel Álvarez Aguirre; y el consejero, Alfonso Álvarez Ávalos

Anexo 4

Descrpción Objetos de Conservación

Hábitat intermareal y submareal que alberga una diversidad de especies hidrobiológicas y recursos bentónicos pesqueros.

Una de las características más sustanciales del intermareal y submareal, es que representan ecosistemas de importancia para la fauna endémica y de importancia ecológica para el AMCP-MU. Particularmente se encuentran áreas de extracción de recursos pesqueros, zonas de alta diversidad de peces e invertebrados, entre otras. Además, otorga funciones y servicios ecosistémicos de soporte, abastecimiento y regulación, de gran relevancia para las comunidades costeras (OCEANA, 2010).

Al considerar este objeto de conservación, se está resguardando el área de surgencia costera (o afloramiento) del centro-norte de Chile, que se caracteriza por aguas frías altamente productivas de fito y zooplancton, lo que permite el desarrollo de tramas tróficas complejas como grupos de invertebrados y macroalgas bentónicas, peces, aves y mamíferos marinos entre los cuales destacan cetáceos mayores tales como ballenas jorobadas, fin y azul. Varias de estas especies son importantes en términos económicos y varias de ellas se encuentran protegidas por presentar problemas de conservación, en categoría de amenazadas e incluso en peligro de extinción (Gaymer *et al.,* 2021).

OCEANA, 2010, puntualiza la presencia de dos (2) hábitats (intermareal y submareal) de importancia ecológica para la conservación (HIC) para esta zona en general, que son:

Intermareal

El intermareal, representa la zona entre las líneas de alta y baja marea que está periódicamente expuesta al aire (Zagal y Hermosilla, 2001, OCEANA, 2010). En este hábitat se encuentran dos categorías principales: los hábitats de fondos rocosos de comunidades de distintas especies de macroalgas y su fauna asociada y, por otro lado, las áreas donde habitan especies de forraje para invertebrados bentónicos, formados por poliquetos y crustáceos de tamaños pequeños (OCEANA, 2010).

Para el intermareal, OCEANA, 2010 destaca tres (3) hábitats de Importancia Ecológica para la Conservación (HIC):

1. **Hábitats de macroalgas en el intermareal**

Considerados como zonas de alta diversidad, protección y crianza para invertebrados y con regulación de explotación por la Subpesca (OCEANA, 2010). Este hábitat representado principalmente por zonas de establecimiento de las algas verdes (*Ulva sp., Chaetomorpha aerea* y de *Gelidium sp*.), representa la mayor diversidad de

invertebrados sésiles alrededor de las islas Choros, Damas y Chañaral (OCEANA, 2010).

2. Hábitats de recursos bentónicos (intermareal)

Representado por especies de gasterópodos (lapas) y crustáceos (jaibas); en gran parte sobrepuesto o mixto con los hábitats de macroalgas. Entre los gasterópodos se encuentran la lapa negra (*Fissurella latimarginata*), lapa rosada (*Fissurella cumingi*) y lapa reina (*Fissurella maxima*), que posean un alto valor económico para la pesca artesanal del área (OCEANA, 2010).

3. Hábitats de especies de forraje en el intermareal

Estos hábitats de especies de forraje para invertebrados bentónicos se distribuyen sobre los sustratos duros de bolones y de conchuela (OCEANA, 2010) y en playas arenosas (como la playa “La Damita” ubicada en el sector N-W de la isla Damas) y que garantizan la fuente alimenticia de una gran diversidad de invertebrados, entre ellos especies de importancia pesquera como decápodos anomuros (jaibas) (OCEANA, 2010).

Submareal

El submareal, se refiere a la zona que se extiende desde la línea de marea baja a la orilla externa de la plataforma continental (Zagal y Hermosilla, 2001). Dentro del rango batimétrico del submareal (hasta 100 m de profundidad) se encuentran tres categorías de hábitats de importancia ecológica: hábitats de macroalgas, de bio-ingenieros y sitios de recursos de importancia para la pesca (OCEANA, 2010). En los fondos con sustratos duros (plataformas rocosas y peñascos) alrededor de las islas Chañaral, Choros, Damas y Pájaros, se localizan hábitats formados de bosques de diferentes especies de macroalgas y que son áreas de protección y de crianza para numerosos invertebrados asociados a ellos (OCEANA, 2010).

Para el submareal, OCEANA 2010 destaca 4 Hábitats de Importancia Ecológica para la Conservación (HIC):

1. Hábitats de macroalgas en el submareal

Corresponden a zonas de alta diversidad, protección y crianza para invertebrados y con regulación de explotación por Subpesca (OCEANA, 2010). En este habitas se encuentran bosques de macroalgas, en los que dominan *Lessonia trabeculata* y *Macrocystis integrifolia*, especies que representan uno de los hábitats más típicos de las costas de América Latina de playas con rocas expuestas al oleaje (Santelices *et al.,* 1980, como se citó en OCEANA 2010) y de la costa chilena entre los 20° y 40°S. Estos bosques de macroalgas representan uno de las componentes más importantes dentro de los ecosistemas marinos, ya que generan una alta diversidad de especies tanto de aquellas que aprovechan el espacio y la protección que ofrecen estas especies, como de aquellas que se alimentan de estas algas (OCEANA, 2010, Gaymer *et al.,* 2021).

De este grupo presente en el área del área propuesta AMCP-MU, destacan *Lessonia nigrescens* o huiro negro y *Lessonia trabelucata* o huiro palo en fondos rocosos, especies que aparte de contar con una alta diversidad de especies asociadas, tienen

una importancia económica como recurso de la pesca artesanal (OCEANA, 2010). La extracción de estas especies se concentra en las caletas de Chungungo y Punta Choros (Stotz, 2006 como se citó en OCEANA 2010).

2. Hábitats de bio-ingenieros en el submareal

Las especies bio-ingenieras cumplen un rol biológico fundamental, generando una alta biodiversidad diversidad de especies que se alimentan, reproducen y crían en los hábitats formados por estos bioingenieros (Gaymer *et al.,* 2021). En el área se caracterizan por la presencia de corales, esponjas y colonias gorgónidos. En Isla Chañaral específicamente, se encuentran los gorgónidos ("corales blandos") de color grisáceo y los "corales bambú" de color rojo, especies de alto nivel de endemismo, aunque muy poco abundantes, son considerados especies muy frágiles ante perturbaciones físicas y químicas, y además se encuentran en estado vulnerable según la UICN (OCEANA, 2010, Gaymer *et al.,* 2021). Adicionalmente, estas especies representan un atractivo turístico que se desarrolla por medio de buceo de observación (Gaymer *et al.,* 2021).

Estos hábitats se destacan por ejemplo entre el noroeste y sureste de las islas Chañaral, Damas-Choros e isla Pájaros grande, en profundidades que varían entre los 30 y 80 m (OCEANA, 2010, Gaymer *et al.,* 2021).

3. Hábitats de recursos bentónicos (submareal)

Estos hábitats comprenden fondos arenosos y rocosos que albergan una gran cantidad de especies, varias de ellas de importancia económica como recursos pesqueros. Entre estos hábitats, destacan las 26 Áreas de Manejo de Recursos Bentónicos (AMERB) presentes en el área del AMCP-MU, con presencia y extracción de recursos, entre los que están principalmente el huiro negro, huiro palo, almeja, culengue, lapa picta, lapa negra, lapa rosada, loco, macha, y erizo (OCEANA, 2010, reporte SIAC SERNAPESCA 2022). Varias de estas AMERBs, comprenden el hábitat crítico del loco, considerando los lugares donde se encuentran los adultos, las áreas de postura y de reclutamiento, siendo caleta Hornos la que cuenta con mayor volumen de desembarque en los últimos años, seguida por Chungungo, Chañaral de aceituno y Punta Choros (OCEANA, 2010, reporte SIAC SERNAPESCA 2022).

Por otra parte, en los fondos blandos del submareal, al este de la isla Damas, se ubica el único hábitat alrededor de las islas donde se encuentran praderas de pasto marino *Heterozoostera tasmanica* (FIP 2006-56*,* 2008, OCEANA, 2010). Este pasto marino es muy sensible a la contaminación antrópica y se puede considerar como un bioindicador del estado de los ecosistemas marinos (FIP 2006-56*,* 2008, OCEANA, 2010).

En los fondos blandos se encuentran comunidades de crustáceos (langostinos, camarones y algunas especies de jaibas) y moluscos. Entre los crustáceos destaca el langostino amarillo (*Cervimunida johni*) y el camarón nailon (*Heterocarpus reedi*), que representan una fuente alimenticia importante para aves y mamíferos marinos, además son recursos pesqueros importantes de la zona (OCEANA, 2010). Por su parte, entre los moluscos, se destaca zonas de abundancia de almeja, macha, y otros recursos.

4. Hábitats de peces pelágicos

Aquí se encuentran especies como el jurel (*Trachurus murphyi*) y la caballa (*Scomber scombrus*), anchoveta (Engraulis ringens), sardina (Sardinops sagax), merluza (Merluccius gayi) y algunos cefalópodos (Gaymer *et al.,* 2021, OCEANA, 2010). Algunas de estas especies sirven de alimento para numerosos recursos de importancia comercial y para la conservación como ballenas, pingüinos, peces etc. (OCEANA, 2010).

Gaymer *et al.,* 2021, encontró en Bajo el Toro, alta abundancia de peces bentónicos como la castañeta *Chromis crusma*, el bilagai (*Cheilodactylus variegatus*), la jerguilla (*Aplodactylus punctatus*) y el rollizo (*Pinguipes chilensis*). En cuanto a la riqueza de especies más costeras, el mismo autor reporta el pejeperro (*Semicossyphus darwini*), la vieja (*Graus nigra*), el apañado (*Hemilutjanus macrophthalmos*), el San Pedro (*Oplegnathus insignis*), el pejesapo (*Sicyases sanguineus*), la cabrilla (*Paralabrax humeralis*), la vieja colorada (*Acanthistius pictus*), la cabinza (*Isacia conceptionis*) y el bilagay (*Cheilodactylus variegatus*), entre otras (Gaymer *et al.,* 2021).

Zonas de alimentación y nidificación de aves

El área del archipiélago de Humboldt presenta múltiples islas e islotes, donde habitan colonias de aves marinas importantes en términos de abundancia de la zona centro y norte de Chile (Simeone et al., 2003, Luna-Jorquera et al. 2012, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021), y nidifican un total de once especies de aves marinas, la mayoría de las cuales son endémicas del Sistema de la Corriente de Humboldt (Luna- Jorquera *et al.,* 2003, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021).

En cuanto a zonas reproductivas, se destacan la isla Chañaral con la presencia de 4 especies, Choros con 7 especies, e islote Chungungo donde nidifican 4 especies, y caracterizado por ser uno de los pocos sitios en la costa de Chile y Perú, en el cual nidifica la golondrina de mar chica (Gaymer *et al.,* 2021). Todas estas especies son endémicas del Sistema de la Corriente de Humboldt (Simeone et al., 2003, Luna-Jorquera *et al.,* 2012, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021).

En esta zona, se reconocen también la presencia de poblaciones de especies emblemáticas de aves marinas, como lo son el yunco (*Pelecanoides garnotii*), piquero (*Sula variegata*), albatros, petreles y fardelas, así como, sus hábitat y zonas de descanso, alimentación y reproducción (OCEANA, 2010, Informe técnico, MMA 2021)

Para esta zona, OCEANA 2010 destaca 2 Hábitats de Importancia Ecológica para la Conservación (HIC)

1. Hábitat crítico de aves marinas

Este hábitat representa las zonas de alimentación, crianza y de reproducción, especialmente de especies vulnerables y en peligro de extinción, entre las que están el pingüino de Humboldt (en estado de conservación: vulnerable), el Yunco (en estado de conservación: en peligro) y Piquero (en estado de conservación de preocupación menor) (OCEANA, 2010).

La productividad del área del sistema de Humboldt, permite que especies como el piquero, cormorán, yunco y pingüino de Humboldt, puedan tener disponibilidad de alimento alrededor de las islas, sobretodo en épocas de nidificación (Gaymer *et al.,* 2021). Sin embargo, en ciertas especies como el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldtii*), se encontró que los radios de alimentación se extienden hasta 43 km, lo que establece la importancia de ampliar los rangos de protección (Quispe *et al.,* 2020).

2. Hábitat crítico de la anchoveta

La anchoveta es una especie clave y fundamental de la cadena trófica como presa para aves, mamíferos y peces (incluyendo los tiburones) y por otro lado es un recurso pesquero de importancia económica (OCEANA, 2010, Gaymer *et al.,* 2021). El área alberga tanto adultos y un stock desovante como zonas de reclutamiento (OCEANA, 2010, Gaymer *et al.,* 2021). Estos hábitats se identifican en la franja costera hasta los 10 m de toda el área, especialmente el sector entre isla Chañaral e islas Choros-Damas y entre Barrancones y Caleta Hornos; y en los alrededores de islas Pájaros (OCEANA, 2010).

Zonas de alimentación y reproducción de mamíferos marinos.

La zona del AMCP-MU, es uno de los sistemas con mayor diversidad de especies de mamíferos marinos en todo el mundo, siendo un lugar único y de extrema importancia para su conservación (Urbina *et al.,* 2021, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021). En los últimos 30 años se ha observado un alza en la riqueza de este grupo de animales. Sin embargo, la gran mayoría de estas especies se encuentran dentro de alguna categoría con problemas de conservación, desde especies vulnerables hasta en peligro de extinción, según el Reglamento de Conservación de Especies del Ministerio del Medio Ambiente y la lista roja de la UICN (Gaymer *et al.,* 2021).

Para esta zona, OCEANA 2010 destaca 1 Hábitat de Importancia Ecológica para la Conservación (HIC), que incluye a dos más específicos:

1. Hábitats críticos de Mamíferos Marinos (HMM)

Entre las poblaciones de especies emblemáticas de mamíferos marinos, destacan las colonias residentes de delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus)*, colonias temporales de ballenas y el chungungo (*Lontra felina*), así como sus hábitats y zonas de descanso, alimentación y reproducción (Informe técnico, MMA 2021). A su vez, la IUCN-MMPATF, 2023, reportó que de 12 especies de mamíferos marinos (9 especies de cetáceos, 3 especies de pinnípedos y la nutria marina) que se observan con frecuencia en el Sistema de surgencia de la Corriente de Humboldt (que abarca desde Cerro azul en Perú, hasta Mejillones Chile), 6 se encuentran con frecuencia en esta área y presentan problemas de conservación, estando incluidas en el Reglamento chileno para la clasificación de especies silvestres en categorías de conservación. La población residente de delfines nariz de botella (*Tursiops truncatus*), se encuentra “En peligro de extinción” según la legislación chilena, el rorcual común (*Balaenoptera physalus*) se encuentra “Vulnerable” en la Lista Roja de la UICN y “En Peligro Crítico” en Chile, la ballena azul (*Balaenoptera*

musculus) se encuentra “En peligro” tanto en la Lista Roja de la UICN como en Chile, la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) tiene categoría de “Preocupación menor” a nivel mundial, pero “Vulnerable” en Chile, el elefante marino del sur (*Mirounga leonina*) se encuentra en “Preocupación menor” a nivel mundial, pero “Vulnerable” en Chile y la nutria marina (*Lontra felina*) esta “En peligro de extinción” a nivel mundial y en Chile (IUCN-MMPATF, 2023). Esta zona es un área de alimentación para la mayoría de los mamíferos marinos que la utilizan, y alberga la mayor densidad de nutrias marinas del norte de Chile (OCEANA, 2010, IUCN-MMPATF, 2023)

En la isla Chañaral se encuentra una colonia reproductora del lobo fino sudamericano (*Arctocephalus australis),* con una abundancia de 1.237 individuos en 2019, de los cuales 269 fueron clasificados como crías (Oliva *et al.,* 2020, como se citó en IUCN-MMPATF, 2023). La Isla Chañaral es ahora la colonia reproductiva más austral de la población peruano/chilena del lobo fino sudamericano en la costa del Pacífico (IUCN-MMPATF, 2023).

1.1 Hábitat del delfín de nariz botella (*Tursiops truncatus*)

Existe una sola población residente de delfines nariz de botella comunes (*Tursiops truncatus*) y ha sido reportada en la Reserva Marina Isla Chañaral y la Reserva Marina Choros-Damas (Pérez-Alvarez *et al.,* 2018, como se citó en IUCN-MMPATF, 2023). Estudios tróficos (Santos-Carvallo *et al.,* 2015, como se citó en IUCN-MMPATF, 2023), genéticos y conductuales (Pérez-Alvarez *et al.,* 2018, como se citó en IUCN-MMPATF, 2023) demostraron que esta población es diferente a la población transitoria o no residente de delfines nariz de botella. El tamaño de los grupos suele ser de 15 a 20 individuos, y algunos individuos residentes muestran una residencia prolongada (15 años) y una fuerte fidelidad al sitio, utilizando el área para alimentarse, amamantar y parir dentro de un área de distribución de 2 a 40 km (Gibbons, 1992; Thomas, 2005, como se citó en IUCN-MMPATF, 2023, OCEANA, 2010).

1.2 Hábitat de alimentación y de reposo de ballenas

El área del Sistema de Humboldt es reconocida como un sitio de alimentación importante para las ballenas barbadas, particularmente las ballenas de aleta, azul y jorobada (*Megaptera novaeangliae*) (Sepúlveda *et al.,* 2020; Buchan *et al.,* 2021, como se citó en IUCN-MMPATF, 2023). Estudios de composición de dieta, observacionales y de seguimiento demuestran que los rorcuales comunes se alimentan en el área, particularmente depredando krill (*Euphasia mucronata*) (Pérez *et al.,* 2006; Toro *et al.,* 2016; Buchan *et al.,* 2021, como se citó en IUCN-MMPATF, 2023). El krill es la especie más abundante y endémica del Sistema de la Corriente de Humboldt y está asociado a zonas costeras de surgencia (Antezana, 2010; Riquelme *et al.,* 2016, como se citó en IUCN-MMPATF, 2023), lo que a su vez explica la relevancia del área como punto crítico de alimentación para un importante grupo de ballenas (Brediñana-Romano *et al.,* 2022, como se citó en IUCN-MMPATF, 2023).

Anexo 5

Proceso de socialización

La propuesta de declaración de un AMCP-MU contó con procesos de participación que permitieron conocer las propuestas levantadas desde los servicios y la academia, además de generar información atingente al uso del área, identificar los distintos intereses y conflictos existentes, las posibilidades de alianzas y de trabajo conjunto entre los actores, así como sentar las bases para un trabajo mancomunado futuro entre ellos, entre otros temas afines a la declaración de una propuesta de protección de estas características.

Por otra parte, se utilizaron algunos elementos de la metodología de Estándares Abiertos, los que como estrategia metodológica de planificación también supone realizar un trabajo con enfoque participativo (Sandoval C., 2014). En este caso, se desarrolló un trabajo de socialización y levantamiento de información fomentando el que las personas se apropien del proceso de justificación, contribuyendo con sus experiencias a dar pertinencia territorial a las propuestas, a definir/validar el área del AMCP-MU, identificar los usos y amenazas, validar los objetos de conservación propuestos o identificar nuevos.

Durante el desarrollo de los talleres se emplearon diferentes técnicas que permitieron cumplir con los criterios de: asegurar la participación, facilitar el manejo de conflictos, generar confianzas que permitan la expresión de todos los actores, entregar la información de acuerdo a las características de los actores y promover la participación activa de los participantes a los talleres. Cada actividad registró un acta del taller, que resumió brevemente las actividades realizadas, los consensos, diferencias y compromisos, además de sistematización de la información recopilada. Como medios de verificación se utilizaron las listas de asistencia y registro fotográfico.

Además, se realizaron entrevistas a actores claves en terreno para realizar levantamiento de información que permitió mejorar la propuesta del polígono del AMCP-MU, conflictos de intereses, usos del maritorio y borde costero, objetos de conservación, percepciones de la conveniencia de una AMCP-MU y otros aspectos relevantes al levantamiento de elementos justificatorios.

Talleres 1: Taller de socialización del AMCP-MU y validación del polígono

Entre los días 21 y 25 de noviembre del año 2022, se realizaron múltiples talleres en las localidades aledañas al AMCP-MU archipiélago de Humboldt, específicamente en Caleta Los Burros, Chañaral de Aceituno, Punta Choros, Caleta Chungungo y Caleta Hornos.

Durante el desarrollo del taller, el equipo consultor en conjunto con los profesionales de las Seremis del Medio Ambiente (regiones de Atacama y Coquimbo), presentaron los antecedentes que justifican la creación del AMCP-MU archipiélago de Humboldt, poniendo en evidencia las principales variables asociadas al borde costero y espacio

marítimo del archipiélago de Humboldt y que resultan en las condiciones óptimas para el hábitat de múltilples especies y zonas de estadía temporal para otros taxones (zonas de alimentación, etc). La segunda etapa del taller, consistió en la presentación de las propuestas del polígono del AMCP-MU archipiélago de Humboldt, fundamentando y explicando los límites del área marina protegida y recibiendo por parte de los usuarios, observaciones, preguntas y/o dudas que surgieron de la presentación.

Las temáticas presentadas se reportan en el siguiente párrafo:

- Presentación del equipo consultor, equipo de la Seremi del Medio Ambiente (regiones de Atacama y Coquimbo) y de los participantes
- Presentación por parte del equipo consultor de los alcances del proyecto, fundamentos y justificación del AMCP-MU archipiélago de Humboldt.
- Presentación por parte del equipo consultor, de los beneficios del AMP, Servicios ecosistémicos y etapas de la creación de un AMP y posterior elaboración del Plan de Manejo.
- Presentación de las propuestas del polígono del AMCP-MU archipiélago de Humboldt.

En términos generales, un número importante de participantes manifestaron preocupación por la propuesta que incluye a las AMERBs dentro del AMCP-MU, consultando por la supuesta pérdida de los derechos por parte de las organizaciones titulares, cambios de las cuotas otorgadas y la posibilidad de que usuarios externos puedan extraer parte de sus cuotas. La desconfianza radica principalmente, por el anterior proceso de creación de la reserva marina Choro y Damas y las consecuencias que derivaron tras la designación de dicho espacio, restringiendo el uso pesquero a un número importante de usuarios. A esto se suma, la entrega de un área de manejo a una organización de pescadores artesanales del sector de Punta de Choros, proceso que aumentó la desconfianza al proceso de creación de la reserva marina. Otro tema importante, corresponde a los importantes beneficios que han recibido los pescadores y comunidad de Punta Choros para incrementar y potenciar el turismo local, relegando a un papel secundario a otros sectores y caletas de la zona (como por ejemplo caleta Chungungo y Totoralillo). También mostraron preocupación por las áreas de libre acceso, que papel cumplirán posterior a la creación del AMCP-MU, dudando sobre la posibilidad de extraer recursos bentónicos con la nueva figura de protección.

Un punto relevante de discusión, tuvo relación con el proceso de toma de decisiones posterior a la creación del AMCP-MU, quienes participarían de dicho acto y como eventualmente se puede lograr una equidad de “voces” y acuerdos durante la implementación de las acciones y actividades para el cumplimiento de los objetivos de conservación del área.

Por último, y en términos de creación del AMCP-MU archipiélago de Humboldt, existe una dicotomía de las comunidades del área de influencia, con una aprobación de la figura de conservación en las localidades centro y norte del área (desde el sector de Caleta Los Burros hasta Caleta Chungungo), enfoncando su justificación en la protección del ecosistema y de los servicios ecosistémicos entregados por este espacio (alimentación y turismo principalmente); y una desconfianza radicada específicamente en las localidades del sector sur del área (caleta de Totoralillo Norte y Caleta Hornos),

entendiendo que el establecimiento del AMCPMU podría ir en desmedro de sus aspiraciones de aumentar su economía local lo que se daría principalmente por la imposibilidad de operación de grandes proyectos industriales.

A



B



C



D



E



1º Etapa de talleres participativos de socialización, levantamiento de información y validación del proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”. A). Caleta Los Burros; B). Chañaral de Aceituno; C). Caleta Punta Choros; D). Caleta Chungungo; E). Caleta Hornos

Segunda etapa de talleres: Taller de socialización del AMCP-MU, validación del polígono, amenazas y objetos de protección

Entre los días 23 y 27 de enero del año 2023, se realizaron múltiples talleres en las localidades aledañas al AMCP-MU Archipiéalgo de Humboldt, específicamente en Caleta Los Burros, Chañaral de Aceituno, Punta Choros, Pueblo Los Choros, Caleta Chungungo, Caleta Totoralillo Norte y Caleta Hornos.

Durante el desarrollo de los talleres, el equipo consultor junto con los profesionales de las Seremis de Medio Ambiente (regiones de Atacama y Coqumimbo), presentaron las diferentes figuras de protección marina a nivel nacional, con enfoque en la definición y usos que se podrían llevar a cabo en un AMCP-MU, para de este modo, despejar dudas y desconocimiento sobre la sobreposición de actividades pesqueras artesanales y el objetivo del área protegida. Posteriormente, se presentó el polígono final del AMCP-MU archipiélago de Humboldt, con los comentarios y observaciones reportadas durante la primera fase de talleres, excluyendo a las AMERBs del polígono del área protegida.

También se consensuaron y validaron los usos y actividades que se desarrollan principalmente en el borde costero y espacio marítimo del área, las amenazas presentes y los potenciales objetos de protección del área.

Las temáticas presentadas se reportan en el siguiente párrafo:

- Presentación del equipo consultor, equipo de la Seremi del Medio Ambiente (regiones de Atacama y Coquimbo) y de los participantes
- Presentación por parte del equipo consultor, de las etapas del proceso de creación de un AMPC-MU y posterior implementación de su plan de manejo.
- Presentación del polígono final del AMCP-MU archipiélago de Humboldt con exclusión de las AMERBs.

- Validación de las amenazas y objetos de protección del área.

En términos generales, si bien un número importante de participantes mostraron su conformidad al polígono final del AMCP-MU archipiélago de Humboldt, aún quedan dudas sobre el real uso que pudieran hacer los pescadores artesanales en las áreas de libre acceso. Se insiste en la desconfianza que resultó por el anterior proceso de creación de la Reserva Marina Choro y Damas y las consecuencias que derivaron tras la designación de dicho espacio, restringiendo el uso pesquero a un número importante de usuarios.

Los asistentes comentan sobre los usos que actualmente se realizan en el área de influencia del AMCP-MU, destacando las actividades pesqueras artesanales e industriales, actividades recreativas, de cabojate y transporte marítimo, de investigación y documental, turísticas, entre otras. Importante mencionar, para los sectores de Chungungo y Chañaral de Aceituno, la ejecución de un proyecto de “Planta Desaladora”, actividad que va en apoyo y en pro del desarrollo de dichos sectores y que se debería tener en cuenta para no dificultar su operación posterior a la creación del AMCP-MU.

En relación a los objetos de protección, se validan los componentes propuestos y que se especifican en el capítulo 9 del presente informe: 1. Hábitat intermareal y submareal que alberga una diversidad de especies hidrobiológicas y recursos bentónicos pesqueros. 2. Zonas de alimentación y nidificación de aves. 3. Zonas de alimentación y reproducción de mamíferos marinos. Por último, permanecen las diferencias sobre la figura de creación del AMCP-MU y las localidades costeras del área de influencia, con una aprobación de la figura de conservación en las localidades centro y norte del área (desde el sector de Caleta Los Burros hasta Caleta Chungungo) y una preocupación en las localidades del sector sur del área (caleta de Totoralillo Norte y Caleta Hornos), ya que que podría ir en contra de sus aspiraciones de levantar la economía local, ya sea por la desafectación de futuras actividades industriales o por el riesgo de perder el derecho de uso pesquero sobre sus AMERBs o áreas de libre acceso.

A



B



C

D





E



F



G



2º Etapa de talleres participativos de socialización, levantamiento de información y validación del proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”. A). Caleta Los Burros; B). Chañaral de Aceituno; C). Caleta Punta Choros; D). Pueblo Los Choros; E). Caleta Chungungo; F). Caleta Hornos y G). Caleta Tororalillo Norte.

Folio011512

Propuesta para la creación del Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos

La Higuera ~ Isla Chañaral

OCEANA

ÍNDICE

1. **INTRODUCCIÓN**.....5
2. **ANTECEDENTES GENERALES**.....7
2.1 Situación geográfica y caracterización de la costa.....7
2.2 Clima.....10
2.3 Oceanografía.....11
2.3.1 El Evento de El Niño y de La Niña o ENSO.....15
2.4 Representatividad de hábitats y de especies.....17
2.4.1 Mamíferos marinos.....19
2.4.2 Aves Marinas.....20
2.4.3 Peces.....20
2.4.4 Biodiversidad Bentónica.....20
2.4.5 Producción Primaria.....21
3. **ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS Y CULTURALES**.....22
3.1 Identificación y caracterización de usuarios de la zona costera.....22
3.1.1 Chañaral de Aceituno (ubicación Geográfica: LAT. S. 29º 04‘, LONG. W. 71º 13´):.....22
3.1.2 Punta de Choros (ubicación Geográfica: LAT. S. 29º 19‘LONG. W. 71º 30‘):.....23
3.1.3 Caleta Chungungo (ubicación geográfica: LAT. S. 29º 21‘, LONG. W. 71º 21‘):.....24
3.1.4 Caleta Totoralillo Norte (ubicación geográfica: LAT. S. 29º 28‘, LONG. W. 71º 20´): ...24
3.1.5 Caleta Los Hornos (ubicación geográfica: LAT. S. 29º 37‘, LONG. W. 71º 18´):.....24
3.2 Usos actuales y potenciales en el área y zona de influencia 24
3.2.1 Turismo.....24
3.2.2 Pesca artesanal.....25
3.2.3 Acuicultura 27
3.3 Zonificación 27
3.4 Amenazas 32
3.4.2 Instalación de Plantas Termoeléctricas.....33
3.4.3 Perforaciones Industriales en las 5 millas Reservadas a la Pesca Artesanal.....37
4. **FUNDAMENTACIÓN GENERAL PARA PROPONER UN ÁREA MARINA COSTERA PROTEGIDA DE MÚLTIPLES USOS** 39
4.1. Objetos de Conservación 39
4.1.1 Mamíferos Marinos.....43

4.1.2 Aves Marinas 46
4.1.3 Peces cartilaginosos 47
4.1.4 Peces Óseos 49
4.1.5 Biodiversidad Bentónica 50
4.1.6 Producción Primaria 51
4.1.7 Paisaje natural 52
4.2 Exclusividad 53
4.3 Servicios Ecosistémicos 55
4.3 Definición figura de conservación 57
4.4 Pertinencia del instrumento de protección propuesto 60
4.5 Análisis de actores locales 61
4.6 Incidencia de un Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) 62
4.6.1 Un AMCP-MU y su aporte a la actividad pesquera 62
4.6.2 El Aporte de un AMCP-MU al Sector Turístico 64
5. **ANÁLISIS ESTRATÉGICO** 67
5.1. Fortalezas 67
5.2 Oportunidades 69
5. 3 Debilidades 70
5.4 Amenazas 70
5.5 Análisis FODA 72
6. **RECOMENDACIONES FINALES** 73
7. **REFERENCIAS** 75

RESUMEN EJECUTIVO

El siguiente informe entrega los principales argumentos científicos y socioeconómicos que justifican la declaración de un Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU), que se extiende desde Freirina, en el sur de la región de Atacama, hasta el norte de la región de Coquimbo, específicamente hasta el límite de las comunas de La Higuera y La Serena, abarcando una superficie total de 3.423 km^2.

El área que se propone proteger se encuentra dentro del Sistema de la Corriente de Humboldt (SCH), siendo una de las tres zonas más importantes de surgencia en el centro-norte del litoral chileno y, por lo tanto, una de las áreas de mayor biodiversidad marina y productividad en nuestro país. Alberga una gran variedad de mamíferos y aves marinas, peces, moluscos, algas y corales, los que conforman un ecosistema marino excepcional. Se han identificado 96 especies, hábitats y procesos relevantes para la conservación, los que se agruparon de acuerdo a la metodología de estándares abiertos en siete Objetos de Conservación. Además, alberga parte de la colonia más grande a nivel mundial del pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*) y sus zonas principales de alimentación durante la etapa de reproducción.

Por otro lado, esta parte del litoral se encuentra habitada por diversas comunidades que han convivido durante años en forma armónica con el medio ambiente que les rodea, aprovechando los recursos que éste les ofrece para desarrollar actividades pesqueras, áreas de manejo, turismo y agricultura, siempre con miras a practicarlas de forma sustentable.

Actualmente, la posible instalación de proyectos minero-portuarios, y las perforaciones de la flota industrial arrastrera dentro de las cinco millas de uso exclusivo de la pesca artesanal, constituyen dos amenazas que se ciernen sobre las comunidades locales y sobre los ecosistemas de los cuales se sustentan, y que han movilizado a diversos actores de la sociedad civil para promover alguna figura de protección permanente, como un Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU).

Un AMCP-MU es la herramienta de gestión ambiental y territorial más eficiente para entregar protección y fomentar el desarrollo de actividades económicas de bajo impacto al medio ambiente. El AMCP-MU La Higuera – Isla Chañaral regularía los distintos usos que se podrían dar a la zona declarada, permitiendo solo el desarrollo de actividades compatibles con la conservación, es decir, aquellas que no provoquen grandes impactos sobre los ecosistemas o las especies, como la pesca artesanal, la extracción de recursos bentónicos, el turismo sustentable y la agricultura.

1. INTRODUCCIÓN

Entre la zona sur de la Región de Atacama y la zona norte de la Región de Coquimbo se encuentra una de las áreas de mayor biodiversidad marina y productividad de nuestro país. Este borde costero y su archipiélago de islotes albergan una importante cantidad de especies marinas que conforman un ecosistema marino excepcional. Por este motivo, en 1990 se declaró la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, protegiendo parte de la zona donde habita el 80% de la población de pingüino de Humboldt a nivel mundial (Wallace & Araya, 2015). Posteriormente, en 2005 se crearon las reservas marinas de Chañaral e Isla Choros y Damas, resaltando la importancia ecológica de esta zona y su preservación.

Por otro lado, existen numerosas comunidades asentadas en esta parte del litoral que han convivido durante años de forma armónica con el medioambiente, ya sea a través de la actividad pesquera, del turismo o de la agricultura, respetando el entorno y haciendo uso del medio de manera sustentable.

Lamentablemente, la posible instalación de industrias de alto impacto ambiental constituye una seria amenaza continua para la conservación de este valioso ecosistema y las fuentes de trabajo de las comunidades costeras.

En octubre de 2007 Codelco presentó el Estudio de Impacto Ambiental de Farellones, un proyecto termoeléctrico a carbón que consideraba dos centrales de 400 MW cada una. Pocos meses después, a principios de 2008, la empresa Suez Energy anunciaba Barrancones, otra central termoeléctrica con una capacidad de 540 MW. Finalmente, un tercer proyecto carbonífero, Cruz Grande, del grupo CAP, entraba a tramitación ambiental el 6 de junio de 2008, el cual contemplaba una planta de generación termoeléctrica de 300 MW.

Ante la situación, los habitantes de La Higuera comenzaron a organizarse en la defensa de su hábitat y uno a uno los proyectos fueron cayendo sin lograr concretarse. Las características medioambientales únicas de esta zona fue la principal motivación para buscar proteger las costas de La Higuera.

No se presentaron más proyectos termoeléctricos, sin embargo, en agosto de 2012 CAP Minería ingresó a evaluación ambiental el proyecto puerto minero Cruz Grande, una inversión de US$250 millones que se ubicaría en Punta Mostacilla y permitiría el embarque de más de 13 millones de toneladas de mineral al año. Un año más tarde, en septiembre de 2013, la empresa Andes Iron ingresa el proyecto Dominga a evaluación ambiental. Compuesto por una mina y un puerto marino, que se ubicaría a apenas 10 kilómetros de Cruz Grande, Dominga produciría 12 millones de toneladas de concentrado de hierro y 150 mil toneladas de concentrado de cobre al año, con

una inversión estimada en 2 mil millones de dólares y una vida útil de solo 22 años. La terminal de embarque se ubicaría cerca de Totoralillo Norte.

Con ambos proyectos en proceso de evaluación ambiental, nuevamente se generó una gran polémica debido a la amenaza que significaban para la zona. Mientras Cruz Grande concluyó con éxito el proceso de evaluación y recibió la venia para su construcción, el proyecto minero portuario Dominga fue rechazado y Andes Iron, su titular, reclamó a dicha decisión en Tribunales Ambientales.

Debido a las características de la zona y sus potenciales amenazas, en 2010 OCEANA presentó una propuesta para la creación de un Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU), con el objetivo de conservar la riqueza y el valor de esta zona costera ubicada entre las regiones de Atacama y Coquimbo, al mismo tiempo que se desarrolla una actividad económica sustentable en la zona. La propuesta fue revisada por el Ministerio de Medio Ambiente, quien realizó observaciones y aplicó la metodología de estándares abiertos para definir y clasificar los Objetos de Conservación que ahora se incluyen en la propuesta.

El presente documento es una actualización de la propuesta de OCEANA, donde se entregan antecedentes científicos relevantes para justificar la declaración de un AMCP – MU de acuerdo a la literatura científica de los últimos años, las observaciones que el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) realizó a la propuesta inicial de OCEANA y la síntesis de informes y percepciones sociales asociadas a la implementación de herramientas de conservación.

2. ANTECEDENTES GENERALES

2.1 Situación geográfica y caracterización de la costa

El área que se propone como Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) abarca la fracción marítima desde Punta Pájaros, ubicada al norte de Caleta Chañaral de Aceituno, en la región de Atacama, hasta Punta Poroto, ubicada al sur de Caleta Los Hornos y de la Comuna de La Higuera, en la región de Coquimbo (Figuras 1 y 2), además de la fracción terrestre de islas e islotes y una franja de tierra costera frente a la porción de mar. Esta propuesta comprende una superficie marítima de 3.423 km^2 y una línea costera de unos 294 km en el continente (Tabla 1).

Tabla 1 Dimensiones de la propuesta AMCP-MU La Higuera

Región	Superficie (km^2)
Atacama	828
Coquimbo	2595
Total AMCP-MU	3423

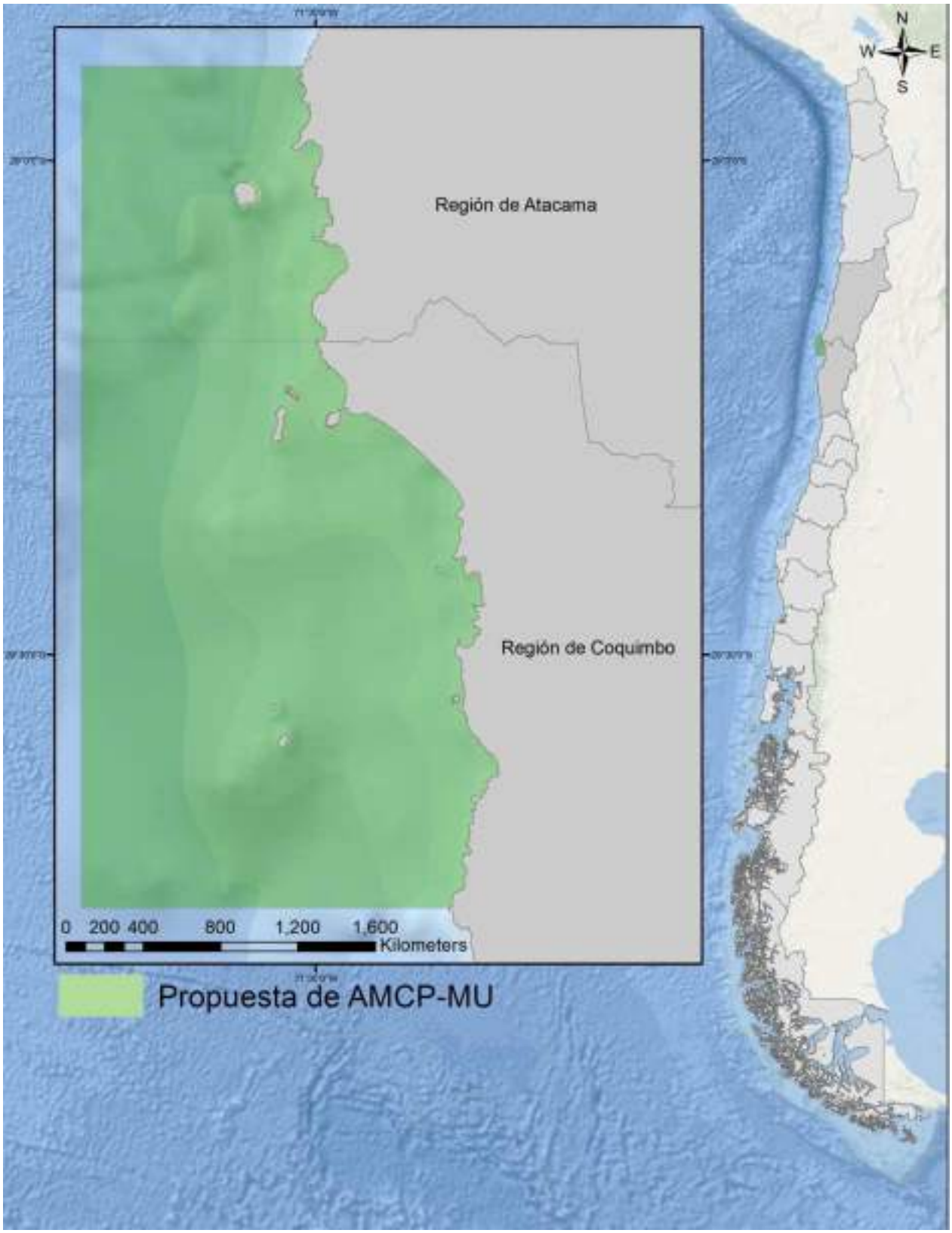


Figura 1. Ubicación en Chile del área propuesta

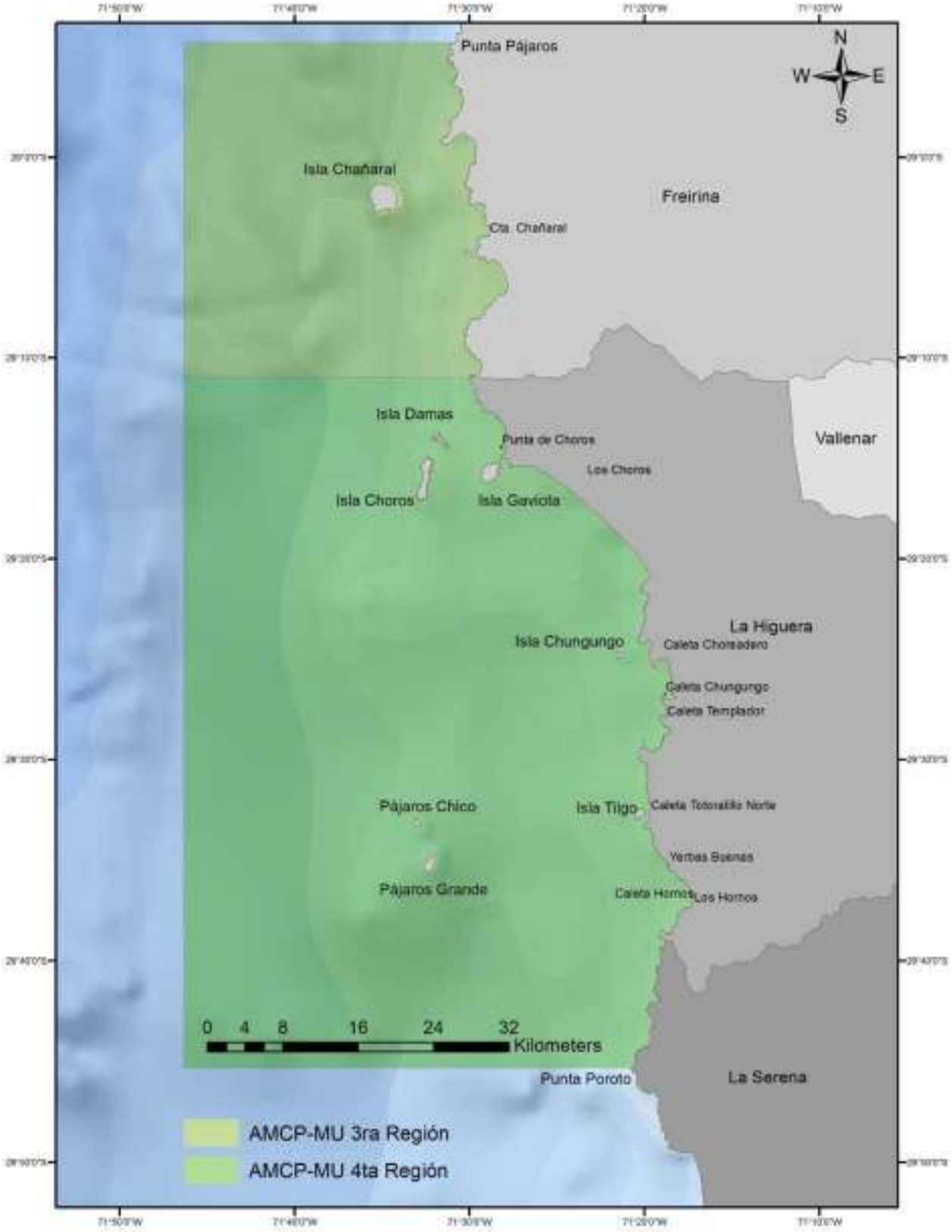


Figura 2. Mapa detallado del área propuesta

El área entre isla Chañaral e Islote Pájaros forma parte de la Bahía Grande de Coquimbo. Esta bahía se caracteriza por la presencia de una línea costera altamente accidentada con numerosas bahías pequeñas, extendiéndose entre la ciudad de Coquimbo y Punta Lengua de Vaca. Desde la costa se extiende una estrecha plataforma continental y en el borde norte la presencia de la isla Chañaral y las islas Choros y Damas genera una barrera submarina que genera una bahía semi-cerrada en el norte y abierta en el sur (Fonseca & Farías, 1987; Moraga *et al.* 1994, Thiel *et al*. 2007). Las características geomorfológicas de la línea costera y de las islas e islotes, más la batimetría e información sobre los sedimentos son entregados por los resultados de los proyectos FIP 2006-56, incluyendo una descripción de las playas de la zona y sus distintos tipos de hábitats.

Chañaral es la isla más grande con una superficie de 6,55 km² (655 ha), es seguida en tamaño por la isla Choros, de 2,92 km² (292 ha), con el oeste y sur de la isla altamente expuesta al oleaje y protegida en la punta norte y el sector este. Las pendientes de la isla oscilan entre el 1% y 7% en el lado norte y entre 6% y 12% en el sur y suroeste (FIP 2006-56). La Isla Damas posee una superficie de 0,63 km² (60,3 ha). Además, hacia el sur se encuentran los islotes Pájaros grande y Pájaros chico, y el Bajo el Toro, ubicado entre los islotes Pájaros y las islas Choros – Damas.

La bahía se caracteriza por la presencia de terrazas marinas, cinco niveles escalonados, descritos por Paskoff (1993) que fueron esculpidos desde la Formación Coquimbo (Plioceno MedioSuperior), durante el Pleistoceno, hasta el Holoceno, en el nivel denominado por el autor como Veguense. Estos niveles de terrazas están constituidos por rodados principalmente, arenas, sedimentos biogénicos y arcillas (Soto *et al*. 2015).

2.2 Clima

La región de Coquimbo constituye una zona de transición del ambiente desértico hacia condiciones de mayor humedad, caracterizada por la aridez derivada de escasas e irregulares precipitaciones y los denominados valles transversales que, de cordillera a mar, influyen sobre las condiciones de agua, suelo y clima (Díaz, 2011).

El clima predominante alrededor de Coquimbo es el de estepa cálida, presentando matices como el costero o nuboso en el litoral, y estepárico cálido en el interior. Las precipitaciones son escasas en esta región y no superan los 300 mm anuales, siendo un área sometida al Anticiclón del Pacífico, que se ve alterada por el Fenómeno El Niño (Soto *et al*. 2015).

Según la Dirección Meteorológica de Chile, los últimos 20 años se han caracterizado por extensos períodos de sequía, que han sido interrumpidos en forma esporádica por intensos aluviones. Las lluvias más intensas se registraron en los años previos a la década del 70, con 133,3 mm/año. Las

neblinas permanentes durante todo el año generan en la costa un microclima húmedo que permite la existencia de abundante vegetación, sin embargo, esto es más típico al sur de Tongoy, donde la costa se presenta abrupta y relativamente alta. Además, existe una estacionalidad térmica con una oscilación anual alrededor de 6,45ºC, siendo julio el mes más frío (10,8ºC) y enero el más cálido (17,25ºC). La oscilación térmica diaria es de 7,6ºC aproximadamente y la temperatura media mensual se mantiene sobre los 10ºC entre enero y diciembre.

Según el informe final del proyecto FIP 2006-56, se observa en toda la región, durante las cuatro estaciones del año, vientos predominantes de la dirección S-SW con magnitudes promedios en torno a 6 m/s, y con un máximo en el trimestre de primavera (septiembre-octubre-noviembre) y un mínimo en el trimestre de invierno (junio-julio-agosto). La mayor variabilidad de los vientos se nota en el trimestre de invierno y la menor en verano, con magnitudes máximas en torno a 22 m/s en primavera. Según Pizarro (1999) y Hormázabal *et al.* (2004) existen vientos (S-SW) en toda la región, favorables a la surgencia costera durante todo el año, con un máximo estacional en primavera.

Concluyendo la caracterización climática del área, según el libro de Biogeografía del Instituto Geográfico Militar (Quintanilla, 1990), nos encontramos en un sistema de carácter templado mesomórfico, cuyos límites son poco precisos debido a que corresponde a un área donde el ecotono (zona de transición entre dos ecosistemas) comprende desde las formas vegetales adaptadas a medios secos hasta las adaptadas a medios húmedos características de Chile austral.

2.3 Oceanografía

Esta zona se encuentra dentro del sistema de la corriente de Humboldt SCH (ó HCS, Humboldt Current System en inglés) y es una de las tres zonas más importantes de surgencia en el centro-norte del litoral chileno (Thiel *et al*. 2007).

Concretamente, la bahía de Coquimbo se ubica dentro de la región de transición templada del SCH y es una de las tres zonas más importantes de afloramiento o surgencia en el centro–norte de Chile, resultando en aguas altamente productivas de fitoplancton y de zooplancton (Thiel *et al*. 2007). La oceanografía general del SCH se caracteriza por un flujo predominante de aguas superficiales de origen subantártico con surgencias fuertes de aguas frías sub-superficiales de origen del ecuador ricas en nutrientes. Los procesos de surgencia o afloramiento en la zona centro–norte son principalmente constantes y no acoplados a las estaciones del año (Thiel *et al.* 2007) mientras que las diferentes zonas de surgencias se encuentran separadas por sectores con surgencias menores o esporádicas.

Según los resultados del proyecto FIP 2006-56 la composición de las masas de aguas y las temperaturas del mar por lo general expresan ciclos estacionales bien pronunciados, típicos para una zona de transición templada del SCH. La salinidad presenta valores entre 34,5 psu de mínima y 34,8 psu de máxima en isla Chañaral, y de 34,1 psu de mínima y 35,1 de máxima en las islas Choros – Damas. Sin embargo, existe una alta variabilidad espacial y temporal de las condiciones térmicas y salinas, debido a la proximidad del foco de surgencia cerca de Punta de Choros y la complejidad de la topografía, producto de la presencia de las islas y de una línea de costa accidentada.

Según datos históricos obtenidos en el marco de los monitoreos de los recursos camarón y langostino, y de otros estudios relacionados con las aves marinas más las mediciones durante el proyecto FIP 2006-56 (Lat. 29º 25', Long. 71º 23' 05), la temperatura superficial alcanza alrededor de las islas Choros y Damas en promedio una máxima de 18° C en verano y mínimas alrededor de 12° C en invierno. Como efecto de la surgencia, las temperaturas más bajas se registran comúnmente durante la primavera y cerca de la costa, mientras que en verano se forma una termoclina[1] estacional. Los registros de temperatura en el área indican que existe un enfriamiento de las aguas en el invierno, situación que se comienza a manifestar desde el otoño. Mediante procesos convectivos[2] el enfriamiento se desplaza desde la superficie hacia el fondo hasta que la termoclina desaparece y se produce una columna de agua con poca variación térmica de un rango de 1° C entre superficie y fondo, con valores superficiales alrededor de los 12°C y de los 11,5°C cerca del fondo. Durante la primavera el agua se calienta sucesivamente, también mediante procesos convectivos, hasta que las temperaturas superficiales presentan valores de 14,5°C en primavera, aumentando hasta cerca de los 19° C en verano. Las aguas cerca del fondo se mantienen frías con fluctuaciones entre 11,5°C en primavera y 12,5°C en verano. Según Peñalver (2005) la termoclina en la zona presenta poca variación dentro de la columna de agua, producto de un levantamiento de las isotermas[3] cerca de las islas, relacionados a los efectos de la topografía del relieve de fondo y la baja magnitud de los vientos, resultando en una estructura vertical estratificada, con una capa de mezcla poco profunda. Según los autores del proyecto FIP 2006-56 es evidente que "en toda la zona se produce un importante cambio de la energía calórica

[1] La termoclina (raramente metalimnion) es una capa dentro de un cuerpo de agua o aire donde la temperatura cambia rápidamente con la profundidad o altura.

[2] La convección es una de las tres formas de transferencia de calor y se caracteriza porque se produce por intermedio de un fluido (aire, agua) que transporta el calor entre zonas con diferentes temperaturas. La *convección* se produce únicamente por medio de materiales fluidos. Éstos, al calentarse, aumentan de volumen y, por lo tanto, su densidad disminuye y ascienden desplazando el fluido que se encuentra en la parte superior y que está a menor temperatura. Lo que se llama *convección* en sí, es el transporte de calor por medio de las corrientes ascendente y descendente del fluido.

[3] La isoterma es una curva que une los puntos, en un plano cartográfico, que presentan las mismas temperaturas en la unidad de tiempo considerada. Así, para una misma área, se pueden diseñar un gran número de planos con isotermas, por ejemplo: Isotermas de la temperatura media de largo periodo del mes de enero, de febrero, etc., o las isotermas de las temperaturas medias anuales.

dentro de la columna de agua, inducida por el intercambio de la atmósfera con los procesos de calentamiento y enfriamiento del agua asociados a los ciclos estacionales".

La salinidad como principal indicador de las masas de agua es uno de los parámetros más importantes en esta zona. Como la temperatura, la salinidad presenta cambios estacionales, más pronunciados en la superficie, variando entre 34,3 psu en las épocas de verano – otoño, a valores >34,8 psu en los meses de invierno primavera. Bajo los 50 m de profundidad se produce un aumento de estos valores a máximos cercanos a los 35 psu. Según los datos históricos de la zona, con registros de 1992, 1999, 2002, 2005 y 2006 los valores de salinidad oscilan entre los 34,3 y 34,8, con valores ocasionalmente próximos a los 35 psu, y se puede concluir que las masas de Agua Ecuatorial Sub-Superficial (AESS) con salinidades mayores a 34,7 psu, dominan, principalmente en las épocas de invierno – primavera. Al contrario, durante los meses de verano – otoño la masa de Agua Sub-Antártica (ASSA) con salinidades entre los 34 y los 34,7 psu es dominante. Los autores del proyecto FIP 2006-56 dejan claro "que valores cercanos a 35 psu observados cercanos al fondo confirman el proceso de intrusión de aguas salinas y no un cambio de masas de agua".

Esta observación y la anterior sobre los procesos calóricos son indicadores importantes para manifestar una protección del área y sus ecosistemas marinos frente a proyectos que pretenden implementar plantas termoeléctricas dentro de la bahía de Coquimbo. No existe ninguna duda – ni por parte de los científicos ni por la propia industria - que las aguas cálidas provenientes del enfriamiento desde dichas plantas aumentan significativamente la temperatura del mar. Como los datos anteriores señalan, no existe un intercambio significativo de las masas de agua con el océano y en consecuencia un aumento de las temperaturas del mar inducido por aguas de enfriamiento significará un impacto que supera los efectos que se producen naturalmente durante El Niño fuerte, cuyos impactos a los ecosistemas marinos se explican al final de este capítulo.

Por lo general las corrientes marinas del área demuestran un flujo en dirección hacia el norte de la bahía, como resultado de la influencia del SCH que se dirige desde el sur de Chile en paralelo a la costa en dirección norte; y como resultado de la barrera submarina formada por las islas Chañaral y Choros – Damas este flujo se desvía hacia el mar abierto en el límite norte de la bahía de Coquimbo (Thiel *et al*. 2007).

Datos más precisos sobre el sistema de las corrientes en el área propuesta son entregados por las mediciones de un correntómetro acústico (ACM) y de un perfilador acústico de corrientes (ADCP), realizados en las cercanías de la isla Chañaral e islas Damas – Choros, en el período entre agosto de 2007 y enero de 2008 en el marco del proyecto FIP 2006-56. Los resultados de esta investigación indican un patrón de las corrientes relativamente complejo y variable,

especialmente en la superficie. Las corrientes de Isla Chañaral demuestran un patrón algo más definido espacial y estacionalmente, con un sistema de flujos y contra-flujos desde la costa hacia el mar abierto. Durante el invierno las mediciones más alejadas del continente mostraban un flujo invernal hacia el sur de ~25-30 cm/s, interrumpido por la presencia de isla Chañaral tanto en el norte como en la parte sur de la isla, y un flujo cercano a la costa continental disminuyéndose hacia el norte. En verano este patrón de corrientes varía levemente, pero no se presenta un cambio de dirección tanto cerca de la costa continental como en la parte sur de la isla Chañaral.

En el sector de las Islas Choros-Damas se observa un patrón similar, pero menos definido, sobre todo en invierno. En verano, y al este de las islas, se presenta un flujo norte con un máximo de ~30 cm/s al norte de Isla Damas. En promedio las corrientes en la capa superficial (entre ~4 y 45 m) muestran magnitudes relativamente pequeñas (~5-8 cm/s), lo cual es producto de la distribución vertical de las corrientes con flujos opuestos entre la superficie y el fondo, fenómeno que es menos frecuente en el sector de isla Chañaral.

La distribución vertical de las corrientes en todo el sector entre isla Chañaral e Islas Choros – Damas es variable en dirección y en magnitud producto de la complejidad de la estructura de las corrientes y la topografía de fondo. Bajo la capa superficial (>20 m de profundidad) las corrientes presentan máximos de velocidad con un flujo hacia el sur, que obviamente actúa conjuntamente con el viento (S-SW) predominante en la capa superficial.

Finalmente, cabe señalar que el patrón de corrientes -especialmente el que se da en la cercanía de las islas Damas-Choros- resulta en la retención de partículas en la columna de agua, un factor que explica la alta producción primaria del fitoplancton en la zona.

Sin embargo, se debe considerar que las mediciones del proyecto FIP 2006-56 se realizaron en condiciones de vientos débiles, y los mismos autores del informe final de este proyecto mencionan que es muy probable que en condiciones de vientos más intensas, las corrientes superficiales y subsuperficiales cambien de acuerdo a patrones dinámicos característicos para la zona. Como la surgencia costera es fundamental, se forman remolinos y filamentos, que son característicos en la región (Marín *et al.* 2003, 2007) siendo la topografía irregular un factor importante de este fenómeno (Leth & Shaffer, 2001; Hormazábal *et al.* 2004). También los autores señalan que la generación de estas estructuras se observa frecuentemente en las imágenes satelitales de temperatura y color superficial del mar en la zona.

2.3.1 El Evento de El Niño y de La Niña o ENSO

Los eventos naturales globales de El Niño y La Niña o más exacto la Oscilación del Sur ENSO (El Niño Southern Oscilation) se sobreponen a las condiciones oceanográficas locales, complicando cualquier predicción de procesos ecológicos a lo largo de la costa del país. Bajo condiciones de afloramiento se disminuye la corriente de Humboldt y masas de aguas frías bien oxigenadas emergen hacia las zonas eufóticas[4] donde empujan una fuerte producción primaria (Arntz & Fahrbach, 1991).

Son una parte importante de la dinámica de los sistemas de surgencia y probablemente muchas propiedades de estos ecosistemas se expliquen por la aparición de este fenómeno (Arntz & Valdivia, 1985) tal como existen estrechas relaciones entre los subsistemas pelágicos, demersales y bentónicos (Arntz & Valdivia, 1985; Arntz *et al*. 2006; Thiel *et al*. 2007). El fenómeno de El Niño o en términos científicos la Oscilación Sur de El Niño (El Niño-Southern Oscillation, ENSO, por sus siglas en inglés) ocurre desde hace más de once mil años y se caracteriza por el reemplazo de la surgencia de aguas frías, oxigenadas y nutritivas por masas de aguas cálidas de origen ecuatorial, con niveles de oxígeno más bajo y pobre de nutrientes (Thiel *et al.* 2007). Las consecuencias ecológicas más características son la disminución de la producción primaria, cambios en la composición y abundancia del zooplancton y cambios en la dinámica poblacional de peces. Hasta hoy se discute si este fenómeno significa solo una catástrofe tanto para la naturaleza como para el hombre o también aporta algunos beneficios económicos y ecológicos (Arntz & Fahrbach, 1991; Thiel *et al*. 2007).

El Niño ocurre comúnmente en ciclos de aproximadamente 5 años frente a las costas desde Ecuador hasta Chile y en el pasado causó la desaparición de muchos grupos taxonómicos (Arntz *et al*. 2006). Sin embargo, toda la investigación científica de las últimas décadas relacionada al ENSO y sus efectos deja muy claro que se trata más bien de una migración de especies y no de la eliminación de éstas. Los mejores ejemplos que confirman esta teoría se presentan en los eventos más fuertes y destacados como en los años 1982, 1983, 1997 y 1998, los cuales resultaron en una mortalidad enorme de aves y mamíferos marinos, dada la ausencia de sus fuentes alimenticias principales como la anchoveta. Sin embargo, las poblaciones de anchoveta sufrieron también de falta de alimento y disminuyeron, pero nunca desaparecieron, sino que- como muchas otras especies de peces pelágicos - la anchoveta se desplazó lejos de las costas hacia el océano (Arntz & Fahrbach, 1991).

[4] Se llama profundidad eufótica o nivel eufótico a la profundidad en la que la intensidad de la luz queda reducida a un 1% de la que ha penetrado la superficie, el límite por debajo del cual no queda lugar para la fotosíntesis. Algo de luz puede registrarse hasta 700 o más metros de profundidad, pero el límite de la zona eufótica, con luz suficiente para que haya algo de fotosíntesis, puede situarse a sólo unos decímetros, en aguas muy turbias de ríos y pantanos, o acercarse a los 200 m, que es el valor típico en las regiones tropicales de los océanos, de aguas muy transparentes.

Actualmente, fines del 2017, según el Centro de Predicciones Climáticas[5] existe una situación de "La Niña", dado que las anomalías en las temperaturas de la superficie del mar (SST por sus siglas en inglés) disminuyeron a través del Océano Pacífico central y ecuatorial (Figura 3).

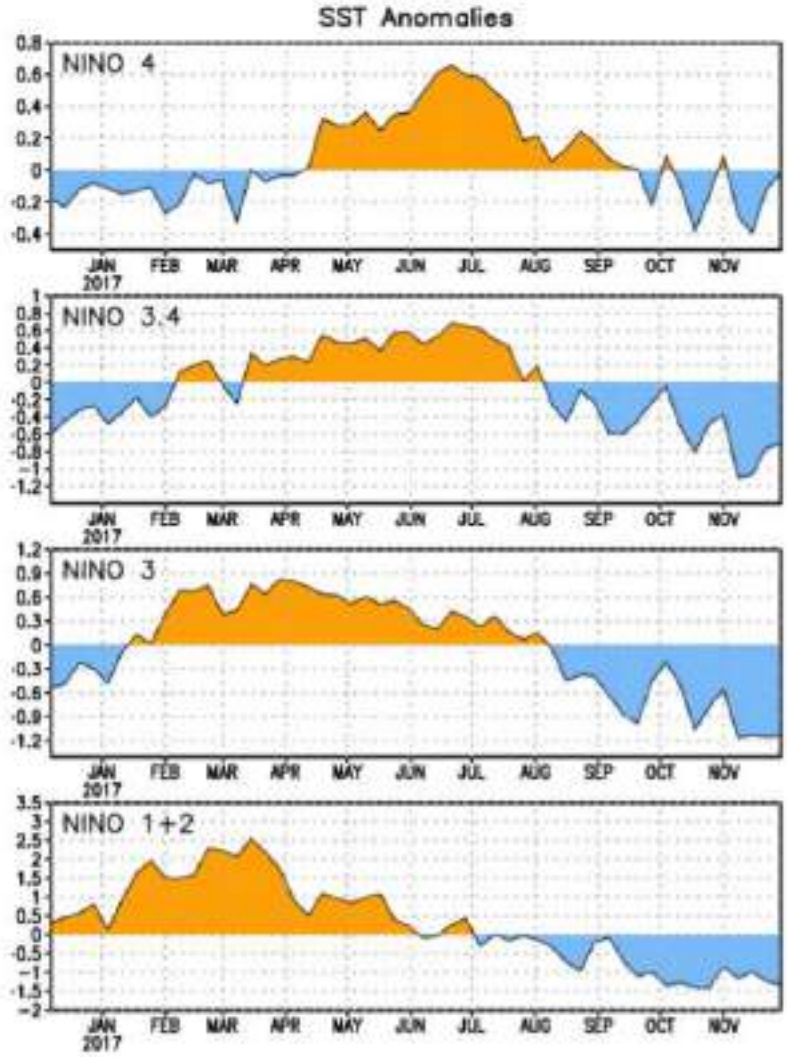


Figura 3. Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (SST) del Océano Pacifico y en la costa chilena

Hoy en día se debe además considerar el efecto del calentamiento global. Ya existe evidencia científica de que el cambio climático afecta la dinámica y los procesos de los sistemas de surgencia, por lo que se debería evitar cualquier impacto adicional antropogénico que pueda descalibrar adicionalmente estos sistemas muy sensibles (Thiel *et al*. 2007).

[5] http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/MJO/enso.shtml#discussion

En resumen, se puede concluir que tanto los efectos positivos como negativos de estos fenómenos siempre han impactado los ecosistemas marinos, la pesca artesanal y las poblaciones costeras.

Debido a su importancia para las pesquerías pelágicas y la extracción de recursos bentónicos, la bahía de Coquimbo se encuentra monitoreada de manera constante desde hace dos décadas en el marco de los proyectos del Fondo de Investigación Pesquera (FIP) de la Subsecretaría de Pesca (Subpesca) y de proyectos financiados por el Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA). Todos estos estudios pesqueros incluyen también aspectos de la oceanografía, de la biodiversidad, de la composición de los sedimentos, de la fauna acompañante de los recursos principales u objetivos, etc. que generan un mayor conocimiento y análisis de la zona.

La institución con más experiencia en los estudios de la fauna marina y de los recursos pesqueros de la bahía de Coquimbo es la Universidad Católica del Norte, (UCN). Solo por parte de ésta, y otras instituciones locales, existen más de 40 estudios o publicaciones, con múltiples trabajos relacionados con la ecología y la biodiversidad marina, especialmente sobre aves marinas e invertebrados bentónicos.

Muchos de estos estudios en oceanografía han servido como base para evaluar la implementación de herramientas de conservación en el área.

2.4 Representatividad de hábitats y de especies

La topografía de la bahía de Coquimbo con la barrera submarina que forman las islas en el norte de la bahía favorece la retención de los nutrientes y el crecimiento de la biomasa de fito y zooplancton, lo cual potencia la concentración y abundancia de organismos de todos los niveles tróficos de la cadena alimenticia. Los alrededores de las islas Choros y Damas representan una de las zonas más importantes de surgencia dentro del SCH y de las costas chilenas (Thiel *et al*. 2007). La importancia ecológica y la alta riqueza de especies en esta área particular es el resultado de la retención de nutrientes y del zooplancton al sur de las islas Choros y Damas, generándose alimento para una alta variedad de organismos pelágicos y bentónicos. Además, el área significa una zona de crianza para las especies claves de la cadena trófica pelágica del SCH; entre ellas la anchoveta, el pingüino de Humboldt, los lobos marinos y numerosos recursos pesqueros.

Se han registrado en la zona entre 400 y 500 especies, compuestas de invertebrados planctónicos y bentónicos, peces, aves, mamíferos y micro- y macroalgas, de las cuales al menos 100 (25%) se consideran como especies de importancia ecológica.

Dentro del área destaca la presencia de gran parte de la colonia más grande de pingüino de Humboldt en el mundo, con cerca del 80% de los individuos de la población mundial (Wallace & Araya, 2015), también la presencia del yunco, lile, guanay y del piquero (Vilina *et al*. 1999; Simeone *et al*. 2003; Luna-Jorquera 2012).

Todas las especies de condrictios registrados entre los 28° y 30°S se encuentran en el área y sus alrededores, y 45 especies de peces de teleósteos que representan aproximadamente el 50 % de los peces conocidos en la zona norte de Chile y el 32 % de la ictiofauna chilena (Ojeda *et al*. 2000).

Los bosques de macroalgas del submareal del área propuesta, en los que dominan *Lessonia nigrescens* y *L. trabeculata* representan uno de los hábitats más típicos de las costas de América Latina de playas con rocas expuestas al oleaje (Santelices *et al*. 1980) y de la costa chilena entre los 20° y 40°S. Estos bosques de macroalgas representan uno de las componentes más importantes dentro de los ecosistemas marinos (Dayton, 1975), ya que generan una alta diversidad de especies tanto de aquellas que se aprovechan del espacio y la protección que ofrecen estas macroalgas, como de aquellas que se alimentan de estas algas. En el área solicitada, dentro de los hábitats de macroalgas se encuentran hasta 35 de las 190 especies macro-bentónicas presentes (20%).

El conocimiento sobre la biodiversidad alrededor de las islas Chañaral y Choros–Damas ha sido profundizado durante los últimos años y los resultados de estas investigaciones han cambiado drásticamente la imagen del sector desde una zona de baja diversidad de fauna marina a un ecosistema con estructuras complejas y con alta riqueza de especies especialmente de invertebrados marinos. El notable aumento de estudios sobre la fauna marina y los ecosistemas marinos de Chile durante los últimos años se explica en parte por la expansión del uso del borde costero y la urgencia de conocer la fauna presente (Escribano *et al*. 2003).

Para describir la diversidad del área propuesta se consideraron los resultados de los proyectos de la Universidad Católica del Norte (UCN) y el Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA) para los diagnósticos de la implementación de una reserva marina Isla Choros y línea base de las Reservas isla Chañaral y Choros - Damas (BIP 30006824-0 y FIP 2006-56), resultados de varios proyectos FIP, relacionados a la investigación pesquera, numerosas tesis de pre- y postgrado y otras publicaciones científicas sobre los ecosistemas y la fauna marina de la zona centro–norte.

Los estudios disponibles para describir la diversidad de la fauna bentónica del área abarcan la zona completa desde el intermareal hasta los 80 metros de profundidad alrededor de las islas Chañaral, Choros–Damas, y una fracción importante y representativa del islote Pájaros. A estas áreas se suman aquellas zonas en el área de uso por la pesca artesanal y también las Áreas de

Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) y la zona de la pesca de arrastre de crustáceos demersales. En cuanto a la fauna de aves y peces se cuenta con toda la información de los proyectos de la UCN acerca de la fauna de las islas Chañaral, Choros–Damas, Islas Pájaros 1 y 2 e islotes Tilgo, Chungungo y Totoralillo; además de numerosos trabajos de tesis y datos de otras ONGs.

OCEANA por su parte, realizó desde el 2009 al 2017, cinco expediciones con un robot submarino para documentar visualmente la fauna bentónica alrededor de las islas Chañaral, Choros–Damas los islotes Pájaros y además al Bajo El Toro hasta profundidades de 300 m. El equipo de buceo de OCEANA ha generado fotografías de alta resolución para mostrar la vida marina de los distintos tipos de hábitat alrededor de las islas Chañaral y Choros–Damas durante 2009, 2010 y 2012.

Considerando toda la información disponible, incluyendo datos sobre el fito y zooplancton, se encuentran desde 352 hasta 560 especies marinas dentro del área solicitada. Estas cifras y su variación se calcularon en base a las especies registradas en forma permanente o temporal (mamíferos y aves) dentro del área. Para el plancton este cálculo incluye sólo aquellas especies con registros confirmados en el área de estudio (fitoplancton) o considerados como las más frecuentes o importantes (zooplancton).

Los grupos más diversos representan a 187 especies macro-bentónicas (macroalgas e invertebrados), 122 especies de aves, 21 especies de mamíferos marinos y 68 especies de peces. Muchas de estas especies se encuentran en un estado vulnerable y algunos incluso, en peligro de extinción según el listado de la UICN. Otras especies poseen un valor importante dado su rol ecológico, pero también como recursos pesqueros. En el bentos, un 33% de las especies cumplen un rol ecológico fundamental como bio-ingenieros, por ejemplo, las macroalgas, los hidrocorales y las esponjas, y también un número considerable de estas especies son recursos importantes para la pesca artesanal.

2.4.1 Mamíferos marinos

La presencia de 21 especies de mamíferos marinos y entre ellos, la colonia de delfines nariz de botella residente del área, convierten a la zona de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt como el hot spot más importante de la zona norte y central de Chile para la observación, estudio y conservación de estos grupos taxonómicos (Capella *et al*. 1999; Pérez & Moraga 2005; Thiel *et al*. 2007; Flores *obs. pers;* Toro *et al*. 2016). En este sentido, sólo podría compararse con el Golfo de Corcovado en la X región y el Parque Marino Francisco Coloane en la región de Magallanes, en relación a la observación de mamíferos marinos, sin embargo, ninguno de los lugares mencionados anteriormente posee la riqueza y las condiciones ambientales de la zona de la bahía grande de Coquimbo, sumado además que estos sitios son accesibles sólo durante el verano.

2.4.2 Aves Marinas

En el área se han registrado 122 especies de aves, lo cual muestra una alta diversidad de aves y hace de este lugar un sitio altamente representativo de la avifauna marina y terrestre de la zona centro-norte del país. Si a esto, sumamos el hecho que, durante los meses de invierno, las especies de aves marinas australes utilizan esta zona como sitio de alimentación y crianza, esta área se convierte en un lugar prioritario para la conservación de las aves. Si bien las especies registradas para el área presentan, en general, un amplio rango de distribución geográfica, la presencia de las principales colonias de nidificación para el pingüino de Humboldt, yunco, piquero y otras aves marinas y terrestres hacen de este un lugar único en las costas de nuestro país (Vilina *et al*. 1994; Hertel *et al.* 2005; Luna-Jorquera *et al*. 2005; CONAF, no publicado).

2.4.3 Peces

Las 68 especies de peces presentes en el área, corresponden aproximadamente al 50 % de los peces conocidos en la zona norte de Chile y 32 % de la ictiofauna chilena. Destaca la alta presencia de los condrictios con un total de 18 especies de tiburones, lo que significa que todas estas especies conocidas en el norte de Chile se encuentran en el área, y junto con las 5 especies de rayas representando un 64 % de todos los condrictios registrados en aguas chilenas.
La anchoveta es posiblemente la especie fundamental del sistema pelágico del SCH. En el área se encuentra una biomasa considerablemente alta y distribuida de manera casi homogénea. Considerando su importante rol como alimento principal para numerosas especies, se puede interpretar la distribución especial presentada con valores de la abundancia más altos al norte de la isla Chañaral y al sur de islas Pájaros y valores más bajos entre las islas como resultado de una fuerte presión por depredadores en el resto del área, considerando que no existe una fuerte presión pesquera en el área.
El resto de las especies de la ictiofauna representa a todos los recursos importantes de la pesca artesanal del litoral central y norte. Considerando la alta biomasa planctónica se debe apreciar también al área como una importante zona de reproducción y de reclutamiento.

2.4.4 Biodiversidad Bentónica

Según los resultados del FIP 2006-56, gran parte de la fauna bentónica del área es representativa de las costas desde Puerto Montt hasta Arica. Camus (2001) recopiló toda la información biogeográfica disponible sobre distintos grupos de invertebrados; solo para los briozoos existe una separación de la composición de especies entre 28° y 32°S, lo que significa una fauna especial de briozoos en este sector. El bentos del área es representativo del centro-norte del país. Camus (2001) llega a la conclusión que Coquimbo significa un límite geográfico significativo para especies marinas en Chile.
Escribano *et al*. (2003) señalan un total de 1.597 especies de invertebrados [Porifera, Anthozoa, Polychaeta, Mollusca (Polyplacophora, Gastropoda, Bivalvia), Crustacea (Cirripedia, Amphipoda, Isopoda, Brachyura, Anomura), Echinodermata (Asteriodea, Ophiuroidea, Echinoidea,

Holothuroidea), y Ascidiacea] presentes entre 18º y 55ºS y Santelices (1980) de 508 especies de macroalgas. Considerando esa información, las 158 especies de invertebrados representan el 10% de la fauna bentónica chilena.

En el bentos por lo menos 10% de las especies cumplen un rol ecológico fundamental como bio-ingenieros (corales y esponjas), generando una alta diversidad de especies acompañantes. Dentro de estos bio-ingenieros destacan las colonias de gorgonias, presentes en forma de parches alrededor de cada isla. Aparte de ser especies vulnerables según la UICN y su alta importancia ecológica, los jardines de gorgonias en los alrededores de las islas representan un atractivo para el ecoturismo de buceo. Lugares similares con arrecifes de gorgonias, anémonas de mar, otros corales y esponjas se encuentran en Chile, por ejemplo, alrededor de Isla de Pascua, en Juan Fernández y en los fiordos australes.
Uno de los invertebrados bentónicos típicos del SCH es el loco *Concholepas concholepas* (abalón chileno); el cual tiene un alto valor de mercado nacional e internacional. Los estudios de Castilla y Paine (1987) y de Stotz (1997) indican, por un lado, su importancia ecológica como depredador tope del intermareal, y por otro, su importancia para la pesca artesanal. Según Thiel *et al*. (2007) el sector alrededor de Punta Choros es una zona de alta retención de larvas de este molusco, abundante en toda la costa centro-norte, y además, de intensos reclutamientos.

Otros recursos bentónicos importantes del Sistema de Corrientes de Humboldt y del área son las tres especies de langostinos, langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*), langostino amarillo (*Cervimunida johni*) y camarón nailon (*Heterocarpus reedi*), distribuidos entre la I y VIII regiones, siendo el recurso objetivo de la flota pesquera industrial más que de la pesca artesanal (Zilleruelo *et al*. 2015). Sin embargo, los focos de abundancia de estos pequeños crustáceos en el área representan una biomasa inferior a otros lugares y regiones (FIP 2008-16). Por otro lado, cumplen un rol importante de alimento para peces, mamíferos y aves marinos.

2.4.5 Producción Primaria

Existe una distribución muy homogénea de especies fitoplanctónicas en la zona comprendida desde el centro al norte de Chile (Thiel *et al*. 2007). Las variaciones en la composición de las especies se generan más que nada por los cambios en las condiciones oceanográficas físicas como la temperatura del agua durante las distintas estaciones del año. Además, la composición y biomasa planctónica puede cambiar drásticamente bajo eventos del ENSO (Ruttland & Montecinos, 2002), cambiando la composición del fitoplancton desde especies microplanctónicos a especies del pico y nanoplancton (Iriarte & Gonzalez, 2004). Pauly & Christensen (1995), indican a la producción primaria del fitoplancton como la clave para sostener las pesquerías pelágicas del mundo, señalando que los valores más altos de la biomasa fitoplanctónica se encuentran en los sistemas de surgencia. Actualmente se señala un promedio de 876 $mgCm^2$día para el SCH (proyecto Sea Aroundus; seaaroundus.org).

3. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS Y CULTURALES

Aledaña a esta zona de alta productividad y biodiversidad, se han desarrollado históricamente asentamientos de comunidades que han trabajado en el uso del territorio, marino y terrestre, como fuente de su economía. Para entender bien el contexto territorial, es necesario tener en cuenta el contexto socio-económico, integrando todos los actores que son parte y se relacionan con este ambiente, dado que, ellos son quienes conviven en el territorio y quienes convivirán con cualquier tipo de decisión que se tome al respecto.

3.1 Identificación y caracterización de usuarios de la zona costera

A continuación, se presentan las diferentes caletas ubicadas en la costa del área propuesta como Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU):

3.1.1 Chañaral de Aceituno (ubicación Geográfica: LAT. S. 29º 04‘, LONG. W. 71º 13´):

Las Caletas Chañaral de Aceituno y Carrizalillo se encuentran ubicadas en la comuna de Freirina, Provincia del Huasco, 50 km al sur de la Región de Atacama, al suroeste de Vallenar. La Caleta tiene red de agua potable y electricidad a nivel domiciliario sin embargo hay ausencia de alumbrado público. La red comunicacional es deficitaria: la telefonía fija es inexistente y sólo una compañía de telefonía celular tiene cobertura.
En esta localidad se encuentra la Isla de Chañaral, la más grande de las que conforman la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt.
En la Caleta existen tres grupos organizados: el Sindicato de Pescadores, la Agrupación de Turismo y la Junta de Vecinos. El Sindicato de Pescadores cuenta con 114 socios (todos hombres) y un total de 32 embarcaciones del tipo bote a motor (López y Chávez, 2005). No obstante, el número total de pescadores inscritos en Chañaral de Aceituno es de 207. De estos, los mariscadores son los más numerosos, seguidos por los algueros, de los cuales 5 son mujeres.

El Sindicato tiene a su cargo tres áreas de manejo de recursos bentónicos (AMERB) en las zonas aledañas a la caleta: Chañaral de Aceituno, Chañaral de Aceituno Sector B y Chañaral de Aceituno Sector C. La comunidad de pescadores está distribuida en Caleta Chañaral de Aceituno, Bahía Carrizalillo y Carrizalillo. Un número significativo (hasta un 60%) trabaja fuera de la caleta durante gran parte del año (hasta 10 meses), y vuelven para el período de cosecha de recursos de las áreas de manejo. Los pescadores emigrantes trabajan en labores de pesca tanto en el norte como en el sur del país y en minería o construcción en los centros urbanos mayores.
La población femenina sigue los patrones de asentamiento temporal de los pescadores. Aquella familia con hijos en edad escolar sobre quinto básico emigra durante el año a las urbes más

cercanas: Vallenar, La Serena y Coquimbo. En el sector de Carrizalillo hay sólo una escuela básica hasta cuarto básico y un centro de salud donde atiende un paramédico.

3.1.2 Punta de Choros[6] (ubicación Geográfica: LAT. S. 29º 19'LONG. W. 71º 30'):

Se origina de los asentamientos de pescadores de las caletas existentes y que se ubicaban en terrenos pertenecientes a la Comunidad Agrícola Los Choros. No cuenta con un servicio de transporte y el traslado desde La Serena se hace por medio de furgones que son coordinados con los lugareños. De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda de 2002, que incorpora Punta de Choros y Los Choros, ambas localidades se han clasificado como sectores rurales. En conjunto cuentan con 303 viviendas y una población de 569 habitantes. La población es mayoritariamente masculina, representando un 60% (Dirección Desarrollo Comunitario, Municipalidad de La Higuera, dic. 2007). Cuentan con escuelas básicas que ofrecen hasta sexto año básico. De acuerdo con el Censo de 2002, el promedio de años de escolaridad asciende a 6,58 años y el índice de alfabetización bordea el 80%. La salud de la población es atendida por un consultorio y cuatro postas rurales. Las comunidades cuentan con sistemas de electricidad de alumbrado público y domiciliario además de agua potable rural. Sin embargo, no hay alcantarillado ni plantas de tratamiento de aguas servidas, no obstante, las viviendas cuentan con pozos negros (44,7%) y fosas sépticas (55,3%) (Municipalidad de La Higuera).

La infraestructura vial de acceso a las localidades y de conexión con la carretera existe y está en estado regular. Los sistemas de telecomunicaciones son deficientes, la mayoría de las localidades cuentan con un teléfono de uso público y gran parte de la población posee teléfonos celulares.

La actividad laboral masculina predominante en la localidad en estudio corresponde a la pesca artesanal, la cual abarca prácticamente el 100% en Punta de Choros y aproximadamente el 68,8% de las actividades laborales en Los Choros. Entre ambas localidades agrupan a 222 pescadores[7], organizados en dos asociaciones gremiales[8] y administrando en conjunto 4 áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos.

Durante el verano y los fines de semana largos, se activa la actividad turística, recibiendo más de 54.000 turistas al año (CONAF, 2017).

---

[6] Las siguientes 5 unidades territoriales son definidas en el PLADECO 2006- 2013 de la comuna de La Higuera.

[7] Informe de la Pesca Artesanal 2008, SERNAPESCA Región de Coquimbo, en base a información entregada por las propias organizaciones de pescadores.

[8] A éstas organizaciones se debería agregar la Org. Comunitaria Funcional de Pescadores Unidos Comuna de la Higuera, ya que si bien incorpora a pescadores de varias organizaciones de la comuna de La Higuera, administran el área de manejo de Los Choros, y es esta la localidad utilizada por esta organización como lugar de inscripción.

3.1.3 Caleta Chungungo (ubicación geográfica: LAT. S. 29º 21‘, LONG. W. 71º 21‘):

Se origina del antiguo puerto de la Minera El Tofo, posteriormente ha subsistido al cierre de ella con el asentamiento de pescadores artesanales. En caleta Chungungo existen 4 organizaciones de pescadores, las cuales en conjunto agrupan a 80 pescadores inscritos en el RPA[9] (existen muchos pescadores afiliados a más de una organización). En total estas organizaciones administran cinco áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos.

3.1.4 Caleta Totoralillo Norte (ubicación geográfica: LAT. S. 29º 28‘, LONG. W. 71º 20´):

Caleta vecina a Caleta Chungungo también relacionada en su origen con la Minera El Tofo. En Totoralillo Norte existe una organización de pescadores, la que se compone de 36 miembros de los cuales 34 están inscritos en el RPA. Esta organización administra tres áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos: Totoralillo A, Totoralillo B y Totoralillo C.

3.1.5 Caleta Los Hornos (ubicación geográfica: LAT. S. 29º 37‘, LONG. W. 71º 18´):

Con una población aproximada de 585 personas, es una localidad que se inicia como caleta de pescadores y cuya evolución posterior está relacionada a su proximidad con la carretera 5 Norte. Es un tipo de caleta rural con 140 pescadores inscritos en el RPA. Cuenta con electricidad, agua mediante red, alcantarillado, una escuela y una posta médica. Existen cinco organizaciones de pescadores artesanales las cuales administran 3 áreas de manejo: Hornos, Hornos sector B y Las Minitas.

3.2 Usos actuales y potenciales en el área y zona de influencia

3.2.1 Turismo

La región de Coquimbo es visitada anualmente por más de 600 mil personas de acuerdo con cifras extraoficiales. En particular, según datos de la Corporación Nacional Forestal (Conaf), durante año 2017 más de 61 mil personas visitaron la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt (Estadísticas oficiales de visitantes a la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, CONAF. Departamento de Áreas Silvestres Protegidas del Estado. 2017).

La región presenta una demanda muy estacional y extremadamente concentrada en el litoral de La Serena y Coquimbo, donde además reside el mayor porcentaje de la oferta regional. De esta manera se hace imperioso lograr diversificar la oferta turística regional tanto en términos de destinos turísticos como en actividades.

[9] Siglas de Registro Pesquero Artesanal.

En la zona costera presentada en esta propuesta, la actividad turística ha aumentado en los últimos años y se visibiliza como potencial fuente de ingreso económico para los habitantes de la zona. El turismo de playa, buceo, pesca recreativa, avistamiento de cetáceos, gastronomía, naturaleza, paseo en bote, etc. muestra evidencias de una zona con altas peculiaridades en su paisaje, que despiertan el interés de turistas tanto nacionales, como internacionales. Sin embargo, el crecimiento del turismo en ciertas caletas ha sido desordenado dado lo rápido e inesperado de este incremento, además, existe la percepción en la comunidad de que este ámbito está siendo aprovechado más por actores externos que por la misma comunidad que habita el lugar. Según los habitantes de la zona, se considera que existe una baja inversión pública y poca capacitación respecto a las temáticas asociadas al turismo de naturaleza, según lo recopilado en el informe final del proyecto "Levantar iniciativas de conservación marina en la región de Coquimbo y Organizar el 4° Congreso Internacional de Áreas Marinas Protegidas" (Varas, 2017).

3.2.2 Pesca artesanal

Existen un total de siete caletas pesqueras con 14 organizaciones sindicales, gremiales y comunitarias, que involucran con la pesca artesanal a, por lo menos, 600 personas. Los principales recursos pesqueros son el loco, la lapa, las machas, las algas y las almejas, siendo esta zona la segunda más importante en el país en cuanto a la cosecha de locos. Cada caleta ha tenido un desarrollo diferente según las infraestructuras y administraciones con las que han contado. Existen en la actualidad 17 Áreas de Manejo y Extracción de Recursos Bentónicos (AMERBs) vigentes donde existe cierto seguimiento sobre la extracción de recursos. Las zonas de libre acceso, sin embargo, tienen una extracción desmedida y no está siendo evaluada ni registrada. La falta de regulación y administración genera conflictos entre las diferentes organizaciones de pescadores que extraen sus recursos en el área.

- Desembarques

El siguiente cuadro resume los desembarques pesqueros artesanales totales entre los años 2007 y 2016 de la comuna de La Higuera, la que conforma gran parte del área propuesta como AMCP-MU (Tabla 2) y los desembarques de esta comuna por especie dentro de las áreas de manejo (Tabla 3).

Tabla 2. Desembarques totales, en toneladas, entre 2007 y 2016 de la comuna de La Higuera

RECURSO	AÑO									
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Total general	1881.975	2533.020	2946.771	3468.777	2653.543	1899.523	3048.725	1819.873	2749.257	2442.651

Tabla 3. Desembarques en toneladas de las áreas de manejo entre 2007 y 2016 de la comuna de La Higuera

RECURSO	Año									
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
ALMEJA		6.700	7.000							
CULENGUE				50.896	4.551	15.237			16.368	
ERIZO							1.000			
HUIRO							39.000			
HUIRO NEGRO O CHASCON		98.060	7.300		35.011		46.360	32.000		111.312
HUIRO PALO			3.383							
LAPA			6.433	0.217	22.154					
LAPA NEGRA	34.931	27.348	40.982	25.135	6.680	27.621	7.288		4.500	
LAPA ROSADA	19.574	10.913	2.074	2.479	5.320	4.736	1.032		4.000	
LOCO	414.950	152.379	1058.437	626.467	194.004	89.288	318.775	26.159	482.050	491.489
MACHA									699.393	
PELILLO									5.669	
TOTAL	**469.455**	**295.400**	**1125.609**	**705.194**	**267.720**	**136.882**	**413.455**	**58.159**	**1211.980**	**602.801**

De acuerdo con los datos presentados en las tablas anteriores aquellos recursos explotados en AMERBs como el loco y la lapa, presentan una importancia mucho más alta que aquellos recursos obtenidos desde áreas de libre acceso (descontando a las algas). Lo anterior indicaría una alta productividad en recursos bentónicos de esta área en relación a otros sectores de la región (Stotz, *et al.* 2009).

La explicación de esta alta productividad vendría dada -de acuerdo con la literatura- por la surgencia descrita para el sector la cual es aprovechada por los organismos suspensívoros, tales como cirrípedos y piures, los cuales a su vez son las principales presas del loco. A su vez, esta producción más alta genera crecimiento y una productividad más alta del loco. A lo anterior se debe agregar que este sector se caracteriza por la alta retención y reclutamiento, especialmente el sector de Punta de Choros (Stotz, 2003, 2006).

Es indudable que entre las caletas de la IV región existe una fuerte asimetría en los resultados de sus áreas de manejo, particularmente en el caso del recurso loco. Claramente, Punta de Choros es la caleta con mayor número de desembarques de loco, y con los mayores ingresos fruto de estos desembarques. Esta diferencia implica potenciar el sector pesquero en las caletas al sur de la zona, pero es indispensable pensar en actividades económicas que sustituyan el pobre desempeño (relativo) de sus áreas de manejo, siendo el turismo la actividad con mayores probabilidades de éxito. En los siguientes gráficos se presentan los desembarques históricos de

loco por caleta, los ingresos brutos anuales por estos desembarques, los ingresos brutos totales del período y el ingreso bruto anual promedio para cada una de las caletas de la IV región (Chávez & Tirado, 2008).

- Inversión Pública en el Sector Artesanal, Análisis Regional

De acuerdo al Informe de Inversiones al sector artesanal en la década de los 90 (Montoya 2002), en la región de Atacama, la distribución regional de los recursos públicos destinados a la pesca artesanal tiene una relación inversa a la productividad del sector, medida como el desembarque total regional. Esto significa que los recursos públicos asignados a la pesca artesanal en esta región no se condicen con el aporte que esta hace a la productividad del sector artesanal nacional, lo que implica en los hechos un subsidio cruzado entre los pescadores de la región de Atacama y el resto de los pescadores del país.

Desde el punto de vista del número de embarcaciones la región de Coquimbo es una de las regiones que recibe menor cantidad de recursos públicos destinados a infraestructura (respecto al valor promedio) pese a ser una de las regiones con mayor número de embarcaciones.

En términos de la inversión pública realizada por pescador, la región de Coquimbo refleja una diferencia de casi 14 mil pesos bajo el promedio (178 mil) lo que señala una asignación poco equitativa desde esta perspectiva.

3.2.3 Acuicultura

Con la intención de diversificar un poco la actividad económica de la zona, algunas caletas han empezado a apostar por la acuicultura, enfocándose en recursos como el piure, el alga parda y el ostión del norte entre otros. Existen ya algunas concesiones asociados al ostión del norte y la ostra del Pacífico, y otras solicitudes para implementar salmonicultura y cultivo de dorado.

3.3 Zonificación

La región de Coquimbo cuenta con una macrozonificación y microzonificación, a nivel comunal, del borde costero. No obstante, no existe una planificación de carácter normativo actualizado.
De acuerdo a la Memoria de Zonificación (CRUBC, septiembre 2005), la propuesta de macrozonificación permitió establecer siete macro zonas, a saber: zonas de multiusos; zonas de caletas de pescadores fuera de zonas multiuso; zonas de restricción y protección; zonas de usos

variables; zonas de relevancia ecológica; zonas de protección legal; zonas de pesca artesanal e industrial y ejercicio de la acuicultura[10].

A partir de la macrozonificación y sus materiales se constituyó la estructura para trabajar las microzonificaciones en las seis comunas costeras de la región de Coquimbo, entre ellas la comuna de La Higuera.

De acuerdo con la Política Nacional de Uso del Borde Costero existen una serie de zonas definidas que son de competencia exclusiva de la Comisión Regional de Uso del Borde Costero (CRUB), entre las cuales tenemos: Zona Preferentemente Reservada para el Estado, Zona Preferentemente Portuaria, Zona Preferentemente de Industria de Construcción y Reparación de Naves, Zona Preferentemente de Pesca Artesanal y Caletas[11], Zona Preferentemente de Infraestructura de Apoyo a las Actividades Acuícola y Pesquera, Zona Preferentemente de Áreas Apropiadas para el Ejercicio de Acuicultura (AAA), Zona Preferentemente Turística y Recreacional, Zona Condicionada, Zona Preferentemente de Conservación de la Naturaleza[12] y Zona de Restricción por Riesgo.

Ahora bien, dentro del contexto de la zonificación del borde costero, la CRUB tiene la competencia para incluir dentro de los planes de los instrumentos de planificación territorial y los planes reguladores comunales, una serie de zonas de intención de usos, entre las cuales podemos mencionar para el caso de la región de Coquimbo: zona de asentamientos humanos, zona industrial (peligrosa, molesta e inofensiva), zona agropecuaria, zona minera, zona turística, zona de conservación de la naturaleza[13], zona de conservación del patrimonio cultural y arqueológico,

[10] Esta información se plasmó en tres mapas temáticos: Patrimonio Ambiental y Cultural; Usos del Territorio y Conflictos Ambientales; y Zonificación Zona Costera.

[11] Incluye: puertos pesqueros artesanales, zonas habituales de extracción y áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos.

[12] Corresponde a zonas que presentan características naturales y/o ambientales especiales, muchas veces únicas en riqueza de biodiversidad, y que además presentan grados de fragilidad ambiental, por lo cual se restringe la intervención antrópica con el objeto de permitir la protección y /o conservación del ecosistema o condiciones naturales del territorio. Eventualmente, podrían asociarse usos turísticos o recreativos de baja carga, siendo estos usos secundarios a su objetivo principal; en ningún caso dichas actividades podrán contravenir el objetivo de protección de uno o más elementos del medio ambiente.

[13] Son aquellas zonas que, en razón de sus características naturales, tanto físicas como de biodiversidad, deben ser reconocidas en forma especial con el fin de orientar su uso a la protección y/o al aprovechamiento adecuado y eficiente de los recursos naturales y su ambiente, con el objeto de asegurar su permanencia en el tiempo y su capacidad de regeneración.

zonas de protección (protección de la naturaleza[14], protección ecológica[15], santuario de la naturaleza[16], de protección legal[17], con valor paisajístico y zonas de restricción por riesgo.

Respecto a estas zonas es que la Comisión Regional de Uso del Borde Costero de Coquimbo zonifica el borde costero, atendiendo a los objetivos planteados en la Política Nacional de Uso del Borde Costero[18], en especial, procurando la compatibilización de todos los usos posibles del Borde Costero, en las distintas áreas y zonas, promoviendo su desarrollo armónico, integral y equilibrado, maximizando su racional utilización, precaviendo posibles requerimientos futuros y tomando en cuenta la realidad actual del uso del mismo.
De esta manera se proponen los usos preferentes del Borde Costero, teniendo en consideración factores geográficos, naturales, recursos existentes, planes de desarrollo, centros poblados próximos o aledaños y definiciones de usos ya establecidos por organismos competentes.

La macrozonificación de la IV región y posterior microzonificación de la comuna de La Higuera establecieron los siguientes usos preferentes:

1) Áreas de Manejo para la Explotación de Recursos Bentónicos (AMERBs)
    - Sector El Apolillado
    - Sector Pta. Choros (entorno Isla Gaviota)
    - Sector Los Choros B
    - Sector Choreaderos
    - Sector Chungungo A
    - Sector Chungungo B

[14] Son áreas en las cuales se permiten usos, pero bajo ciertas restricciones, de forma de cumplir con requerimientos de conservación, es decir, permitir usos que no generen impactos que alteren el nivel de riesgo del área, por ejemplo: "uso controlado".

[15] Corresponde a aquellas áreas que por su condición natural presentan un aporte importante para la conservación y/o protección de la biodiversidad, existiendo en estas áreas especies que se encuentren en algún estado de conservación según la legislación vigente. Dado las condiciones de estas áreas no se permiten usos en ellas a fin de no poner en riesgo su valor en términos de biodiversidad y, por cual deben ser mantenidas en su estado natural.

[16] Corresponde a todos aquellos sitios terrestres o marinos que ofrezcan posibilidades especiales para estudios o investigaciones geológicas, paleontológicas, zoológicas, botánicas o de ecología, o que posean formaciones naturales, cuya conservación sea de interés para la ciencia o para el Estado.

[17] Son áreas que están supeditadas a las normativas de protección que las declaran por lo cual tienen un carácter exclusivo, correspondiendo a algunas de las siguientes categorías: Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado (SNASPE), Santuarios de la Naturaleza, Lugares de Interés Científico y, en general, todas aquellas áreas que conforman Monumentos Naturales.

[18] En Punto IV. Objetivos Específicos. "Política Nacional de Uso del Borde Costero del Litoral de la República", D.S. Nº 475, de fecha 14 de diciembre de 1994, del Ministerio de Defensa Nacional.

- Sector Chungungo C
- Sector Chungungo D
- Sector Chungungo E
- Sector Totoralillo Norte A
- Sector Totoralillo Norte B
- Sector Totoralillo Norte C
- Sector Hornos
- Sector Hornos B
- Sector La Peña
- Sector Temblador

2) Caletas Artesanales
   - Apolillado
   - San Agustín
   - Los Corrales
   - Choreadero
   - Chungungo
   - Totoralillo Norte
   - Hornos

3) Industrial Inofensiva
   - Sector sur Punta de Choros
   - Sector Playa Totoralillo norte

4) Restricción Ecológica
   - Sector Punta Choros, hasta Caleta Choreadero.
   - Isla Chungungo
   - Isla Tilgo
   - Islote Pájaros
   - Islotes Los Farellones

5) Áreas Marinas Costeras Protegidas

Sistema Insular sector Punta Choros.

6) Reservas Marinas

Entorno a Isla Chungungo e Isla Dama.

7) Zona Turística
   - Sector Playa Choros
     - Sector Isla Damas

        - Sector Isla Gaviota
    - Bahía Choros
        - Sector Playa
    - Chungungo
        - Sector Playa
    - Totoralillo Norte
        - Sector Cruz Grande
        - Sector Playa
    - Temblador
    - Sector Playa Los Hornos

8) Zona Agropecuaria

Sector Los Choros

9) Sitios SNASPE

Reserva Pingüino de Humboldt, comuna La Higuera

10) Zona de Conservación Patrimonial

Sector Sur Playa Los Choros (Restos Arqueológicos)

11) Zona de Riesgo por Quebradas

Sector Los Choros

12) Áreas Aptas para la Acuicultura (A.A.A.)

Ciertos sectores costeros aledaños a Caleta Chungungo y a Punta de Choros. En general usados para el cultivo de mitílidos.

Por otro lado, de acuerdo a la Macrozonificación del Borde Costero de la Región de Atacama, el área de interés para esta propuesta está zonificada de la siguiente manera[19].

Isla Chañaral por ser parte de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, es un área que pertenece al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE), y por lo tanto es una zona oficial de protección ambiental. A esto se agrega la Reserva Marina Isla Chañaral la cual también es considerada zona oficial de protección ambiental.

[19] Comisión Regional de Uso del Borde Costero Región de Atacama "Zonificación de los Usos del Borde Costero Región de Atacama, Memoria Explicativa".

El sector Carrizalillo, que se ubica en la costa de la comuna de Freirina, frente a la isla Chañaral está considerado como sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad regional, registrándose un total de 52 especies de plantas nativas.

Chañaral de Aceituno es declarada zona de relevancia ecológica marina. Esto incluye el área que abarca aproximadamente entre cabo Leones hasta el límite con la IV región. El área concentra una diversidad importante de especies marina, incluyendo aves marinas, como por ejemplo el Pingüino de Humboldt, además de lobos marinos y chungungos. Fuera de la Reserva Marina, se observan delfines, y constituye una zona de tráfico de al menos cinco especies de ballenas.

Además, dos sectores en torno a Punta Rancagua son considerados zonas de relevancia turística marina. Uno localizado en Chañaral de Aceituno y el otro en Carrizalillo. Estas áreas son relevadas al Sindicato de Pescadores de Caleta Chañaral de Aceituno para la pesca submarina y el buceo. A lo anterior habría que agregar la caleta de pescadores y las 3 áreas de manejo que también son parte del interés para la pesca artesanal.

Finalmente, Chañaral de Aceituno es una zona terrestre de funciones múltiples. Esta área de aprox. 1.802 ha. abarca desde cabo Los Leones hasta el límite con la IV región, incluyendo la bahía Chañaral de Aceituno y Playa Carrizalillo. El carácter de funciones múltiples se da por la conjunción de usos asociados a la existencia de una caleta pesquera con usos habitacionales, AMERB, recolección de orilla y actividades turísticas (playas, pesca de orilla y ecoturismo). Adicionalmente, presenta un valor arqueológico relevado por la Agrupación Patrimonial de la Provincia de Huasco, mediante el trabajo de reconocimiento y catastro de sitios arqueológicos que están actualmente llevando a cabo. A esta zona se le ha asignado una gran extensión de litoral por cuanto se le quiere dar un carácter de bajo impacto a las actividades que en ella se desarrollen a futuro, potenciando el carácter sensible que tiene el espacio marítimo inmediato (Reserva Marina Isla Chañaral).

3.4 Amenazas

3.4.1 Instalación de mineras y puertos asociados

Desde 2012, varios proyectos mineros han entrado a evaluación ambiental, acompañados por puertos que se instalarían en la zona costera de esta propuesta. La preocupación por parte de la comunidad asociada tiene que ver con el gran impacto que pueden provocar este tipo de proyectos, cuya duración es limitada en cuanto a productividad, pero cuyas consecuencias en el medio natural pueden ser irreversibles. Algunas de estas consecuencias vienen asociadas a los diferentes mecanismos de desarrollo de estas empresas:

- Emisión de ruido: el tráfico de megabuques implica la emisión de ruido por parte de los motores de estos, lo que tiene consecuencias negativas sobre las poblaciones de cetáceos. La evidencia sugiere que los barcos motorizados provocan comportamientos de evasión por parte de estas especies y que afectan la comunicación entre individuos (Buckstaff 2004). Hace más de 40 años se sabe que el ruido antropogénico afecta a los cetáceos (Payne & Webb 1971, Weilgart 2007), documentándose recientemente cambios en el comportamiento de ballenas azules, fin y jorobadas frente al ruido de embarcaciones (Sousa-Lima & Clark 2008, Castellote *et al*. 2012, Melcón *et al*. 2012).

- Uso de luminarias: la instalación de proyectos que representan mega infraestructuras implica el uso de luminarias tanto en el puerto mismo como en los buques. El uso de luces artificiales durante las noches causa una alta mortalidad de aves marinas, uno de los grupos más amenazados de aves globalmente (Croxall *et al*. 2012). Los petreles del orden Procellariiformes, como el pato yunco, en peligro de extinción según la UICN, son especialmente atraídos hacia la luz y se ven desorientados por ésta (Imber *et al*. 1975, Rodríguez *et al*. 2017), lo que puede causar mortalidades en masa por colisión (Le Corre *et al*. 2002, Rodríguez *et al*. 2015).

- Tráfico de buques: el paso y tránsito de buques asociados a proyectos portuarios tendría un impacto directo en el incremento de colisiones con mamíferos marinos que viven y migran a esta zona en busca de alimentación (Currie *et al*. 2015). Además, probablemente se afectará la conducta del pingüino de Humboldt, específicamente el comportamiento de alimentación (Culik & Luna-Jorquera 1997, Culik *et al*. 1998). El aumento de la presencia humana cerca de sus colonias es preocupante, ya que estos pingüinos son una de las especies más tímidas del orden Sphenisciformes (Ellenberg *et al*. 2006), el contacto visual con los humanos aumenta su ritmo cardíaco y puede resultar en el abandono de nidos.

- Potenciales derrames de hidrocarburos: el aumento en el tráfico marítimo producto de la instalación de proyectos portuarios en la zona, amplía las probabilidades de derrames de hidrocarburos provenientes de estos buques. En las islas cercanas a la reserva se ha documentado una gran diversidad de esponjas y corales, y los derrames de petróleo significan una fuerte amenaza para estas especies filtradoras (Fisher *et al*. 2014, NOAA 2010).

3.4.2 Instalación de Plantas Termoeléctricas

Una de las amenazas más importantes lo constituye la instalación de centrales termoeléctricas en zonas costeras aledañas a áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos. Uno de los impactos más importantes de este tipo de centrales sobre el medio ambiente marino lo constituye el uso de agua del mar y su devolución a elevadas temperaturas. Una planta de este tipo puede succionar 80 mil metros cúbicos de agua del mar por hora, causando la muerte de larvas, plancton y una serie de organismos marinos fundamentales para el funcionamiento del ecosistema. A esto se debe sumar el uso de sustancias anti – fouling en sus instalaciones

submarinas[20]. En una tesis del Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas[21], CEAZA, se comprueba que ejemplares juveniles de loco (nombre científico: *Concholepas concholepas*) una de las especies más importantes de las AMERBs, expuestos a un efecto combinado de aumento de la temperatura en 6º C y la presencia de sustancias anti-fouling, genera una mortalidad del 100% al cabo de 1 a 3 semanas. Si el aumento de la temperatura es de 4º C (+ anti-fouling) los juveniles pueden sobrevivir sólo hasta un mes. Si bien los efectos aislados de la presencia de anti – fouling y del aumento de la temperatura en 6º C no generan tanta mortalidad (40 y 20%, respectivamente) como en el caso del efecto combinado, sí disminuyen drásticamente las tasas de alimentación y de crecimiento de los juveniles de loco.

Estos resultados constituyen una grave amenaza a la productividad de las AMERBs, con pérdidas importantes de ingresos para las comunidades de pescadores, considerando la relevancia que tiene esta actividad para los ingresos de las familias, ya que sólo en el caso de Pta. de Choros entregó ingresos brutos por más de 650 millones de pesos el año 2007, y se obtuvieron más de 1.170 millones de pesos, considerando todas las caletas de la comuna de la Higuera[22].

Es más, al dañar la productividad biológica de las AMERBs se estaría atentando contra un modelo de administración pesquera que ha logrado contribuir a la conservación de los recursos bentónicos y a la sustentabilidad económica de la actividad pesquera artesanal[23]. Además, se ha demostrado el aporte que hace este tipo de medida de administración pesquera al Fisco vía pago del IVA ya que de acuerdo a las cuotas autorizadas el año 2004 del total de las áreas de manejo del país se recaudó más de 2.800 millones de pesos[24].

---

[20] La gran cantidad de químicos anti-fouling utilizados en pinturas para revestir las instalaciones submarinas de la central se deben considerar como una fuente de emisión de contaminantes de las plantas termoeléctricas. La dilución de estas pinturas representa otro riesgo para la fauna marina, siendo los copépodos y bivalvos (en particular) los más afectados. Una vez más, estas especies marinas son objetivos importantes para las comunidades de pescadores artesanales en nuestro país

[21] Efecto del aumento de la temperatura y la presencia de pintura antifouling sobre la supervivencia, crecimiento y alimentación en juveniles de loco *Concholepas concholepas*, Tesis en curso, Rodrigo Roco. Profesora Guía: Katherine Brokordt, CEAZA.

[22] Zuñiga *et al.* 2008, calcula el ingreso neto de 2 AMERBs en la zona de estudio para el año 2004: El Apolillado en Los Choros y Hornos en la Caleta del mismo nombre. Más de 94 millones de pesos para la primera y más de 34 millones para la segunda. Para realizar lo anterior los autores realizan una estimación de los costos de las AMERBs, divididos en costos de captura y costos de tareas.

[23] SERNAPESCA, 2005

[24] Ídem.

Por otro lado, la zona costera de la comuna de La Higuera está valorizada económicamente en 1.779.579.100 pesos (Sfeir, 2015), por otro lado como vimos previamente de acuerdo con el informe del proyecto FIP 2008-56, la valoración de las reservas marinas I. Chañaral y Choros Damas alcanzaría en el año 2009 más de 28,8 mil millones de pesos, los que se perderían al instalarse las plantas termoeléctricas, y lo más grave, es que de manera perpetua se perderían más de 367,5 mil millones de pesos, que es el valor a perpetuidad de los atributos ambientales asociados a ambas reservas marinas de acuerdo al proyecto FIP 2008-56.

Otro impacto importante de las plantas termoeléctricas dice relación con la emisión al ambiente de metales pesados como el mercurio.

Las emisiones de mercurio pueden producir severos problemas en la salud de especies marinas y los seres humanos que las consumen. El mercurio es tóxico, persistente y puede viajar largas distancias, lo que transforma sus emisiones en un problema que afecta más allá de una realidad local. Este metal pesado es una conocida neurotoxina que puede alterar el normal desarrollo cerebral de los niños y la salud cardiopulmonar de los adultos. En países como Estados Unidos, las agencias competentes han alertado a la población de no comer más de cierta cantidad a la semana de aquellos pescados con alta presencia de mercurio como el atún, entre otros. El compuesto orgánico de mercurio más peligroso es el metilmercurio, el cual tiene la capacidad de acumularse en los organismos. Esta acumulación se magnifica al ascender en la cadena alimenticia alcanzando los niveles más peligrosos en los grandes depredadores como tiburones, atunes y peces espada. Es por esto que el consumo humano de estas especies es altamente riesgoso ya que pueden superar ampliamente el valor límite establecido de 1 mg/Kg. La bioacumulación de metilmercurio acarrea serios problemas especialmente en el cerebro en desarrollo de bebes en gestación, neonatos y niños pequeños causando, entre otros efectos, discapacidad mental y trastornos de la función motora gruesa (Harada, 1995; Eto *et al* 2002) e incluso la muerte.

El fenómeno de bioacumulación de metales pesados en ecosistemas marinos ha sido ampliamente estudiado (Méndez *et al*. 2001). Los altos niveles de liberación antrópica de mercurio al ambiente, han incrementado la cantidad de mercurio en distintas fuentes de agua, como estuarios, lagos y océanos. Bacterias presentes en los sedimentos de estas fuentes transforman el mercurio desde su forma elemental o metálica al compuesto orgánico metilmercurio, que es extremadamente peligroso para el ser humano y la fauna en general. El problema con el metilmercurio radica en sus propiedades fisicoquímicas, ya que tiene afinidad con los lípidos, lo que le permite traspasar fácilmente la barrera hemato-cefálica y la placenta, además de unirse fuertemente a los sulfuros del aminoácido cisteína, por lo que su eliminación del cuerpo es lenta, produciéndose un fenómeno de bioacumulación. Este compuesto se traspasa al plancton por filtración o consumo de bacterias, y luego asciende por la cadena trófica al

depredar los animales más grandes sobre aquellos más pequeños. Dentro de una cadena trófica, los niveles de acumulación no son iguales, obteniéndose valores mayores en los depredadores tope, los que consumen animales más grandes y por tanto con mayor contenido de metales en sus tejidos. En grandes depredadores como el pez espada (*Xiphias gladius*), incluso se ha establecido como un fenómeno independiente de la contaminación humana, ya que al analizar tejidos de especímenes recolectados en museos entre 1878 y 1909 (antes de que grandes industrias comenzaran a contaminar los mares) se encontraron concentraciones de mercurio en un rango entre 0,45 y 0,9 mg/Kg (Méndez *et al*. 2001). Actualmente, con el gran incremento en las emisiones de mercurio, los valores registrados para la especie superan fácilmente los 2 mg/Kg dependiendo del tamaño o edad del espécimen.

Otros depredadores importantes de los mares son los tiburones, tanto por su distribución a lo largo de todos los océanos como por su rol ecológico de control de tamaños poblacionales de distintas especies marinas. Estos peces son longevos, algunos de gran tamaño y de lento crecimiento, y pueden demorar muchos años en llegar a la madurez sexual. Un ejemplo extremo se tiene del Quelvacho Negro (*Centrophorus squamosus*) cuya edad reproductiva, se ha estimado, comienza entre los 20-40 años de vida, viviendo al menos unos 70 años (Last & Stevens 2009). Debido a estas características, son capaces de acumular grandes cantidades de metilmercurio durante su vida.

Estudios realizados en diferentes partes del mundo han detectado niveles de metilmercurio en tejidos de tiburones que superan los estándares de salud exigidos internacionalmente, y han demostrado una correlación entre el tamaño (o edad) con la cantidad de mercurio acumulado, que aumenta de forma exponencial para individuos más grandes (Walker 1976, Caputi 1979, Penedo de Pinho *et al*. 2002). La cantidad de esta toxina encontrada en tiburones depende tanto de la especie, tamaño (edad), sexo y el lugar en que habitan, pero en general especímenes que miden 200 cm o más superan el estándar de 1µg/gr (Hueter *et al*. 1995).

Especies piscívoras tienen una mayor bioacumulación que aquellas que se alimentan de invertebrados, así como también un mayor porcentaje de metilmercurio respecto del mercurio total en el cuerpo (Penedo de Pinho *et al*. 2002). Pero además del tipo de alimentación, importa la forma de alimentarse ya que especies como el tiburón martillo (*Sphyrna zygaena*) que consumen especies bentónicas, acumulan más mercurio que aquellas que depredan sobre organismos pelágicos en un mismo sistema (Storelli *et al*. 2002). Pueden incluso alcanzar concentraciones de hasta 18,29 mg/Kg en especímenes del Mar Mediterráneo. Con respecto a esto se ha postulado que la estrecha relación con los sedimentos hace que organismos bentónicos presentan mayores niveles de metales en sus tejidos.

Esta enorme cantidad de metilmercurio acumulado en grandes depredadores hace que el consumo de ellos sea muy peligroso para otras especies de vida silvestre. Tal es el caso de las poblaciones de orca (*Orcinus orca*), el mayor depredador de los mares, que consumen calamares y peces de todos los tamaños, incluyendo distintas especies de tiburón (Fertl *et al*. 1996, Visser *et al*. 2000, Visser 2005), e incluso mamíferos como focas y cetáceos (Law *et al*. 1997). Se han registrado altos niveles de bioacumulación de mercurio en orcas provenientes de Japón (Endo *et al*. 2006) con hasta 1,06 y 1,41 µg/wet g de metilmercurio en tejido muscular e hígado respectivamente, y un mercurio total promedio de 62,2 µg/wet g en hígado.

Otro tema dice relación con las emisiones de dióxido de carbono (CO_2). La quema continua de combustibles fósiles, como el carbón, está aumentando los niveles de dióxido de carbono en la atmósfera, para ser en gran parte absorbido por los océanos. Esta cantidad cada vez mayor de dióxido de carbono en los mares está causando su acidificación. Cuando el dióxido de carbono entra en el océano, se combina con el agua de mar para producir el ácido carbónico, que consiguientemente aumenta la acidez del agua, bajando su pH. Una de las consecuencias más serias del aumento de la acidez del océano es la reducción en la cantidad de carbonato disponible para el uso por parte de animales marinos, dado que una de las aplicaciones más importantes del carbonato en el océano es la formación del carbonato de calcio y las estructuras de caliza que forman los esqueletos coralinos, las conchas y las perlas, así como las conchas de algunos organismos planctónicos marinos. La acidificación del océano afectará seriamente la capacidad de criaturas, como moluscos, langostas, entre muchos otros, de crear sus estructuras protectoras, y probablemente interrumpirá algunas de las funciones químicas y biológicas más importante de los océanos.

3.4.3 Perforaciones Industriales en las 5 millas Reservadas a la Pesca Artesanal

De acuerdo con la Ley General de Pesca y Acuicultura (Artículo 47) la pesca artesanal cuenta con una franja del mar territorial de 5 millas marinas medidas desde las líneas de base normales (a la que se suman las aguas interiores) exclusiva para su actividad. Sin embargo, en el mismo artículo de la Ley se abre la posibilidad a que opere la flota industrial dentro de estas áreas, si es que no se realiza pesca artesanal o mientras sea posible el desarrollo de ambos sectores pesqueros.

Sin embargo, todo este tipo de medidas no han considerado idóneamente todos los aspectos ambientales que implica el uso de redes de arrastre de fondo. Estudios de OCEANA (2009) y OCEANA 2016 señalan la fragilidad de ciertos espacios del bentos dentro de las 5 millas del área que pretende ser protegida y que están siendo gravemente amenazados por la posibilidad de que buques arrastreros de fondo ejerzan su actividad en ellos.

En el fondo del océano los bosques de algas submarinas, los bancos de moluscos, la gran variedad de corales y las esponjas de aguas frías, forman verdaderos refugios para que los peces y demás animales se críen y alimenten. Se trata de hábitats que, en algunos casos, han demorado cientos, e incluso miles, de años en crearse y que, sin embargo, pueden ser destruidos en pocos minutos si sobre ellos pasa una red de arrastre. Muchos de estos hábitats se encuentran en el área que se propone proteger.

La destrucción que la pesca de arrastre de fondo produce en las complejas comunidades que habitan el fondo oceánico, contribuye a la declinación de las pesquerías ya que tales comunidades proporcionan las condiciones para resguardar y proteger el crecimiento de una gran variedad de especímenes juveniles de peces e invertebrados marinos (Gray *et al*. 2006). En definitiva, una vez que el hábitat esencial ha sido destruido producto de la pesca de arrastre de fondo, stocks de peces de valor comercial, así como otras especies que dependen del fondo marino para su desove, cría, protección, alimentación y refugio, declinan drásticamente y pueden desaparecer, si no se limitan estas prácticas oportunamente (Gray *et al*. 2006).

La pesca de arrastre, tanto de fondo como de media de agua, es la menos selectiva de todas, pues consiste en un arte activo que va agresivamente en busca de aquellos que viven sobre el fondo marino o cerca del mismo (Walting & Norse, 1998). De esta forma, la red de arrastre no sólo extrae los peces que son objetivo de la pesca, sino que también captura una gran diversidad de otros organismos que constituyen el llamado “bycatch” o fauna acompañante y además daña el fondo marino donde se encuentran estas especies (Hiddink *et al*. 2006; Tillin *et al*. 2006; Puig *et al*. 2012, OCEANA 2016). La fauna acompañante puede ser conservada o descartada, ya sea porque una especie determinada de fauna acompañante excede la cuota permitida o porque su valor económico es muy bajo y por ende no es considerada dentro de los desembarques totales (Harrington *et al*. 2005). La a pesca incidental, y el descarte ha provocado gran inquietud por las consecuencias ecológicas que puede tener sobre la biodiversidad marina (Alverson & Hughes, 1996; Crowder & Murawski, 1998; Broadhurst 2000).

La amenaza del arrastre de fondo en esta área es real al momento que se aprueba la perforación industrial a las 5 millas de exclusividad artesanal en la IV región a través de la R. E. 3.080 de septiembre del 2009, para usar redes de arrastre de fondo en las pesquerías de crustáceos en esta zona marina por 5 años a contar de la publicación de esta resolución en el Diario Oficial. Por otro lado, la R. E. 2.657 de agosto del 2009 autoriza la perforación industrial en las pesquerías de crustáceos, que usan arrastre de fondo en la III región por un período de 5 años desde la publicación de dicha resolución en el Diario Oficial.

4. FUNDAMENTACIÓN GENERAL PARA PROPONER UN ÁREA MARINA COSTERA PROTEGIDA DE MÚLTIPLES USOS

Para OCEANA, el objetivo principal detrás de la creación de un Área Marina Costera Protegida de Múltiples usos (AMCP-MU) es proteger y restituir un ecosistema marino para que pueda proveer diversos servicios ecosistémicos propios de éste, como lo son el aprovisionamiento de recursos pesqueros, provisión de lugares para la educación e investigación científica y la recreación a través del turismo, entre otros, que ayuden al desarrollo de una economía sustentable. Es importante destacar que el éxito de la conservación marina y de un AMCP-MU depende de la selección de ciertos aspectos ecológicos y económicos que ayuden a tomar decisiones de manejo y gestión que garanticen el buen estado del ecosistema como un todo a largo plazo, así como la participación activa de la comunidad en la toma de decisiones.
A continuación, se describen los motivos por los que esta área necesitaría una figura de conservación, así como las características que definen a la figura seleccionada para este lugar y sus peculiaridades.

4.1. Objetos de Conservación

Al momento de planear la conservación de la biodiversidad de un ecosistema, es recomendado seleccionar un limitado número de Objetos de Conservación (OdC) sobre los cuales centrar los esfuerzos. El término “Objetos de Conservación” se refiere a especies, comunidades naturales, hábitats y procesos biológicos que mantienen la biodiversidad de un paisaje en el espacio y tiempo (Parrish *et al.* 2003).

En esta propuesta se identificaron las especies, hábitats y procesos que son relevantes para la conservación. De acuerdo a la metodología de estándares abiertos este grupo se clasificó en siete Objetos de Conservación.

Para esto, primero se identificaron aquellos organismos o especies de importancia ecológica que son relevantes para la conservación o la protección, considerando por un lado el estado de conservación a nivel de especies según criterios internacionales estandarizados como el de la UICN o, por otro lado, el estado de explotación en el caso de los recursos pesqueros (Tabla 4).

Tabla 4. Criterios para la selección de especies de importancia ecológica.

Clasificación	Explicación
Especies Vulnerables (VU)	Su estado o importancia de conservación según UICN y otras instituciones se considera desde vulnerable hasta en peligro de extinción.
Especies de Forraje (FO)	Contribuyen como forraje al alimento principal de por lo menos una especie clave y considerada como importante dentro del ecosistema.
Especies Bio-Ingenieras (BI)	Forman con su cuerpo estructuras tridimensionales, que constituyen el hábitat de otras especies. Incluye corales y esponjas, bancos de bivalvos, pero también microalgas, las que forman bosques marinos.
Productores Primarios (PP)	Especies fundamentales de la cadena trófica, representan el alimento para los consumidores herbívoros (incluyendo larvas) o el alimento directo para una especie de alta importancia ecológica.
Recursos Pesqueros (RP)	Recursos pesqueros (peces-invertebrados-macroalgas) los cuales hacen una contribución importante para la pesca y por sobreexplotación muchas veces son manejados con régimen de pesca como veda y/o cuota.

Usando los mismos criterios anteriores se puede aplicar el mismo concepto para la identificación de hábitats importantes para la conservación o *Hábitats de Importancia Ecológica*, los que se definen como aquellos espacios que ocupan una o varias especies importantes ya sea en forma permanente o temporal para su alimentación, reproducción o descanso.

Los requisitos de estos hábitats deberían abarcar los siguientes parámetros fundamentales:

- Requisitos específicos del hábitat de la(s) especie(s) objetivo(s), lo cual incluye el tipo de sedimento de los fondos para especies bentónicas, o temperatura/salinidad para especies pelágicas.
- Función o rol ecológico importante, que va desde zonas de alta producción primaria (de microalgas) que garantizan el éxito reproductivo de especies importantes como larvas planctónicas, hasta bosques de macroalgas como zonas de protección para reclutas o juveniles.
- Función o rol operacional, como la tasa de producción de biomasa, sitio de migración, reproducción o descanso (para aves marinas) y también el estado de vulnerabilidad del hábitat en el caso de los bio-ingenieros.

Como se señaló anteriormente, se identificaron 96 especies, hábitats y procesos relevantes para la conservación, los que se agruparon de acuerdo a la metodología de estándares abiertos, en siete Objetos de Conservación (Tabla 5).

Tabla 5. Agrupación de las especies, hábitats y procesos identificados como de importancia ecológica para la conservación dentro del área propuesta en Objetos de Conservación, de acuerdo a la metodología de estándares abiertos.

Objeto de Conservación	Especies, hábitats y procesos importantes para la conservación
Mamíferos Marinos	*Balaenoptera musculus*
	Balaenoptera physalus
	Balaenoptera bonaerensis
	Megaptera novaeangliae
	Physeter macrocephalus
	Kogia simus
	Phocoena spinipinnis
	Lagenorhynchus obscurus
	Delphinus delphis
	Tursiops truncatus
	Lissodelphis peronii
	Orcinus orca
	Pseudorca crassidens
	Globicephala macrorhynchus
	Globicephala melas
	Grampus griseus
	Ziphius cavirostris
	Otaria flavescens
	Arctocephalus australis
	Mirounga leonina
	Lontra felina
Aves Marinas	*Diomedea epomophora*
	Thalassarche bulleri
	Thalassarche eremita
	Thalassarche salvini
	Pterodroma externa
	Procellaria aequinoctialis
	Procellaria cinerea
	Procellaria westlandica
	Puffinus creatopus
	Puffinus griseus
	Pelecanoides garnotii
	Spheniscus humboldti
	Spheniscus magellanicus
	Sula variegata
	Pelecanus thagus
	Phalacrocorax bougainvillii

Objeto de Conservación	Especies, hábitats y procesos importantes para la conservación
Aves Marinas	*Phalacrocorax gaimardi*
	Larus modestus
	Larosterna inca
Peces Cartilaginosos	*Aculeola nigra*
	Alopias vulpinus
	Apristurus nasutus
	Caelorinchus aconcagua
	Caelorinchus chilensis
	Callorhinchus callorhynchus
	Centroscyllium nigrum
	Centroscymnus crepidater
	Etmopterus granulosus
	Galeorhinus galeus
	Mustelus mento
	Myliobatis chilensis
	Myliobatis peruvianus
	Myliobatis spp.
	Schroederichthys chilensis
	Squatina armata
	Isurus oxyrinchus
Peces Óseos	*Engraulis ringens*
	Sardinops sagax
	Merluccius gayi
	Trachurus murphyi
	Scomber japonicus
	Graus nigra
	Chromis crusma
	Aplodactylus punctatus
	Cheilodactylus variegatus
	Semicossyphus darwini
	Scartichthys sp.
Biodiversidad Bentónica	Esponja calcárea
	Amphilectus fucorum cf
	Clionaopsis platei cf
	Polymastia sp
	Trachycladus sp
	Scleractinia sp1
	Gorgonacea sp1
	Hidrozoo sertulárido
	Plumulárido sp1
	Plumulárido sp1

Objeto de Conservación	Especies, hábitats y procesos importantes para la conservación
Biodiversidad Bentónica	*Concholepas concholepas*
	Fisurella latimarginata
	Fisurella cumingi
	Cervimunida johni
	Pleuroncodes monodon
	Heterocarpus reedi
	Euphausia mucronata
	Bosques de Macroalgas
	Arrecifes de hidrocorales
Producción Primaria	Zonas de alta producción de fitoplancton
Paisaje Natural	Zonas de alimentación de tiburones
	Zonas de reproducción de aves marinas
	Zonas de crianza de aves marinas
	Zonas de alimentación de aves marinas
	Zonas de alimentación de mamíferos marinos
	Corredor de migración de mamíferos marinos
	Intermareal rocoso
	Intermareal arenoso

4.1.1 Mamíferos Marinos

Para las aguas del Sistema de Corriente de Humboldt (SCH) se ha señalado una riqueza de mamíferos marinos de al menos 21 especies (Thiel *et al*. 2007). Adicionalmente, Rendell *et al* (2004) señalan que la región de surgencia entre los 18ºS y 30ºS son estaciones de alimentación importantes dentro de las rutas de migración de ballenas. Las aguas específicas de la comuna de La Higuera se han descrito como un sitio de alimentación y de residencia durante los meses de verano de la ballena fin (*Balaenoptera physalus)* (Toro *et al*. 2016).

La presencia de estos mamíferos marinos, entre ellos, la colonia de delfines nariz de botella residente del área, convierten a la zona de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt en el *hotspot* más importante de la zona norte y central de Chile para la observación, estudio y conservación de estos grupos taxonómicos (Capella *et al*. 1999; Pérez & Moraga 2005; Thiel *et al*. 2007; Flores *obs. pers;* Toro *et al*. 2016). Sin embargo, la proximidad de asentamientos humanos y las interacciones que esto implica, por ejemplo, con el tráfico de embarcaciones, interacción con pesquerías, alteración y modificación de hábitats y una creciente industria de turismo no regulado, constituyen las principales amenazas para los mamíferos marinos en el área.

Las 21 especies identificadas como de importancia ecológica que conforman el Objeto de Conservación "Mamíferos Marinos" y pertenecen a 9 familias distintas (Figura 4). Del total de estas, cuatro presentan problemas de conservación de acuerdo a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), y seis de acuerdo a la clasificación del Ministerio del Medio Ambiente (Tabla 6)

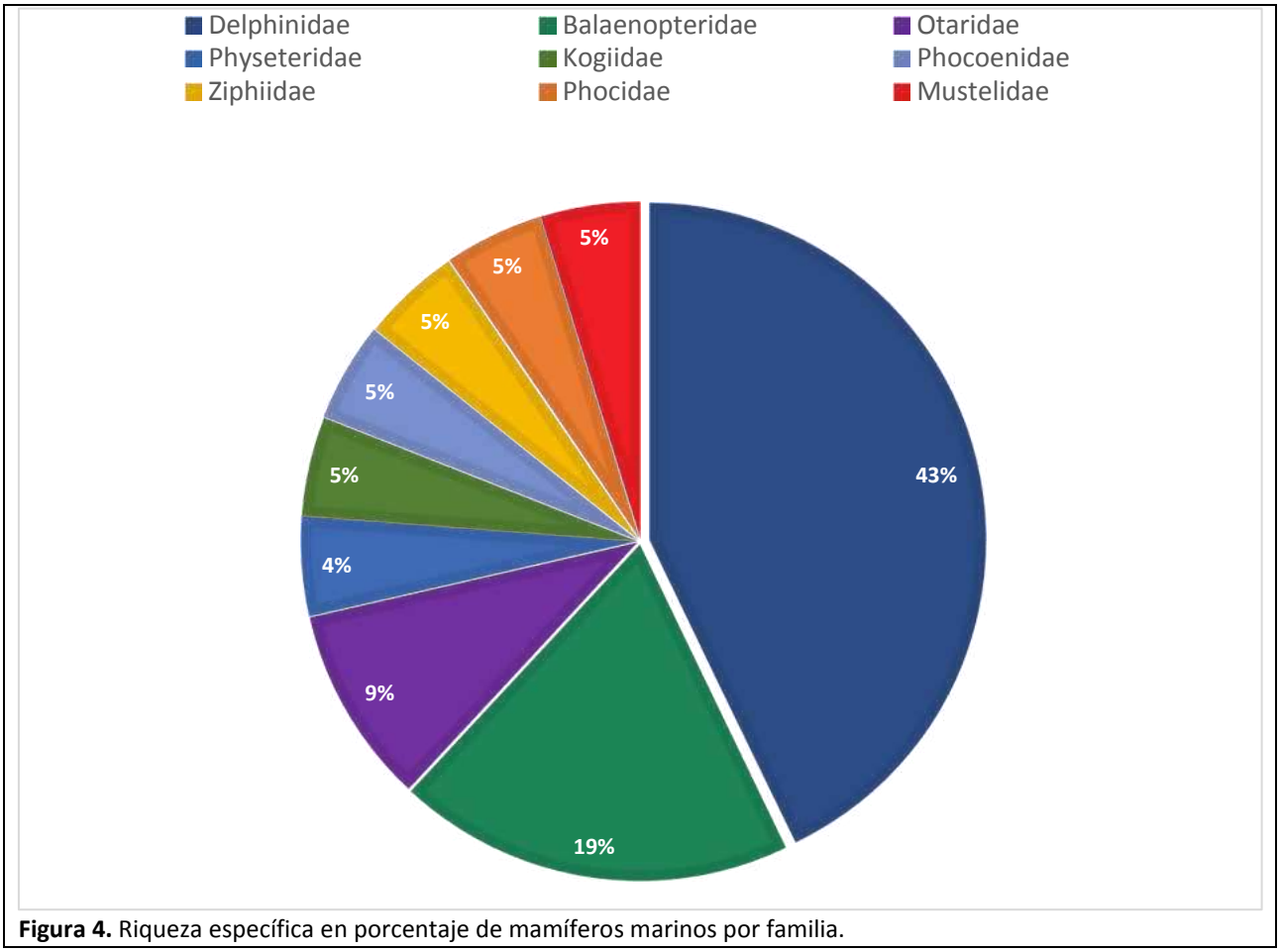


Figura 4. Riqueza específica en porcentaje de mamíferos marinos por familia.

El estado o importancia de conservación de estas especies está definido por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y otras instituciones. El rango de esta calificación varía desde "vulnerable" hasta "en peligro de extinción".

Asimismo, el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) y el chungungo (*Lontra felina*) son considerados como indicadores del desempeño de la Reserva Marina Islas Choros-Damas, y como especies objetivos de esta misma, de acuerdo al Plan de Administración de esta área protegida.

Tabla 6. Especies de mamíferos marinos de importancia ecológica en las aguas del área propuesta, y su categoría de conservación (CR: En peligro crítico; EN: En peligro; VU: vulnerable; LC: De preocupación menor; FP: Fuera de peligro; IC: Insuficientemente conocida; DD: Datos insuficientes)

OdC	Nombre científico	Nombre común	Estado de Conservación UICN	Estado de Conservación MMA
Mamíferos Marinos	*Balaenoptera musculus*	Ballena azul	EN	EN
	Balaenoptera physalus	Ballena fin	EN	CR
	Balaenoptera bonaerensis	Ballena minke	DD	
	Megaptera novaeangliae	Ballena jorobada	LC	VU
	Physeter macrocephalus	Cachalote	VU	VU
	Kogia sima	Cachalote enano dentado	DD	IC
	Phocoena spinipinnis	Marsopa espinosa	DD	IC
	Lagenorhynchus obscurus	Delfín oscuro	DD	IC
	Delphinus delphis	Delfín común	LC	IC
	Tursiops truncatus	Delfín nariz de botella	LC	EN
	Lissodelphis peronii	Delfín liso	DD	
	Orcinus orca	Orca	DD	IC
	Pseudorca crassidens	Falsa orca	DD	IC
	Globicephala macrorhynchus	Calderón de aleta corta	DD	IC
	Globicephala melas	Calderón común	DD	IC
	Grampus griseus	Delfín gris	LC	IC
	Ziphius cavirostris	Ballena picuda de Cuvier	LC	IC
	Otaria flavescens	Lobo marino común	LC	LC
	Arctocephalus australis	Lobo fino del sur	LC	FP
	Mirounga leonina	Elefante marino	LC	IC
	Lontra felina	Chungungo	EN	VU

.

4.1.2 Aves Marinas

Las Islas Choros, Damas y Chañaral forman parte de un complejo mayor de islas e islotes ubicados entre los 29°01'S y los 29°34'S, una zona de alta productividad biológica que permite la existencia de colonias y apostaderos de aves que encuentran alimento en cantidad y lugares predecibles para ellos (Luna-Jorquera 2003). Las islas confieren el sustrato apropiado para el establecimiento de colonias reproductivas y, al estar separadas del continente, otorgan protección frente a los depredadores que se pueden encontrar en la costa (*e.j.* zorros, perros y gatos domésticos). La protección que brindan las islas y su ubicación en un sistema costero productivo, entre otros factores, generan condiciones óptimas para la existencia de una gran diversidad de aves.

Según todos los antecedentes disponibles, para el área solicitada se ha registrado un total de 122 especies, pertenecientes a 13 órdenes y 38 familias, correspondiendo al 26,40% del total de especies del país. Las familias mejor representadas corresponden a Procellariidae (11), Laridae (11), Scolopacidae (9) y Furnariidae (8).

Del total de especies de aves identificadas, 19 se consideran dentro del Objeto de Conservación Aves Marinas por ser de importancia ecológica para la conservación, las cuales corresponden a ocho familias distintas (Figura 5)

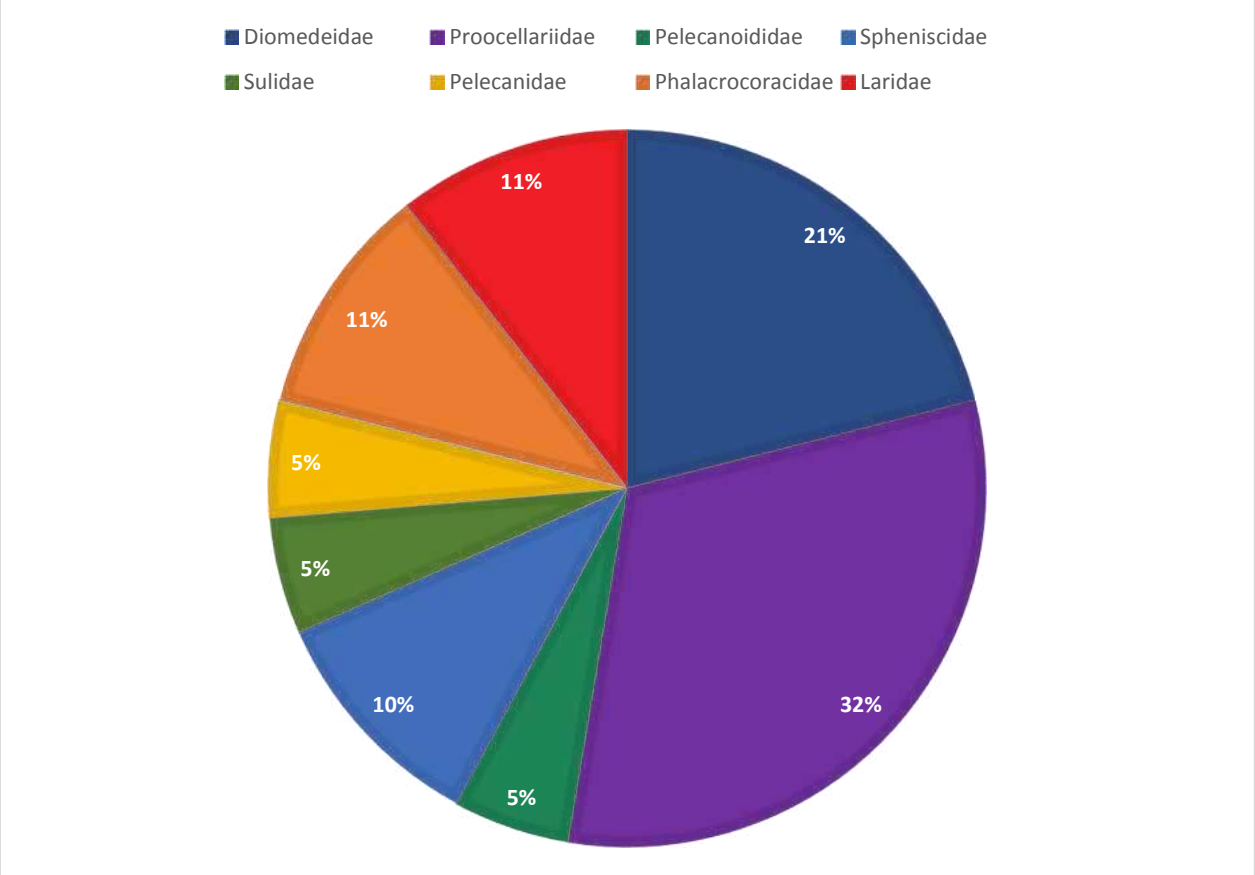


Figura 5. Riqueza de aves marinas en el área propuesta, en cuanto a familias.

Por otro lado, del total de especies de aves marinas consideradas dentro de este Objeto de Conservación (OdC), la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) cataloga a nueve con problemas de conservación, mientras que el Ministerio del Medioambiente (MMA) considera que seis especies se encuentran con problemas de conservación. Cabe destacar que de las 19 especies identificadas como parte de este OdC, en el listado del MMA solo se encontraban clasificadas nueve, lo que puede explicar esta diferencia con la clasificación de la UICN (Tabla 7).

Tabla 7. Especies de aves marinas de importancia ecológica en las aguas del área propuesta, y su categoría de conservación (EN: En peligro; VU: vulnerable; LC: De preocupación menor; NT: Casi amenazada; FP: Fuera de peligro; IC: Insuficientemente conocida; DD: Datos insuficientes; R: Rara)

OdC	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación UICN	Estado de conservación MMA
Aves Marinas	*Diomedea epomophora*	Albatros real del Sur	VU	
	Thalassarche bulleri	Albatros de Buller	NT	
	Thalassarche eremita	Albatros de Chatham	VU	
	Thalassarche salvini	Albatros de frente blanca	VU	
	Pterodroma externa	Petrel de Juan Fernández	VU	EN
	Procellaria aequinoctialis	Petrel de barba blanca	VU	
	Procellaria cinerea	Pardela gris	NT	
	Procellaria westlandica	Pardela Westland	EN	
	Puffinus creatopus	Pardela patirrosa	VU	EN
	Puffinus griseus	Pardela sombría	NT	
	Pelecanoides garnotii	Yunco	EN	VU
	Spheniscus humboldti	Pingüino de Humboldt	VU	VU
	Spheniscus magellanicus	Pingüino de Magallanes	NT	
	Sula variegata	Piquero	LC	IC
	Pelecanus thagus	Pelícano	NT	
	Phalacrocorax bougainvillii	Cormorán guanay	NT	VU
	Phalacrocorax gaimardi	Cormorán gris	NT	IC
	Larus modestus	Gaviota gris	LC	R
	Larosterna inca	Gaviotín monja	NT	VU

4.1.3 Peces cartilaginosos

Los tiburones se encuentran amenazados por la pesca en todo el mundo, sea como especie objetivo o como fauna acompañante (o descarte) de otras pesquerías (Camhi *et al*., 2004). Son

depredadores topes que cumplen un rol vital para mantener los ecosistemas marinos sanos. La desaparición de estos depredadores puede desestabilizar la cadena trófica y provocar diversos impactos ecológicos negativos en las estructuras y funciones de las comunidades. Por otro lado, estas especies representan un buen indicador del estado de los ecosistemas de los que son parte, debido a su crecimiento lento y longevidad.

En el área de la propuesta se indica la presencia de 17 especies de peces cartilaginosos (Ojeda *et al*. 2000; FIP 2006-53; FIP 2006-11; FIP 2006-56), los que conforman este Objeto de Conservación y corresponden a 11 familias distintas (Tabla 8). La importancia ecológica de estas especies es muy alta ya que son depredadores topes y su disminución puede causar cambios drásticos en la cadena trófica.

De estas especies registradas en el área de la propuesta, tres tienen problemas de conservación según la UICN (Tabla 8)

Tabla 8. Especies de peces cartilaginoso de importancia ecológica en las aguas del área propuesta, su categoría de conservación (EN: En peligro; VU: vulnerable; LC: De preocupación menor; NT: Casi amenazada; FP: Fuera de peligro; IC: Insuficientemente conocida; DD: Datos insuficientes; R: Rara), y la familia a la que pertenecen.

OdC	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación UICN	Familia
Peces Cartilaginosos	*Aculeola nigra*	Quelvacho tizón	DD	Etmopteridae
	Alopias vulpinus	Tiburón azotador	VU	Alopiidae
	Apristurus nasutus		DD	Pentanchidae
	Coelorinchus aconcagua			Macrouridae
	Coelorinchus chilensis			Macrouridae
	Callorhinchus callorynchus	Pejegallo	LC	Callorhinchidae
	Centroscyllium nigrum	Tollo diente de peineta	DD	Etmopteridae
	Centroscymnus crepidater	Sapata negra	LC	Somniosidae
	Etmopterus granulosus		LC	Etmopteridae
	Galeorhinus galeus	Cazón	VU	Triakidae
	Mustelus mento	Tollo	NT	Triakidae
	Myliobatis chilensis		DD	Myliobatidae
	Myliobatis peruvianus		DD	Myliobatidae
	Myliobatis sp.			Myliobatidae
	Schroederichthys chilensis	Tiburón pintarroja	DD	Scyliorhinidae
	Squatina armata		DD	Squatinidae
	Isurus oxyrinchus	Tiburón mako	VU	Lamnidae

4.1.4 Peces Óseos

Pequeños peces pelágicos como la anchoveta (*Engraulis ringens*) y la sardina española (*Sardinops sagax*) representan el alimento principal del pingüino de Humboldt, del yunco, del piquero y de lobos marinos, formando parte clave de la cadena trófica de estas especies, la que es muy corta entre el plancton y las aves marinas, por lo que son de gran relevancia ecológica (Thiel *et al*., 2007). El jurel (*Trachurus murphi*) y la merluza son otras fuentes alimenticias de aves marinas y de lobos marinos, y además están expuestos a una fuerte presión pesquera. Todas estas especies valorizadas como de alta importancia para el ecosistema y su conservación se encuentran en toda el área, con una biomasa significativa entre Punta Totoralillo y Coquimbo (FIP 2005-26).

De este total de 45 especies, 11 son consideradas de importancia ecológica y conforman el Objeto de Conservación "Peces Óseos". Estas especies pertenecen a 11 familias distintas (Tabla 9).

Tabla 9. Especies de peces óseos registrados en el área propuesta como AMCP-MU, su estado de conservación de acuerdo a la UICN (DD: datos insuficientes; LC: de preocupación menor); y la familia a la que pertenecen.

OdC	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación UICN
Peces Óseos	*Engraulis ringens*	Anchoveta	LC
	Sardinops sagax	Sardina española	LC
	Merluccius gayi	Merluza	DD
	Trachurus murphyi	Jurel	DD
	Scomber japonicus	Caballa	LC
	Graus nigra	Vieja	
	Chromis crusma	Castañeta	
	Aplodactylus punctatus	Jerguilla	
	Cheilodactylus variegatus	Bilagay	
	Semicossyphus darwini	Pejeperro	DD
	Scartichthys sp.		

4.1.5 Biodiversidad Bentónica

Una impresión general y actualizada sobre las comunidades bentónicas de la zona centro –norte es entregada por la publicación de Thiel *et al.* (2007) con muchos detalles sobre la relación entre los distintos tipos de fondos, hábitats y la fauna bentónica asociada a estos.

En 2006 se realizó un estudio sobre las comunidades bentónicas del intermareal y submareal alrededor de las islas Chañaral, Choros y Damas (FIP 2006-56), siendo este estudio uno de los más completos para toda la zona centro – norte del país, con descripciones geo-referenciadas de los distintos fondos marinos y la fauna bentónica asociada. Posteriormente, la Universidad Católica del Norte (UCN) realizó un estudio similar denominado "Diagnóstico Implementación Reserva Marina I. Choros la Higuera" (Código BIP: 30006824-0), en el que se analizaron las zonas submareales alrededor de isla Choros e isla Damas. Ambos estudios presentan listados de las especies encontradas, completados con valores de densidades e índices de riqueza y diversidad para cada área de estudio.

Por su parte, OCEANA ha complementado los resultados de los estudios de la UCN con cinco expediciones a la zona entre 2009 y 2017, para documentar visualmente con un robot submarino y buzos el fondo marino entre los 20 y 100 metros alrededor de los islotes Pájaros, isla Chañaral, isla Choros, isla Damas y el bajo "El Toro".

Todos estos estudios suman un total de 158 especies de invertebrados. Los moluscos y los crustáceos son los grupos más diversos y numerosos de especies, seguidos por filtradores sésiles como los hidrocorales (Cnidaria) y esponjas que, en conjunto se co,mponen de 36 especies, una fracción importante de la fauna bentónica.

Dentro de los macro-invertebrados destacan dos grupos de especies de importancia para la conservación: los bio-ingenieros y los recursos de la pesca artesanal. Entre los bio-ingenieros, se encuentran esponjas e hidrocorales, grupos taxonómicos que según la UICN son especies vulnerables.

Este Objeto de Conservación Biodiversidad Bentónica está compuesto por 17 especies de invertebrados marinos de importancia ecológica para la conservación, además de dos tipos de hábitat: los bosques de macroalgas y los bancos de corales (Tabla 10).

Tabla 10. Especies de invertebrados marinos y hábitats que conforman este Objeto de Conservación.

OdC	Nombre científico	Nombre común	Familia
Biodiversidad Bentónica	Calcarea sp.	Esponja calcárea	
	Amphilectus fucorum cf		Esperiopsidae
	Clionaopsis platei cf	Esponja zapallo	Clionaidae
	Polymastia sp		Polymastiidae
	Trachycladus sp		Trachycladidae
	Scleractinia sp1		
	Gorgonacea sp1		
	Hidrozoo sertulárido		
	Plumulárido sp1		
	Plumulárido sp1		
	Concholepas concholepas	Loco	Muricidae
	Fisurella latimarginata	Lapa negra	Fissurellidae
	Fisurella cumingi	Lapa rosada	Fissurellidae
	Cervimunida johni	Langostino amarillo	Munididae
	Pleuroncodes monodon	Langostino colorado	Munididae
	Heterocarpus reedi	Camarón nailon	Pandalidae
	Euphausia mucronata	Krill	Euphausiidae
		Bosques de macroalgas	
		Bancos de corales	

4.1.6 Producción Primaria

Como fue mencionado anteriormente, donde se propone la creación del AMCP-MU es una de las principales zonas de surgencia de Chile. Como consecuencia de esta surgencia de aguas frías ricas en nutrientes, la producción primaria es alta, por lo que puede sustentar diversas tramas tróficas. Por este motivo, la producción primaria es considerada como uno de los Objetos de Conservación de la zona.

Entre los criterios propuestos para valorizar la importancia ecológica del fitoplancton, la mejor medida es a través de la biomasa y la productividad. La expresión de la productividad primaria se puede medir como la concentración de clorofila. Los valores observados cerca de las islas Choros y Damas no superan los 3 mg/m^3 (Cubillos 2000; Marín *et al*. 2003 y Peñalver 2005). Según estos estudios, las mayores concentraciones de fitoplancton se encuentran cerca de la superficie (0 – 10 m). Considerando que existe una alta disponibilidad de nutrientes en la zona (BIP: 30006824-0), se puede llegar a la conclusión de que el área es poco productiva, pero se debe

tener en cuenta que en todo el sector existe una biomasa zooplanctónica alta, de aproximadamente 1.200 individuos por cada 100 m^3 (BIP: 30006824-0), ejerciendo una presión herbívora enorme y limitando el crecimiento de la biomasa fitoplanctónica. En este tipo de efecto, llamado top-down, el consumo del fitoplancton por parte del zooplancton es un factor importante en el desarrollo del ecosistema en general.

El proyecto FIP N° 2009-38 "Monitoreo de las condiciones bioceanográficas entre la XV y IV Regiones" entrega datos oceanográficos y del fito y zooplancton para la zona entre Arica y Coquimbo. Estos monitoreos mensuales confirman que existe una producción primaria importante en el área.

La biomasa planctónica cerca de la costa corresponde a microfitoplancton (>20 µm); mientras que el pico y nanofitoplancton (pico: 0.7–2.0 µm; nano: 2.0–20 µm) es más abundante hacia el mar abierto (Morales *et al*. 1996, Iriarte & González 2004). Según datos para las zonas de surgencias de Antofagasta y Concepción, sólo unas 6 especies de diatomeas forman la biomasa fitoplanctónica en la zona centro-norte, entre ellos *Chaetoceros spp*., *Thalassiosira spp*., *Guinardia delicatula*, *Rhizosolenia spp*., *Detonula pumila* y *Eucampia cornuta* (Rodríguez *et al*. 1996, Thiel *et al.* 2007).

Considerando todos estos antecedentes se puede concluir que, aunque el fitoplancton es poco diverso, hay pocas especies en el área que producen biomasa y que éstas son de una productividad muy alta, por lo que la importancia ecológica de cada una de estas especies debiera ser valorizada como muy alta.

4.1.7 Paisaje natural

Dentro del Paisaje Natural se incluyen las zonas de alimentación, reproducción, crianza y migración de depredadores tope, por estar asociados a beneficios culturales como la recreación a través del turismo sustentable. Dentro de este Objeto de Conservación también se incluyen el intermareal rocoso y las playas arenosas por estar asociados a un alto valor de funcionalidad relacionado con las especies de importancia económica presentes en la zona de la propuesta.

En definitiva, este Objeto de Conservación está compuesto por 7 hábitats y procesos distintos que destacan por su importancia para las comunidades que viven en la zona (Tabla 11).

Tabla 11. Hábitats y procesos que conforman el Objeto de Conservación "Paisaje Natural"

OdC	Hábitats y procesos
Paisaje Natural	Zonas de alimentación de tiburones
	Zonas de reproducción de aves marinas
	Zonas de crianza de aves marinas
	Zonas de alimentación de aves marinas
	Zonas de alimentación de mamíferos marinos
	Corredor de migración de mamíferos marinos
	Intermareal rocoso
	Intermareal arenoso

4.2 Exclusividad

El sistema marino constituido por las Islas Choros, Damas y Chañaral, ubicado en las comunas de La Higuera (región de Coquimbo) y Freirina (región de Atacama), es un sistema representativo de la región de transición templada del Sistema de la Corriente de Humboldt (SCH) y posee numerosas características que lo hacen particularmente interesante para desarrollar iniciativas de conservación en la costa de Chile:

1) Físicamente se encuentra en una zona donde hasta ahora el impacto de la actividad antrópica es limitado, al no existir grandes centros urbanos o industrias en sus cercanías.

2) Es el hábitat de numerosas especies emblemáticas y amenazadas de acuerdo a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) como el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus)*, el chungungo (*Lontra felina)*, el yunco (*Pelecanoides garnotii)* y la especie emblemática, el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti)*.

3) Es un área que presenta surgencia permanente, por lo tanto, es altamente productiva,

4) Es una zona con altas densidades, tasas de retención y reclutamientos de larvas de especies de gran importancia comercial y comunitaria, como la anchoveta (*Engraulis ringens*) o el loco (*Concholepas concholepas*).

5) Es una de las zonas con mayores tasas de desembarque de pesquerías bentónicas de la región, siendo el primer lugar de desembarque de loco en la región y el segundo a nivel nacional.

6) Es un área de interés turístico, con visitantes concentrados durante el período estival, y que posee gran potencial para el desarrollo de actividades eco-turísticas considerando el aumento exponencial del número de visitantes en los últimos años, los que han llegado a más de 60 mil en 2017 según CONAF.

7) Existen comunidades de pescadores en el sector que dependen de las actividades pesqueras y de los ingresos obtenidos a partir de las actividades turísticas.

La creación del AMCP-MU La Higuera - Isla Chañaral será una contribución importante por parte del Estado chileno a la conservación de los ecosistemas. Esta área es una de las más importantes del gran ecosistema de la corriente de Humboldt, que ha sido definido como uno de los 10 grandes ecosistemas marinos con alta prioridad para ser protegido en el mundo (Boersma *et al*. 2004).

Desde el punto de vista biológico, ecológico y pesquero, el área destaca por ser un ecosistema marino autosustentable. Hay índices que señalan que las biomasas de especies claves e importantes, como la anchoveta o el loco, representan poblaciones independientes de aquellos distribuidos más al norte o al sur de esta zona, dada la retención de nutrientes al sur de las islas Choros y Damas. La existencia de poblaciones separadas dentro del área se confirma por la alta abundancia de larvas y de reclutas de anchoveta y de loco. Además, se puede asumir que la riqueza planctónica y el reclutamiento de la anchoveta en el área sustenta poblaciones de adultos más al norte o al sur de esta zona, donde existe una fuerte presión pesquera sobre este recurso. Por lo tanto, el área destaca como un hábitat crítico de peces de la zona centro-norte del país.

El área se caracteriza no solo por una alta diversidad de aves y mamíferos marinos, sino que también por presentar un alto porcentaje de especies vulnerables, e incluso algunas declaradas en peligro de extinción, donde destaca la presencia de parte de la colonia más grande del mundo del pingüino de Humboldt. Además, será la única AMCP-MU del país en la que se registra la presencia de, por un lado, especies importantes para la conservación, y por otro, recursos pesqueros importantes, lo cual transforma el área en una zona de alto valor socio-económico.

Cabe señalar que el informe final del proyecto "Estudio de Análisis de Omisiones y Vacíos de Representatividad en los Esfuerzos de Conservación de la Biodiversidad en Chile (GAP-Chile 2009)", elaborado por un equipo de científicos multidisciplinarios del Instituto Milenio de Ecología y Biodiversidad (IEB), selecciona dentro de la región de Coquimbo al área de esta propuesta como una zona prioritaria para formar parte de un sistema de áreas protegidas desde el norte al sur del país (Squeo *et al*. 2010). Estos resultados son de suma importancia, ya que son el respaldo estadístico de la propuesta de AMCP-MU acá expuesta, considerando que los científicos aplicaron el programa computacional *Marxan*, actualmente utilizado para este tipo de análisis a nivel

mundial y también en el GEF Marino, sobre una amplia base de datos tanto especies como hábitats marinos y terrestres en todo el país. Los resultados de este tipo de análisis, además, respetan el hecho de que, dentro de una gran área, como un país, continente u océano, un sitio contiene el mayor número de objetos de conservación importantes de la ecorregión que representa, con alta importancia de conservación en base a criterios ampliamente reconocidos, tales como las categorías propuestas por la UICN.

Destaca el hecho de que, en un solo sector, entre la Isla Chañaral y las islas Choros y Damas, se pueden observar ballenas, delfines y pingüinos, siendo este sector accesible desde cualquier caleta del área. En contraste, en el AMCP-MU Isla Grande de Atacama o en el AMCP-MU Francisco Coloane en la Patagonia, los atractivos turísticos son los pingüinos y/o las ballenas, pero no en abundancias y frecuencias tan altas, tampoco en conjunto como se pueden observar en el área propuesta. Además, los arrecifes rocosos alrededor de cada isla, con bancos de corales, anémonas de mar y peces representan un lugar único para el ecoturismo de buceo, comparable solo con lugares como Isla de Pascua o Juan Fernández, ambos alejados de la costa chilena.

4.3 Servicios Ecosistémicos

Se conocen como Servicios Ecosistémicos (SE) a todos aquellos productos y procesos que provienen del medio natural y que suponen un beneficio para el ser humano. Se clasifican en servicios de aprovisionamiento, culturales, de soporte y de regulación.
Los Objetos de Conservación identificados dentro del área propuesta proveen un total de 12 servicios ecosistémicos, clasificados de la siguiente manera (Tabla 12):

Tabla 12. Servicios Ecosistémicos provistos por los Objetos de Conservación presentes en el área propuesta.

Objeto de Conservación	Tipo de Servicio	Servicios Ecosistémicos
Mamíferos Marinos	Cultural	Turismo de avistamiento
		Turismo de buceo
		Investigación científica
	Soporte	Depredador tope
		Consumidor de zooplancton
		Diversidad genética
Aves Marinas	Cultural	Turismo de avistamiento

Objeto de Conservación	Tipo de Servicio	Servicios Ecosistémicos
Aves Marinas		Investigación científica
	Soporte	Depredador tope
		Diversidad genética
Peces Cartilaginosos	Cultural	Investigación científica
	Provisión	Pesca o extracción
	Soporte	Depredador tope
		Diversidad genética
Peces Óseos	Cultural	Tursimo de buceo
		Investigación científica
	Provisión	Pesca o extracción
	Soporte	Consumidor de zooplancton
		Alimento para especies clave
		Diversidad genética
Biodiversidad Bentónica	Cultural	Turismo de buceo
		Investigación científica
	Provisión	Pesca o extracción
	Soporte	Alimento para especies clave
		Hábitat de crianza
		Formadores de hábitat
Producción Primaria	Cultural	Investigación científica
	Soporte	Producción de oxígeno
	Regulación	Regulación de la calidad del aire
Paisaje Natural	Cultural	Turismo de avistamiento
	Soporte	Hábitat de crianza

Al analizar la distribución de SE dentro del área propuesta para su conservación, se observa que todos los SE son provistos en la zona oceánica. En las islas, en general se observa que no hay mayores diferencias entre los servicios entregados por las islas que son parte de la Reserva

Nacional Pingüino de Humboldt y los otros sectores, lo que lleva a concluir que es igualmente importante proteger la Reserva como los sitios adyacentes a ella (Figura 6).



Figura 6. Distribución de los servicios ecosistémicos en las distintas áreas de la zona propuesta como AMCP-MU.

Es importante resaltar la presencia de estos SE, ya que es la conexión entre la comunidad adyacente al área y el mar, cuanto más consciente es la comunidad de la presencia de estos beneficios por parte del océano, más será la intención de protegerlo y preservarlo.

4.3 Definición figura de conservación

Un AMCP-MU es la herramienta más adecuada para gestionar el territorio y conjugar armónicamente el desarrollo económico y la protección ambiental, de tal manera de ir contribuyendo al mejoramiento de la calidad de vida de la población involucrada.

En particular, un AMCP-MU contribuye a que las comunidades costeras involucradas se integren a su entorno natural ya que:

- Aporta a la identificación de las comunidades con sus caletas por el reconocimiento al valor patrimonial y natural de esta zona y que la destacan a nivel regional, nacional e internacional.

- Posiciona a cada una de las caletas como “marcas” en ambas regiones y en el país, lo que le agrega ventajas a la integración comercial de la zona con el mundo, y a la vez refuerza la identidad de la población con su territorio.

Por otro lado, un AMCP-MU es una forma innovadora de administrar y organizar la gestión de las caletas en el ámbito territorial, como así también en el desarrollo económico local. Respecto de este punto se puede destacar:

- Un AMCP-MU promueve el uso sustentable del mar para romper la tendencia negativa respecto a la productividad de las Áreas de Manejo y Extracción de Recursos Bentónicos (AMERBs) en los últimos años[25], permitiendo atraer inversiones que doten de una infraestructura adecuada a la zona, además de impulsar el desarrollo de investigaciones científicas que permitan potenciar su uso.

- A través del AMCP-MU se revaloriza e instaura a esta zona costera como eje de acción y núcleo de expresión patrimonial, y se promueve el trabajo intersectorial, transversal e interdisciplinario en el tratamiento de las temáticas locales.

- Un AMCP-MU facilita la gestión, la promoción y el desarrollo de actividades productivas y de servicios no tradicionales, al darle un carácter de protección especial y con certeza jurídica a la zona. En especial, se levanta la demanda por actividades "no tradicionales" ya que resultan estratégicas para su desarrollo productivo y se plantea la necesidad de fortalecer la industria turística y las actividades relacionadas con los centros de investigación científica.

- Un AMCP-MU genera las condiciones que permiten a la comunidad desarrollar iniciativas innovadoras, a través de un plan de administración que priorice la autonomía y la capacidad de autogestión de los usuarios del área para el desarrollo de actividades económicas.

- El AMCP-MU es una herramienta que permite optimizar los recursos humanos, técnicos y financieros para preservar el patrimonio natural, social y cultural de esta zona costera.

Finalmente, un AMCP-MU puede ayudar a mejorar las destrezas y habilidades de la población requeridas para que ésta se integre al crecimiento de las caletas a través de:

- La capacitación en aquellas habilidades y destrezas productivas orientadas a las nuevas demandas del mercado generadas por el nuevo estatus de la zona.

[25] SUBPESCA, (2005)

- La promoción del compromiso de la comunidad con su calidad de vida, especialmente con su medio ambiente natural.

- La optimización de recursos a través de una adecuada complementariedad entre diversas iniciativas que tengan como destino final el uso de los recursos marinos por parte de la población.

- El fortalecimiento de las relaciones sociales entre las distintas organizaciones de la comunidad local y usuarios de la potencial área de protección.

Es importante mencionar que esta área costera ya cuenta con dos reservas marinas, lo que en los hechos implica la relevancia que se le da desde el Estado a la conservación y preservación de ciertas áreas dentro de la zona. En esta perspectiva, un AMCP-MU tiene la fortaleza de complementar los instrumentos anteriores y darle un marco adecuado a la gestión de los recursos naturales, especialmente marinos, potenciando dos sectores económicos en particular: la pesca artesanal y el turismo.

Lo relevante en este punto es lograr que el AMCP- MU se adecue al contexto socioeconómico local involucrando a la comunidad tanto en la promoción del AMCP-MU como así también en la recepción de los beneficios económicos que esta iniciativa podría traer. Para lograr lo anterior, se necesita que la gestión del AMCP-MU contemple como objetivos de largo plazo:

- Disponer de un equipo promotor legítimo de la iniciativa a nivel local.
- Inserción de una cultura sistemática de integración local en la administración del AMCP-MU.
- Disponibilidad de las herramientas funcionales necesarias para el desarrollo de la integración local.
- Disponer de herramientas de control de los efectos económicos del AMCP-MU.
- Organizar una repartición equitativa de los beneficios económicos en un perímetro ampliado.
- Agrupar la competencia declarada entre los diferentes grupos de usuarios.
- Velar por la reinversión local de las rentas económicas (excedentes).
- Disponer de un modo de autofinanciamiento parcial en beneficio del AMCP-MU.
- Disponer de herramientas de evaluación que garanticen el equilibrio, la conservación y explotación de la biodiversidad.
- Hacer participar a la población en la vida del AMCP-MU.

4.4 Pertinencia del instrumento de protección propuesto

Desde un punto de vista conceptual, un AMCP-MU es una figura con propósito de conservación y uso sustentable, que puede admitir usos en distintos niveles, desde los más "restrictivos" hasta los más "permisivos" en el contexto definido por los objetivos de creación del área. Esto implica que las actividades económicas que se desarrollen en su interior estarán supeditadas a niveles establecidos mediante criterios como la capacidad de carga y/o la compatibilidad de usos, entre otros. En este sentido, un AMCP-MU no pretende regular actividades como la pesca artesanal o el turismo ya que estas se rigen por sus propias regulaciones sectoriales, sino que más bien, busca gestionar de manera sustentable un territorio determinado para lograr objetivos de conservación y desarrollo sustentable, así como lograr que los beneficios de ese desarrollo lleguen a las comunidades locales. Si para lograr estos objetivos se requiere excluir determinadas actividades, la propia figura de AMCP-MU debe definirlo.

Lo anterior implica socializar con la comunidad local las implicancias de la aplicación del AMCP-MU, entre los usuarios del área, de tal modo de que estos conozcan, evalúen y acepten los grados de restricción que conlleva la búsqueda de los objetivos de conservación. Lo anterior es relevante en el caso de actividades de alto impacto ambiental que no sólo afectan las condiciones naturales únicas del área, sino que abiertamente constituyen una amenaza al desarrollo de otras actividades económicas como la pesca artesanal y el turismo.

Dado que Chile no cuenta con un marco institucional y jurídico que otorgue gobernabilidad a los AMCP-MU, el proyecta contempla involucrar al máximo a la comunidad y a los actores interesados en la medida, a través de la elaboración de un plan de trabajo contenido en el Plan de Administración que establezca objetivos de corto, mediano y largo plazo, así como actividades, personas responsables y plazos concretos.

En conclusión, un AMCP-MU en la zona costera norte de la región de Coquimbo y la zona costera sur de Atacama, sería el instrumento más adecuado para coordinar y articular a los actores locales y regionales en los objetivos de conservación y desarrollo sustentable, integrando las actividades contenidas en los respectivos PLADECOs, PLADETUR, supervisando la microzonificación, desarrollando los planes de manejo de los instrumentos de conservación ya existentes e impulsando nuevas medidas de conservación, todo articulado en una visión y un plan estratégico común.

4.5 Análisis de actores locales

Este proyecto en su génesis busca alcanzar objetivos tanto de conservación como de desarrollo económico local. Por tal motivo, una de las mayores preocupaciones ha sido comunicar los alcances de un AMCP-MU entre las comunidades locales (los principales beneficiarios), los grados de restricción que conlleva esta iniciativa, así como levantar información relativa a las necesidades de los usuarios y las posibles competencias existentes respecto al uso del borde costero y del espacio marítimo.

Durante la primera etapa de este informe (2010) se logró identificar 2 grupos de usuarios diferentes. El primer grupo corresponde a los habitantes de las caletas que se encuentran al norte del área: Chañaral de Aceituno, Los Choros y Punta de Choros. Estas localidades han sido las principales beneficiadas con la creación de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt y las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros – Damas, siendo capaces de levantar una oferta turística con mucho potencial, especialmente en lo que concierne a la mayor demanda turística desde el extranjero. Además, sus áreas de manejo para la explotación de recursos bentónicos son las más productivas de la comuna**.**

El segundo grupo de usuarios corresponde a los habitantes de las caletas que se encuentran al sur del área: Chungungo, Totoralillo Norte y Caleta Hornos. Estas caletas mantienen como principal actividad económica la pesca artesanal, específicamente la explotación de recursos bentónicos, aunque sus áreas de manejo son menos productivas que las áreas de manejo que se encuentran más al norte. En nuestras conversaciones con la comunidad se nos confirma que la baja sostenida en el precio del recurso loco, así como la continua migración de su población hacia las ciudades de la región, ha provocado el empobrecimiento y envejecimiento sostenido en estas localidades. Si bien una fracción de estas comunidades -por su situación de extrema necesidad- se abre a la posibilidad de negociar con las empresas que pretenden instalar las plantas termoeléctricas, existe un amplio consenso respecto a terminar con las perforaciones industriales a las 5 millas exclusivas de la pesca artesanal por la flota industrial arrastrera, y en este sentido se sienten atraídos por iniciativas como un AMCP-MU. En este último punto existe un consenso general de las 6 caletas que componen el área a proteger.

En 2017, el Ministerio del Medio Ambiente solicitó una consultoría para hacer un levantamiento de las percepciones por parte de la comunidad frente a la conservación marina. Para este informe se contempló trabajar tanto con los servicios públicos de la zona, como con todas las agrupaciones de pescadores. Como resultado de este estudio, las organizaciones participantes se mostraron en su mayoría a favor de generar estrategias de conservación de la zona, siempre y cuando exista una administración ordenada y una regulación de uso que promueva mejorar las prácticas, no acabar con ellas. Dentro de los diferentes talleres realizados, se pudo hacer un análisis sobre el

conocimiento que los actores tienen sobre el concepto de conservación marina, mostrando diferentes grados de información en cada caleta y falta de conocimiento sobre las posibles herramientas de conservación aplicables en la zona. Además, se pudo generar un mapa de actores, resaltando los diferentes grados de influencia que la propuesta de conservación puede tener sobre ellos (Varas, 2017).

Como resumen de este informe, se destaca un posicionamiento positivo por parte de los pescadores hacia la conservación en contraste al posicionamiento negativo respecto a la instalación de grandes proyectos portuarios que puedan afectar la continuidad de la actividad económica asociada al lugar. Sin embargo, la consultoría no tuvo tiempo de validar la propuesta del AMCP-MU y sugiere ajustar la propuesta a los requerimientos levantados durante el trabajo realizado (Varas, 2017).

4.6 Incidencia de un Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU)

4.6.1 Un AMCP-MU y su aporte a la actividad pesquera

En la zona propuesta como AMCP-MU al norte de la región de Coquimbo se encuentran 7 caletas de pescadores artesanales con 14 organizaciones sindicales, asociaciones gremiales y organizaciones comunitarias. De acuerdo con datos del Registro Pesquero Artesanal publicados por Sernapesca en 2008 había 522 pescadores artesanales inscritos. Al 19 de enero de 2010 esta cifra había aumentado a 581 pescadores inscritos y activos.

En el caso de la única caleta dentro del área propuesta que pertenece a la región de Atacama, Chañaral de Aceituno, el Sindicato de Pescadores cuenta con 114 socios (todos hombres) y un total de 32 embarcaciones del tipo bote a motor (López & Chávez, 2005). No obstante, el número total de pescadores inscritos en Chañaral de Aceituno es de 207. De éstos, los mariscadores son los más numerosos, seguidos por los algueros, de los cuales 5 son mujeres.

En términos pesqueros administrativos la zona propuesta como AMCP- MU se encuentra dividida entre áreas de manejo para la explotación de recursos bentónicos (AMERBs), áreas de libre acceso y dos reservas marinas. De acuerdo con Aburto (2006) un 60% del área que va desde el límite norte de la región de Coquimbo a Caleta Hornos se encuentra bajo el régimen de AMERBs. En total se tienen 17 AMERBs en la comuna de La Higuera (región de Coquimbo) a los cuales se les suma tres AMERBs de Caleta Chañaral de Aceituno (región de Atacama).

Un AMCP-MU tendrá importantes impactos sobre la pesca artesanal. Más allá de darle protección especial a una extensa zona litoral y marítima, la administración del área orientada por criterios de sustentabilidad y enfocada en planes de manejo y evaluación ambiental estratégica permite a

esta actividad proyectarse de manera interesante como una fuente relevante de desarrollo económico.

Desde el punto de vista estrictamente económico, un AMCP-MU:

- Da la posibilidad de generar una actividad económica que entregue ingresos estables a los pescadores artesanales y sus familias.

- Permite convertir la pesca en una actividad económica y ambientalmente sustentable de alta tecnología, alto impacto social y que desincentive la sobreexplotación de los recursos pesqueros.

- Abre la posibilidad a que la zona se transforme en un polo importante de desarrollo para las economías de las regiones de Atacama y Coquimbo al incrementar de manera importante, ya sea en términos de pesca extractiva como en áreas de manejo, la oferta de productos pesqueros de alto precio en los mercados internacionales.

- Incrementa la investigación científica, permitiendo el descubrimiento e identificación de nuevos bancos naturales de recursos hidrobiológicos, lo que se transformará en ventana para el lanzamiento de nuevas actividades económicas.

- Hace posible desarrollar una industria procesadora paralela, lo que redunda en mayor empleo directo e indirecto en las áreas urbanas y otros sectores económicos (transporte, servicios, etc.) a través de los eslabonamientos productivos.

- Desde un punto de vista político, un AMCP-MU consolida la importancia geopolítica de esta zona litoral al producir el arraigo de los pescadores a sus caletas, consolidando los poblados con presencia permanente, así como recibiendo nuevos flujos de inmigrantes.

Para cumplir los puntos anteriores es necesario que la futura administración del AMCP-MU contemple entre sus objetivos:

- Asociar a los pescadores a la gestión del AMCP-MU para que esta sea eficaz hasta la zona de costa, incluyendo las áreas de manejo y de libre acceso, para así preservar los sectores con recursos claves.
- Identificar las necesidades de los pescadores y sus expectativas, con el fin de evaluar lo que es realizable y no.
- Seguimiento biológico de las pesquerías para una mejor explotación del stock en el tiempo.

4.6.2 El Aporte de un AMCP-MU al Sector Turístico

Adoptar una perspectiva de sostenibilidad o de largo plazo implica asumir la responsabilidad explícita de identificar el impacto de la actividad turística, cuidando cada uno de sus componentes de la cadena de valor, ya que si alguno de ellos no tiene la solidez suficiente, será altamente probable que lo haga colapsar y ponga en riesgo o detrimento a la población local. Ciertos aspectos que ejemplifican el fenómeno anterior son el manejo de los residuos sanitarios domiciliarios, la gestión turística del territorio y las políticas de precios.

Con lo anterior, un AMCP-MU da respuesta a este desafío al plantear el desarrollo de la actividad turística a partir del resguardo ambiental de esta área marina y la definición de un proyecto estratégico en torno al capital natural que posee esta zona. Con esto, se potencian dos de los circuitos turísticos definidos en el Plan de Desarrollo Turístico de la Comuna de La Higuera, como lo son el corredor Caleta Hornos – Punta de Choros y parte del circuito minero Chungungo – El Tofo –La Higuera (PLADETUR, 2008).

Más aún, un AMCP-MU tiende a consolidar áreas turísticamente explotadas, como Punta de Choros y Los Hornos, y desarrollar otra área potencial como Chungungo-Totoralillo Norte (PLADETUR, 2008).

En particular un AMCP-MU potencia la actividad turística porque:

- Contribuye a la creación de cultura y conciencia turística entre la población local, en especial la relacionada al turismo sustentable.

- Mejora la gestión turística y entrega oportunidades de capacitación a la comunidad local en materias relacionadas con la actividad.

- Permite dar mayor visibilidad de los productos turísticos, dando más énfasis a las actividades asociadas a los destinos, y a través de esta herramienta de gestión territorial lograr establecer alianzas estratégicas (gobiernos, agencias internacionales, privados, etc.) para penetrar el mercado por múltiples canales.

- Aumenta el conocimiento de los atractivos y destinos turísticos del área, permitiendo configurar nuevas ofertas turísticas a partir del aprovechamiento de los nuevos hallazgos en materia biológica y de biodiversidad que se pueda realizar en la zona.

- Permite mejorar sustancialmente la infraestructura y el equipamiento de los servicios turísticos.

- Crea una referencia clara respecto a la protección ambiental y ordenamiento territorial de la actividad turística con el fin de resguardar los recursos turísticos naturales y culturales.

- Puede constituir un modelo de gestión integral del sistema turístico posible de replicar a nivel comunal y regional.

Todos estos son los beneficios que un AMCP-MU aporta a la actividad turística y pueden aumentar el nivel de competitividad que enfrenta el sector, no sólo en estas localidades, sino que en toda la región de Coquimbo y en parte de la región de Atacama, respecto de otros mercados similares.

Lo anterior tiene directa relación con alcanzar mayores grados de productividad, lo que pasa necesariamente por una integración eficiente y eficaz entre los atractivos turísticos, las inversiones de capital y los recursos humanos, donde un AMCP-MU puede tornarse en una herramienta clave.

Finalmente, es importante mencionar el aporte que puede tener un AMCP-MU al cumplimiento de los objetivos del plan de desarrollo turístico de la comuna de La Higuera, cuyo eje establecido en el PLADETUR 2008 es el de generar un turismo sustentable, en especial en fortalecer las potencialidades diagnosticadas en el mismo plan, las que se encuentran relacionadas a su medio natural poco modificado a lo largo del tiempo y a la existencia de expresiones culturales propias. Estos objetivos se pueden lograr a través de la limitación que puede poner un AMCP-MU al crecimiento de actividades antrópicas que puedan alterar negativamente el patrimonio natural y cultural.

De acuerdo al PLADETUR 2008, la zona de la propuesta de AMCP-MU que comprende a parte de la IV región contiene los siguientes circuitos turísticos, que en las siguientes tablas se indican juntan a los tipos de turismo predominante y las actividades turísticas asociadas a cada uno de ellos. Estos, sin lugar a dudas, deberían potenciarse con el establecimiento de un AMCP-MU en la zona.

4.6.2.1 Turismo de intereses especiales

La zona que se propone como área marina costera protegida, es junto a la Antártica chilena, la zona más estudiada de Chile en la temática de los cetáceos. La diversidad biológica que alberga,

y que ya dio pie a la configuración de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt y dos reservas marinas[26], es única en el mundo.

A partir de esta premisa, las condiciones para desarrollar un turismo de intereses especiales en esta zona son evidentes. Entre estas condiciones podemos mencionar la necesidad de diversificar la estructura productiva en el área, la necesidad de innovar en la oferta turística local, la oportunidad de generar un negocio rentable que vaya en directo beneficio de las comunidades locales, las condiciones políticas e institucionales favorables al impulso de actividades económicas emergentes, así como la iniciativa de los grupos locales.

Sin embargo, existe una serie de cuestiones a las cuales se debe responder para lograr la viabilidad de este tipo de iniciativas turísticas y configurarlas como oportunidades de negocio dentro de un AMCP-MU. Estos van desde el diseño de un Plan de Acción y Administración del área protegida, la inclusión en éste de un Plan de Negocios basado en el desarrollo del turismo y avistamiento de cetáceos, a un Plan de Manejo que dé certeza acerca de la sustentabilidad ambiental de la actividad turística basado en la evaluación ambiental estratégica del área, en la capacidad de carga del ecosistema y en el ordenamiento territorial del área que defina los espacios y usos de ésta. Todo debiera converger en una figura legal que administre el área de tal manera de asegurar la participación real y efectiva de las comunidades locales, así como en compromisos a mediano y largo plazo respecto al desarrollo sustentable de la zona sujeta a protección.

[26] RESERVA MARINA ISLA CHAÑARAL, el 11 de Julio de 2005, la Subsecretaría de Pesca -SUBPESCA, declara la "Reserva Marina Isla Chañaral". Consistiendo en la zona de mar de una milla náutica (1852 metros) en torno al perímetro costero de Isla Chañaral, ubicada en la III Región de Chile (29º01'S-71º37'W). La SUBPESCA, mediante el Decreto que declara esta Reserva Marina, procura mediante el Artículo 2, *"conservar y proteger los ambientes marinos representativos de Isla Chañaral, asegurando el equilibrio y la continuidad de los procesos bio-ecológicos a través del manejo y uso sustentable de la biodiversidad y patrimonio natural"*.
RESERVA MARINA CHOROS – DAMAS, el 11 de Julio de 2005, la Subsecretaría de Pesca –SUBPESCA, declara la "Reserva Marina Choros-Damas". Consistiendo la zona de mar de una milla náutica (1.852 metros) en torno al perímetro costero de las islas Damas (29º13‘S – 71º32‘W) y Choros (29º15‘S – 71º33‘W), ubicadas en la IV Región de Chile. El objetivo principal de la reserva de Islas Choros- Damas es *“conservar y proteger los ambientes marinos representativos del sistema insular constituido por las Islas Choros e Isla Damas, asegurando el equilibrio y la continuidad de los procesos bio-ecológicos a través del manejo y uso sustentable de la biodiversidad y el patrimonio natural.”*

5. ANÁLISIS ESTRATÉGICO

A continuación se presenta un análisis que justifica la consideración de esta área para efectos de conservación.

5.1. Fortalezas

- Patrimonio Natural Único:

  Esta zona costera presenta características naturales únicas, reconocidas internacionalmente. Lo anterior genera que la zona sea de un gran atractivo turístico y científico por la alta presencia de especies catalogadas como únicas, representativas y emblemáticas.

  A lo anterior se agrega que esta zona, junto a la Antártica chilena, es una de las zonas de nuestro país donde más se estudia a los cetáceos. Esta fortaleza intrínseca del área propuesta la hacen única en el ecosistema marino nacional, y parte del patrimonio ambiental de Chile que debe estar sujeta a conservación.

- Oportunidades para la Generación de Empleo:

  La alta biodiversidad detectada en la zona, además de su alto valor paisajístico, son los pilares en los cuales se puede asentar una importante oferta turística de naturaleza.

  Un Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos en esta zona permitiría gestionar de mejor manera la actividad pesquera, principalmente a través de áreas y planes de manejo para recursos marinos tanto pelágicos como bentónicos.

  Todo lo anterior constituye la base para iniciar un proceso de diversificación económica de la zona y de aumento en el ingreso de las familias. Esto implica generar estrategias de negocios y planes de inversión que conjuguen los objetivos de desarrollo de la comunidad local y de los pescadores artesanales de la región, con el objetivo de conservación y manejo sustentable de los recursos naturales propios del área propuesta.

- Prioridades de Conservación Regional:

  Dentro del área propuesta ya se encuentran declaradas dos reservas marinas, Reserva Marina Isla Chañaral y Reserva Marina Islas Choros – Damas, lo que confirma la relevancia ecológica que tiene esta zona y la alta prioridad para conservarla.

Un AMCP-MU sería un paso adelante como una herramienta capaz de dar soporte institucional a la gestión del uso del borde costero, incluyendo las reservas marinas dentro de un contexto de administración pesquera mucho más amplia.

- Reconocimiento de Instituciones Gubernamentales, Privadas y de la Comunidad Local:

  Una serie de agencias gubernamentales regionales han expresado su interés por proteger y darle un status especial a esta área como Sernapesca y CONAF. Asimismo, la comunidad local se ha organizado para proteger su medio natural, especialmente de aquellas industrias de alto impacto ambiental como las termoeléctricas, y los sindicatos de pescadores buscan aumentar la productividad de sus áreas de manejo y cuidar sus recursos pesqueros de la flota industrial arrastrera.

- Existencia de Información de Línea de Base Científica:

  El área cuenta con una base de datos oceanográficos (físicos, biológicos, químicos), geológicos y climáticos que ha sido desarrollada principalmente por investigadores de la Universidad Católica del Norte, que abarca un período de tiempo relativamente amplio y que ha generado varias publicaciones científicas en distintos ámbitos. Mucha de esta información ha sido compilada y analizada a propósito de la creación de las reservas marinas Isla Chañaral, Islas Choros – Damas y el Reserva Nacional Pingüino de Humboldt.

  Esto constituye una fortaleza en el sentido que se cuenta con una línea de base científica y, por lo tanto, las inversiones en investigación pueden ser orientadas a áreas específicas, que aporten al logro de los objetivos de conservación del área y al conocimiento científico internacional.

- Condiciones Climáticas y Ubicación del Área:

  Las buenas condiciones climáticas, de logística y geográficas del área, constituyen una fortaleza para el desarrollo de las actividades propuestas como la investigación científica, el turismo y la fiscalización y vigilancia en forma general del AMCP-MU.

5.2 Oportunidades

- Sinergia con Otras Actividades de Conservación Terrestre:

  De acuerdo al PLADETUR 2008, la zona propuesta como AMCP-MU presenta una serie de circuitos turísticos en su borde costero, los que incluyen a su vez una serie de potenciales actividades turísticas por desarrollar. Lo anterior da pie a la configuración de áreas de conservación más amplias, que incluyan la relación de integración tiera-mar. Además, se apoya la consecución del objetivo del PLADETUR 2008 para la comuna de La Higuera que consiste en maximizar las potencialidades y fortalezas de un medio natural poco modificado a lo largo del tiempo además de las expresiones culturales propias.

  Lo anterior cobra relevancia estratégica si se piensa en la generación de una oferta turística de naturaleza de primer nivel y el aseguramiento de flujos de inversión que vayan en esta dirección.

- Cumplimiento de Compromisos Internacionales:

  Hay una serie de compromisos internacionales asumidos por el Estado chileno en materia de conservación de áreas marinas. En este sentido, la iniciativa de generar un AMCP-MU en esta parte de la costa de Chile contribuiría a posicionarnos como un país que respalda y hace valer sus compromisos en materia de conservación de la biodiversidad.

- Desarrollo de Actividades Productivas con Altos Estándares de Calidad Ambiental:

  Hoy en día los mercados destino de nuestras exportaciones se hacen cada vez más exigentes en cuanto al origen materia medioambiental. Por lo tanto, no es indiferente el que muchos de los productos generados por actividades económicas en el área propuesta, adquieran altos estándares ambientales como fruto de un plan más general de acuerdo a las directrices de administración de una futura AMCP-MU que vinculen la actividad económica con la conservación ambiental.

5. 3 Debilidades

- Desarrollo de la Institucionalidad de AMCP-MU en Regiones:

  Si bien la región de Coquimbo cuenta con una Comisión Regional de Uso del Borde Costero, no cuenta con una Comisión Regional de Áreas Marinas Costeras Protegidas que priorice la formación y administración de AMCP-MU en la región. La inexistencia de un órgano especializado en AMCP-MU podría traer complicaciones pensando en un trabajo fluido y dinámico entre los actores públicos y privados con interés en la conservación de los ecosistemas marinos.

- Potencialidad de Conflictos entre Actividades Emergentes y Objetos de Conservación:

  La zona propuesta para la formación de un AMCP-MU es un área que ya ha estado sometida a la actividad industrial pesquera, en especial la que utiliza el arrastre de fondo, lo que obviamente puede chocar con actividades que se desean potenciar con el AMCP-MU como la pesca artesanal y el turismo. Por lo tanto, es fundamental que la administración del AMCP-MU contemple planes de manejo para los diferentes recursos presentes en la zona, así como también someter todos los proyectos productivos que se deseen realizar en el área al SEIA a través de EIAs que deben ser parte de un plan estratégico general evaluado a través de un plan piloto de evaluación ambiental estratégica.

5.4 Amenazas

- Capacidad Institucional:

  Actualmente, se encuentra en desarrollo la institucionalidad para la formación, supervisión y administración de los AMCP-MU bajo el esquema público-privado planteado para las otras AMCP-MU creadas al amparo del proyecto GEF-Marino, y por lo tanto es un modelo que está en fase de prueba. En tal sentido, la institucionalidad necesaria para una buena supervisión y administración del área es aún parcial y no ha probado su eficiencia en las tareas que le son de competencia. A esto se suma la reforma ambiental puesta en marcha por el Gobierno de Michelle Bachelet, la que ha dejado pendiente aún la creación del Servicio Nacional de Parques y Biodiversidad.

- Escaso Conocimiento de los Beneficios de un Área de Conservación y de Difusión de los Alcances de la Iniciativa:

  En general, existe un bajo conocimiento de los beneficios de establecer un área marina costera protegida de múltiples usos a nivel nacional. Las experiencias más exitosas de esta modalidad de protección son de carácter internacional y las nacionales aún presentan grandes déficits en cuanto al conocimiento que se tiene de ellas. Además, el conocimiento de los beneficios de los AMCP-MU fluye muy poco hacia los usuarios locales (comunidades locales, pescadores artesanales, inversionistas turísticos) que viven o desarrollan su actividad en las áreas de interés para efectos de conservación.

- Aumento de la Tramitación Ambiental:

  La creación de un AMCP-MU es reconocida por la ley ambiental como área protegida, lo que implica que los proyectos, programas o actividades que se realicen o que se planean realizar dentro o en las inmediaciones de ésta, deben someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, lo que implicará un aumento en la carga de trabajo del sistema de gestión ambiental regional, y un aumento en los trámites necesarios para el desarrollo de las actividades, con el consecuente aumento en los requerimientos de recursos humanos y financieros tanto públicos como privados, para una adecuada administración y desarrollo del área protegida.

5.5 Análisis FODA

ANALISIS FODA	OPORTUNIDADES ● **Sinergia con otras actividades de Conservación Terrestre** ● **Cumplimiento de Compromisos Internacionales** ● **Desarrollo de Actividades Productivas con Altos Estándares de Calidad Ambiental**	AMENAZAS ● **Capacidad Institucional** ● **Escaso Conocimiento de los Beneficios de un Área de Conservación y de Difusión de los Alcances de la Iniciativa** ● **Aumento de la Tramitación Ambiental**
FORTALEZAS ● **Patrimonio Natural Único** ● **Oportunidades para la Generación de Empleos** ● **Prioridades de Conservación Regional** ● **Reconocimiento de Instituciones Gubernamentales, Privadas y de la Comunidad Local** ● **Existencia de Información de Línea de Base Científica** ● **Condiciones Climáticas y Ubicación del Área**	El área propuesta tiene **potencialidades** para ser declarada Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos en consideración de sus características naturales intrínsecas (representatividad, exclusividad, potencialidad y complementariedad). Asimismo, puede generar sinergias para el desarrollo de actividades de conservación bajo el principio tierra-mar y estimularía el mejoramiento de estándares de calidad ambiental para la sostenibilidad de las actividades productivas que en ella se realicen, destacando entre estas el turismo de naturaleza y la pesca sustentable.	La institucionalidad, el aumento del deterioro ambiental y el hecho de ser un área protegida oficial aumentan la tramitación ambiental asociada porque requiere que todos los proyectos, programas y actividades se presenten al SEIA, constituyendo **riesgos** para el éxito de la propuesta. Lo anterior, es en parte controlado por las zonificaciones del borde costero de las regiones de Coquimbo y Atacama, y el reconocimiento de usos actuales y potenciales del área. Dado que se requieren ciertos grados de restricción para el buen funcionamiento de los ecosistemas a proteger, y así cumplir los objetivos de conservación propuestos, se hace imperioso generar un Plan de Administración que haga partícipes a las comunidades locales.
DEBILIDADES ● **Desarrollo de la Institucionalidad de AMCP-MU en Regiones** ● **Potencialidad de Conflictos entre Actividades**	Las debilidades identificadas constituyen **desafíos** para el proyecto de área protegida. La sinergia que puede construirse entre el proyecto y otras alternativas de conservación, pueden ayudar a evitar eventuales conflictos entre las actividades emergentes con los objetivos de	La principal **limitante** del proyecto es la capacidad institucional, especialmente la inexistencia de una instancia nacional especializada en áreas de conservación. Este vacío debiera neutralizarse en la medida que se consolide la nueva institucionalidad ambiental, en especial el nuevo Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas.

Emergentes y Objetos de Conservación	conservación, a través de alianzas estratégicas entre cada iniciativa. La propuesta de un AMCP-MU instalaría un instrumento de gestión ambiental relevante para el buen uso de los recursos naturales, dando además continuidad a la planificación del borde costero iniciado por la zonificación de las regiones de Coquimbo y Atacama.	

Fuente: Elaboración Propia

6. RECOMENDACIONES FINALES

De acuerdo a los datos y antecedentes presentados en este informe, el área propuesta tiene **potencialidades** para ser declarada Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU), en consideración de sus características naturales intrínsecas: representatividad, exclusividad, potencialidad y complementariedad. Asimismo, puede **generar sinergias** para el desarrollo de actividades de conservación bajo el principio tierra-mar, y estimular el **mejoramiento de estándares de calidad ambiental** para la sostenibilidad de las actividades productivas que en ella se realicen, destacando entre éstas el turismo de naturaleza.

En términos de **biodiversidad**, considerando toda la información disponible, incluyendo datos sobre el fito- y zooplancton, se encuentran desde por lo menos unas 352 hasta unas 560 especies marinas dentro del área solicitada. Los grupos más diversos representan a 187 especies macro-bentónicas (macroalgas e invertebrados), a 122 especies de aves, 21 especies de mamíferos marinos y 68 especies de peces. Muchas de estas especies, y casi el 50 % de las especies de aves y de mamíferos marinos, se encuentran en un estado vulnerable y algunos incluso en peligro de extinción según el listado de la UICN.

En términos de **Objetos de Conservación**, un 75% de los peces representan especies relevantes para la conservación, siendo el grupo de los tiburones el más grande, con 18 especies y con una de ellas (tollo de profundidad) en peligro de extinción según la UICN. Las otras especies poseen un valor importante dado su rol ecológico, pero también como recursos pesqueros para la pesca artesanal del área y sujeto a regímenes de pesca. En el bentos, un 33% de las especies cumplen un rol ecológico fundamental como bio-ingenieros (macroalgas, hidrocorales y esponjas) y también un número considerable de estas especies son recursos importantes para la pesca artesanal. Entre todos los grupos de organismos marinos se suma un total de 194 especies de importancia para el ecosistema y la conservación. En resumen, casi el 50% de la fauna marina es importante para sostener los ecosistemas marinos del área solicitada como AMCP-MU.

Por otro lado, **en total el área comprende ocho hábitats de importancia ecológica para la conservación**. Sin embargo, se puede localizar la mayoría de los hábitats importantes dentro de tres sectores: en los alrededores de la isla Chañaral, alrededor de las islas Pájaros y entre estas islas y la costa que va de Caleta Totoralillo a Caleta Hornos, donde ocurren los eventos de surgencia y donde la micro-circulación dentro de la bahía grande de Coquimbo produce la retención de nutrientes en el plancton.

En términos de la representatividad e importancia del área para la conservación y un manejo sustentable de la diversidad marina y sus recursos, el área propuesta representa y reúne todas las características para solventar los beneficios de una reserva marina, las cuales incluyen la protección de hábitats, la conservación de la biodiversidad, la protección de los servicios ecológicos, la recuperación de poblaciones y especies sobre-explotadas, exportar individuos a áreas explotadas y asegurar el ambiente para las ciencias, la educación, recreación e inspiración.

El AMCP-MU La Higuera-Isla Chañaral sería el AMCP-MU más grande del Sistema de la Corriente de Humboldt y aumentaría la superficie de conservación de estos ecosistemas marinos únicos del mundo en su riqueza y diversidad a un 0,2%. En este sentido, la creación del AMCP-MU La Higuera-Isla Chañaral será una contribución importante por parte del Estado chileno a la conservación de los ecosistemas, generando un avance importante para lograr mayor representatividad de los ecosistemas costeros en las áreas marinas protegidas que se han creado últimamente en nuestro país.

En **términos socioeconómicos,** en el contexto definido por los objetivos de creación del área, un AMCP – MU permitiría usos en distintos niveles, desde los más “restrictivos” hasta los más “permisivos”. Esto implica que las actividades económicas que se desarrollen en su interior estarán supeditadas a niveles establecidos mediante criterios como la capacidad de carga y/o la compatibilidad de usos, entre otros. En este sentido, el AMCP-MU no pretende regular actividades como la pesca artesanal o el turismo, ya que están se rigen por sus propias regulaciones sectoriales, sino que más bien, busca gestionar de manera sustentable un territorio determinado para lograr objetivos de conservación y desarrollo sustentable, así como lograr que el beneficio de ese desarrollo llegue a las comunidades locales. Si para lograr estos objetivos se requiere excluir determinadas actividades, la propia figura de AMCP-MU debe definirlo.

Lo anterior es relevante ya que el AMCP-MU buscaría proteger a la zona de aquellas actividades industriales de alto impacto ambiental como la instalación de mega-puertas, la pesca de arrastre dentro de las 5 millas marinas y plantas termoeléctricas.

En conclusión, un AMCP-MU en la zona costera norte de la región de Coquimbo y la zona costera sur de Atacama, sería **el instrumento más adecuado para coordinar y articular a los actores locales y regionales en los objetivos de conservación y desarrollo sustentable**, integrando las actividades contenidas en los respectivos PLADECOs, PLADETUR, supervisando la microzonificación, desarrollando los planes de manejo de los instrumentos de conservación ya existentes, e impulsando nuevas medidas de conservación, todo articulado en una visión y un plan estratégico común.

Para impulsar este instrumento, es indispensable que exista un **procedimiento participativo** por parte de la comunidad, donde se pueda **nivelar el conocimiento** en cuanto a conservación marina y a la figura propuesta, logrando así una mayor posibilidad de contar con una comunidad informada que apoye la iniciativa, lo que posteriormente tendrá consecuencias positivas sobre la futura administración del área por parte de la comunidad.

7. REFERENCIAS

ABURTO J (2006) Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos: su efecto sobre los desembarques, ingresos y distribución de pescadores en la zona norte de la cuarta región. Tesis para optar al Grado de Magíster de Ciencias del Mar. *Universidad Católica del Norte*. 99 pp.

AINLEY DG (1980). Birds as marine organisms: a review. CalCOFI Rep, 21, 48-53

ALVERSON D & S HUGHES (1996) Bycatch: from emotion to effective natural resource management. Reviews in Fish Biology and Fisheries 6: 443-462

ARNTZ WE & E VALDIVIA (1985) Incidencia del fenómeno El Niño en el litoral peruano. En: "El Niño" Su impacto en la fauna marina. (Editores Arntz W.E., A. Landa y J. Tarazona). Boletín Instituto Mar del Perú. Callao, Perú. Volumen extraordinario: 91-101.

ARNTZ WE & E FAHRBACH (1991) El Niño — Klimaexperiment der Natur. Physikalische Ursachen und biologische Folgen. Basel: Birkhäuser Verlag.

ARNTZ WE, GALLARDO VA, GUTIÉRREZ D, ISLA E, LEVIN LA, MENDO J, NEIRA C, ROWE GT, TARAZONA J, & M WOLF (2006) El Niño and similar perturbation effects on the benthos of the Humboldt, California, and Benguela Current upwelling ecosystems. Advances in Geosciences 6, 243–265.

BOERSMA D, J OGDEN, G BRANCH, R BUSTAMANTE, C CAMPAGNA, G HARRIS & EK PIKITCH (2004) Lines on the Water: Ocean-Use Planning in Large Marine Ecosystems. In: Glover, L.K. & Earle, S.A. (eds.), Defying Ocean's End: An Agenda for Action. Island Press, Washington, USA. Pp, 125-138.

BONFIL, R. (1994). Overview of world elasmobranch fisheries (No. 341). Food & Agriculture Org.

BROADHUSRT MK (2000) Modifications to reduce bycatch in prawn trawls: a review and framework for development. Reviews in Fish Biology and Fisheries 10(1) 26-60

CAMUS PA (2001) Marine biogeography of continental Chile. Revista Chilena de Historia Natural 74, 587–617.

CAPELLA J, Y VILINA & J GIBBONS (1999) Observación de Cetáceos en Isla Chañaral y nuevos registros para el área de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, Norte de Chile. Estudios Oceanológicos 18: 57-64.

CAPUTI N, JS EDMONDS & DI HEALD (1979) Mercury content of shark from South-Western Australian waters. Mar. Pollut. Bull. 10, 337}340.

CASTELLOTE M, CW CLARK & MO LAMMERS (2012) Acoustic and behavioural changes by fin whales (*Balaenoptera physalus*) in response to shipping and airgun noise. Biological Conservation 147(1): 115-122

CASTILLA JC & RT PAINE (1987) Predation and community organization on eastern Pacific, temperate zone, rocky intertidal shores. Revista Chilena de Historia Natural 60, 131–151.

CEBRIAN E & MJ URIZ (2007) Contrasting effects of heavy metals and hydrocarbons on larval settlement and juvenile survival in sponges. Aquatic Toxicology 81(2): 137–143

CHÁVEZ & TIRADO (2008) "Informe Pesquero Artesanal SERNAPESCA Región de Coquimbo", Programa Pesca Artesanal, Coquimbo.

CROXALL JP, SHM BUTCHART, B LASCELLES, AJ STATTERSFIELD, B SULLIVAN, A SYMES & P TAYLOR (2012) Seabird conservation status, threats and priority actions: a global assessment. Bird Conservation International 22: 1-34.

CROWDER L & S MURAWSKI (1998) Fisheries bycatch: implications for management. Fisheries 23: 8-16 Davies RWD, SJ Cripps, A Nickson & G Porter (2009) Defining and estimating global marine fisheries bycatch. Marine Policy 33(4): 661-672

CUBILLOS GA (2000) Estudio a mesoescala de frentes costeros en la zona centro norte de Chile (30° - 26,2°S) y sus implicancias biológicas. Tesis Biólogo Marino, Fac. Ciencias del Mar. UCN, Coquimbo

CULIK BM & G LUNA-JORQUERA (1997) Satellite tracking of Humboldt penguins (*Spheniscus humboldti*) in northern Chile. Marine Biology 128:547-556.

CULIK BM, G LUNA-JORQUERA, H OYARZO & H CORREA (1998) Humboldt penguins monitored via VHF telemetry. Marine Ecology Progress Series 162:279-286.

CURRIE JJ, SH STACK, SK EASTERLY, GD KAUFMAN & E MARTINEZ (2015) Modeling whale-vessel encounters: the role of speed in mitigating collisions with humpback whales (*Megaptera novaeangliae*).

DAYTON PK (1975) Experimental studies of algal canopy interactions in a sea otter dominated kelp community at Amchitka Island, Alaska. United States National Marine Fisheries Service Fishery Bulletin 73:230-237.

ELLENBERG U, T MATTERN, PJ SEDDON & G LUNA-JORQUERA (2006) Physiological and reproductive consequences of human disturbance in Humboldt penguins: The need for species-specific visitor management. Biological Conservation 133: 95-106

ESCRIBANO R, FERNÁNDEZ M, & A ARANÍS (2003) Physical-chemical processes and patterns of diversity of the Chilean eastern boundary pelagic and benthic marine ecosystems: an overview. Gayana 67, 190–205.

FERTL D, A ACEVEDO-GUTIERREZ & FL DARBY (1996) A report of killer whales (*Orcinus orca*) feedin on a carcharhinid shark in Costa Rica. Marine Mammal Science 12: 606-611

FISHER CR, PY HSING, CL KAISER, DR YOERGER, HH ROBERTS, WW SHEDD, EE CORDES, TM SHANK, SP BERLET, MG SAUNDERS, EA LARCOM & JM BROOKS (2014) Footprint of Deepwater Horizon impact to deep-water coral communities. Proceedings of the National Academy of Sciences 111(32): 11744-11749

FONSECA T & M FARÍAS (1987) Estudio del proceso de surgencia en la costa Chilena utilizando percepción remota. Invest.Pesq. (Chile) 34:33-46.

GAYMER C (2008) Evaluación de línea base de las reservas marinas "Isla Chañaral" e "Isla Choros-Damas". Informe Final FIP Nº 2006-56, 532 pp.

HIDDINK JG, S JENNINGS, MJ KAISER, AM QUEIRÓS, DE DUPLISEA & GJ PIET (2006) Cumulative impacts of seabed trawl disturbance on benthic biomass, production, and species richness in different habitats. Canadian Journal of F isheries and Aquatic Sciences 63(4): 721-736

HORMAZÁBAL S, G SHAFFER & O LETH (2004) Coastal transition zone off Chile, J. Geosphys. Res., 109, 10.1029/2003JC00156.

HUETER RE, WG FONG, G HENDERSON, MF FRENCH & MANIRE CA (1995) Methylmercury concentration in shark muscle by species, size and distribution of sharks in Florida coastal waters. Water, Air, & Soil Pollution, Volume 80, Numbers 1-4, pp 893-899 1995.

IMBER MJ (1975) Behaviour of petrels in relation to the moon and artificial lights. Notornis 22: 302-306

IRIARTE JL & HE GONZÁLEZ (2004) Phytoplankton size structure during and after the 1997/1998 El Niño in a coastal upwelling area of the northern Humboldt Current System. Marine Ecology Progress Series 269, 83–90.

LAST, P.R., STEVENS, J.D., 2009. Sharks and Rays of Australia second edition CSIRO Publishing, Collingwood, Australia 644 pp.

LAW RJ, CR ALLCHIN, BR JONES, PD JEPSON, JR BAKER & CJH SPURRIER (1997) Metals and organochlorines in tissues of a Blainville's beaked whale (*Mesoplodon densirostris*) and killer whale (*Orcinus orca*) stranded in the United Kingdom. Mar. Pollut. Bull. 34, 208e212.

LE CORRE M, A OLLIVIER, S RIBES & P JOUVENTIN (2002) Light-induced mortality of petrels: a 4-year study from Réunion Island (Indian Ocean). Biological Conservation 105: 93-102.

LETH OK & G SHAFFER (2001) A numerical study of seasonal variability in the circulation off central Chile, J. Geophys. Res., 106, 22229-22248.

LUNA-JORQUERA G, A SIMEONE & R AGUILAR (2003) Ecofisiología de animales endotermos en un desierto cálido y un mar frío: El caso de las aves marinas de la corriente de Humboldt. En: Bozinovic F (ed). Fisiología Ecológica y Evolutiva: Teoría y casos de estudios en animales. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. Pp.297-316.

LUNA-JORQUERA, G., FERNÁNDEZ, C. E., & RIVADENEIRA, M. M. (2012). Determinants of the diversity of plants, birds and mammals of coastal islands of the Humboldt current systems: implications for conservation. *Biodiversity and conservation*, *21*(1), 13-32.

MARÍN VH, DELGADO L & G LUNA-JORQUERA (2003) S-chlorophyll squirts at 30° S off the Chilean coast (Eastern South Pacific): feature-tracking analysis. Jour. Geophysical Res.108(C12)3378

MÉNDEZ JP, CAG RAMÍREZ, ADR GUTIÉRREZ & FP GARCÍA FP (2009). Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, *10*(1), 29-44.

MELCÓN ML, AJ CUMMINS, SM KEROSKY, LK ROCHE, SM WIGGINS & JA HILDEBRAND (2012) Blue whales respond to anthropogenic noise. PLoS One 7(2) 32681

MONTOYA M (2002) Análisis de las Inversiones Realizadas en el Sector Pesquero Artesanal entre 1992 Y 1999, Subsecretaría de Pesca, Chile.

MORAGA J, A VALLE-LEVINSON & JL BLANCO (1994) Hidrografía y dinámica de la capa superior del océano en la zona costera del Pacífico Suroriental (30°S). Invest. Pesq. (Chile) 38:55-73

MORALES CE, JL BLANCO, M BRAUN, H REYE & N SILVA (1996) Chlorophyll-a distribution and associated oceanographic conditions in the upwelling region off northern Chile during the winter and spring 1993. Deep-Sea Research I 43, 267–289.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION, CORAL REEF CONSERVATION PROGRAM (2010) NOAA Strategic Plan for Deep-Sea Coral and Sponge Ecosystems: Research, Management, and International Cooperation. Silver Spring, MD: NOAA Coral Reef Conservation Program. NOAA Technical Memorandum CRCP 11. 67 pp

OJEDA P, F LABRA & A MUÑOZ (2000) Biogeographic patterns of Chilean littoral fishes. Revista Chilena de Historia Natural 73, 625-641.

PARRISH JD, DP BRAUN DP, & UNNASCH RS (2003) Are we conserving what we say we are? Measuring ecological integrity within protected areas. BioScience, 53(9), 851-860.

PASKOFF R (1993) Geomorfología de Chile Semiárido. Ediciones Universidad de La Serena.

PAULY D & V CHRISTENSEN (1995) Primary production required to sustain global fisheries. Nature (374): 255-257

PAYNE R & D WEBB (1971) Orientation by means of long range acoustic signaling in baleen whales. Annals of the New York Academy of Sciences 188(1): 110-141

PENEDO DE PINHO A, JRD GUIMARÃES, AS MARTINS, PAS COSTA, G OLAVO, A & J VALENTIN (2002) Total mercury in muscle tissue of five shark species from brazilian offshore waters: effects of feeding habit, sex, and length, Environmental Research Section A 89, 250-258

PEÑALVER EA (2005) Dinámica de la capa superior de la zona costera frente a Coquimbo y su relación con la distribución de nutrientes y clorofila. Tesis Magíster Ciencias del Mar, Fac. Ciencias del Mar, UCN, Coquimbo. 136 pp.

PÉREZ MJ & R MORAGA (2005) Cetáceos en las Aguas adyacentes a la reserva nacional pingüino de Humboldt, periodo 2003-2005. Informe de Avance presentado a CONAF IV región. 7 pp. En literis.

PIZARRO O (1999) Low frequency fluctuations in the eastern boundary current off South America: remote and local forcing, Ph.D. Thesis, University of Gothenburg, Sweden.

PUIG P, M CANALS, JB COMPANY, J MARTIN, D AMBLAS, G LASTRAS, A PALANQUES & AM CALAFAT (2012) Ploughing the deep sea floor. Nature 489 (7415) 286-289

QUINTANILLA, V. 1982. Biogeografía de Chile. Geografía de Chile. Tomo III. Instituto Geográfico Militar. Santiago. 230 pp.

RENDELL L, H WHITEHEAD & R ESCRIBANO (2004) Sperm whale habitat use and foraging success off Northern Chile: evidence of ecological links between coastal and pelagic systems. Marine Ecology Progress Series. 275: 289-295.

RODRÍGUEZ L, R ESCRIBANO, G GRONE, C IRRIBARREN & H CASTRO (1996) Ecología del fitoplancton en la Bahía de Antofagasta (23°S), Chile. Revista de Biología Marina, Valparaíso (Chile) 31, 65–80.

RODRÍGUEZ A, B RODRÍGUEZ & JJ NEGRO (2015) GPS tracking for mapping seabird mortality induced by light pollution. Scientific Reports 5: 10670

RODRIGUEZ A, J MOFFETT, A REVOLTÓS, P WASIAK, RR MCINTOSH, DR SUTHERLAND, L RENWICK, P DANN & A CHIARAIDA (2017) Light pollution and seabird fledgings: targeting efforts in rescue programs. The Journal of Wildlife Management 81:734-741

ROJAS R & N SILVA (1996) Atlas oceanografico de Chile (18 21'S–50 00'S). Volumen I, 1-234

RUTLLANT, J. O. S. É., & MONTECINO, V. I. V. I. A. N. (2002). Multiscale upwelling forcing cycles and biological response off north-central Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, *75*(217), e231.

SANTELICES B (1980) Phytogeographic characterization of the temperate coast of Pacific South America. Phycologia 19, 1–12.

SANTELICES B, JC CASTILLA, J CANCINO & P Schmiede (1980) Comparative ecology of *Lessonia nigrescens* and *Durvillaea antarctica* (Phaeophyta) in central Chile. Marine Biology 59, 119–132.

SIMEONE A, G LUNA-JORQUERA, M BERNAL, S GARTHE, F SEPÚLVEDA, R VILLABLANCA, U ELLENBERG, M CONTRERAS, J MUÑOZ & T PONCE (2003) Breeding distribution and abundance of seabirds on islands off north-central Chile. Revista Chilena de Historia Natural 76: 323-333.

SOTO MV, M MAERKER M, G RODOLFI, SA SEPULVEDA & M CABELLO (2014). Assessment of geomorphic processes affecting the paleo-landscape of Tongoy Bay, Coquimbo Region, central Chile. Geografía Fisica e Dinámica Quaternaria, 37, 51-66

SOUSA-LIMA RS & CW CLARK (2008) Modeling the effect of boat traffic on the fluctuation of humpback whale singing activity in the Abrolhos National Marine Park, Brazil. Canadian Acoustics 36(1): 174-181

SQUEO FA, L LETELIER, CF GAYMER, A STOLL, C SMITH et al. (2010) Estudio de Análisis de Omisiones y Vacíos de Representatividad en los Esfuerzos de Conservación de la Biodiversidad en Chile (GAP-Chile 2009). Instituto de Ecología y Biodiversidad, Santiago, Chile. Informe Final Proyecto 1588-76-LE09. 266 pp.

STORELLI MM, R GIACOMINELLI-STUFFLER & G MARCOTRIGIANO (2002) Mercury Accumulation and Speciation in Muscle Tissue of Different Species of Sharks from Mediterranean Sea, Italy. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 68:201–210

STOTZ W (1997) Las áreas de manejo en la ley de pesca y acuicultura: primeras experiencias y evaluación de la utilidad de esta herramienta para el recurso loco. Estudios Oceanológicos. 16: 67-86.

STOTZ WB, SA GONZÁLEZ, L CAILLAUX & J ABURTO (2003) Quantitative evaluation of the diet and feeding behaviour of the carnivorous gastropod *Concholepas concholepas* (Bruguiere, 1789) (Muricidae) in subtidal habitats in the southeastern Pacific upwelling system. Journal of Shellfish Research 22(1): 147-164.

STOTZ W, J ABURTO & L CAILLAUX (2006) Actividad Pesquero Artesanal en el Sector Costero entre el límite norte de la Región de Coquimbo y Caleta Totoralillo Norte. 14pp.

THIEL M, EC MACAYA, E ACUÑA, WE ARNTZ, H BASTÍAS, K BROKORDT, PA CAMUS, JC CASTILLA, LR CASTRO, M CORTÉS, CP DUMONT, R ESCRIBANO, M FERNÁNDEZ, JA GAJARDO, CF GAYMER, I GÓMEZ, AE GONZÁLEZ, HE GONZÁLEZ, PA HAYE, J-E ILLANES, JL IRIARTE, DA LANCELLOTTI, G LUNA-JORQUERA, C LUXORO, PH MANRÍQUEZ, V MARÍN, P MUÑOZ, SA NAVARRETE, E PÉREZ, E POULIN, J SELLANES, H SEPÚLVEDA, W STOTZ, F TALA, A THOMAS, CA VARGAS, J VÁSQUEZ, JMA VEGA (2007) The Humboldt Current System of Northern and Central Chile: Oceanographic processes, ecological interactions and socioeconomic feedback. Oceanography and Marine Biology: An Annual Review 45: 150 pp.

TILLIN HM, JG HIDDINK, S JENNINGS & MJ KAISER (2006) Chronic bottom trawling alters the functional composition of benthic invertebrate communities on a sea-basin scale. Marine Ecology Progress Series 318: 31-45

TORO F, YA VILINA, JJ CAPELLA & J GIBBONS (2016) Novel coastal feeding area for Eastern South Pacific fin whales (*Balaenoptera physalus*) in mid-latitude Humboldt Current Waters off Chile. Aquatic Mammales 42(1): 47-55

VARAS K (2017) Levantar iniciativas de conservación marina en la región de Coquimbo y Organizar el 4° Congreso Internacional de Áreas Marinas Protegidas "Licitación Nº 612228-4-LE16 de la Subsecretaría del Medio Ambiente.

VILINA, Y. A., & GAZITUA, F. J. (1999). The birds of Sala y Gómez Island, Chile. *Waterbirds*, 459-462.

VISSER IN, D FERTL, J BERGHAN & R VAN MEURS (2000) Killer whale (*Orcinus orca*) predation on a shortfin mako shark (*Isurus oxyrinchus*), in New Zealand water. Aquatic Mammals. 26 (3): 229-231

VISSER I (2005) First Observations of Feeding on Thresher (*Alopias vulpinus*) and Hammerhead (*Sphyrna zygaena*) Sharks by Killer Whales (*Orcinus orca*), Which Specialise on Elasmobranchs as Prey. Aquatic Mammals 2005, 31(1), 83-88, DOI 10.1578/AM.31.1.2005.83

WALLACE RS, GRZYBOWSKI K, DIEBOLD E, MICHAELS MG, TEARE JA & MJ WILLIS (1999) Movements of Humboldt penguins from a breeding colony in Chile. Waterbirds 22(3):441-444.

WALLACE, R. S., & ARAYA, B. (2015). Humboldt penguin *Speniscus humboldti* population in Chile: counts of moulting birds, February 1999–2008. *Marine Ornithology*, *43*, 107-112.

WALKER TI (1976) Effects of species, sex, length and locality on the mercury content of school shark *Mustelus antarticus* (Guenther) from south-eastern Australian waters. Aust. J. Mar. Freshw. Res. 27, 603-616.

WATLING L & EN NORSE (1998) Disturbance of the seabed by mobile fishing gear: a comparison to forest clearcutting. Conservation Biology 12: 1180-1197

WEILGART LS (2007) A brief review of known effects of noise on marine mammals. International Journal of Comparative Psychology 20: 159-168

ZILLERUELO L, D PÁRRAGA & C BRAVO (2015) Informe Final IFOP. Convenio desempeño 2014, Programa de seguimiento de pesquerías de crustáceos demersales 2014: Crustáceos demersales 2014. Instituto de Fomento Pesquero

Informes de Proyectos

Gaymer C, Dumont C, Garay-Flühmann R, Sfeir R, Pérez E, Luna G. Stotz W, Vásquez J, Moraga J, Berríos M, Rojas U, Aburto J, Peñalver E & P Robert. 2007. Diagnóstico Implementación Reserva Marina I. Choros la Higuera. Informe de Avance – Etapa I: Diagnósitco situación sector de Punta Choros. Proyecto FNDR Código BIP 30006824-0.

Acuña E, Alarcón R, Arancibia H, Cortés A, Cid L, Cubillos L & R León. 2008. “Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2007”. Informe Final. Proyecto FIP Nº 2007-19, 418 pp.

Acuña E, Alarcón R, Arancibia H, Cortés A, Cid L, Cubillos L & R León. 2009. “Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2008”. Informes Técnicos FIP. FIP/IT Nº 2008-16, 420 pp.

Chávez y Tirado (2008) “Informe Pesquero Artesanal SERNAPESCA Región de Coquimbo”, Programa Pesca Artesanal, Coquimbo.

González, J., C. Tapia, A. Wilson, W. Stotz, J. M. Orensanz, A. M. Parma, J. Valero, M. Catrilao, and J. Garrido (2005) Bases biológicas para la evaluación y manejo de metapoblaciones de loco en las III y IV Regiones. IFOP (Chile). IFOP, Valparaíso. Informe Final Corregido, Proyecto FIP 2002-16.

Reyes RH, Letelier PJ, Pizarro RM, Braun AM, Valenzuela CV, Catasti BV, Saavedra NJ, Castillo PJ & F Espíndola. 2008. Monitoreo de condiciones bio-oceanográficas entre la I y IV Regiones, año 2007. Informe Final FIP Nº 2007-11, 408 pp.

Castillo J, Saavedra A, Hernández C, Reyes RH, Pizarro RM, Letelier PJ, Hernández S, C. Cerna T., F., López A.,A., Mujica R., A., Uribe T., E., Nava S., M.L. 2008. Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta en la III y IV Regiones, año 2008. Informe Final FIP Corregido Nº 2007-03, 378 pp.

Gaymer C. 2008. Evaluación de línea base de las reservas marinas "Isla Chañaral" e "Isla Choros-Damas". Informe Final FIP Nº 2006-56, 532 pp.

Acuña E, Villarroel JC, Araya M, Hernández S, Andrade M, Cortés A & J Peñailillo. 2007. Estudio biológico-pesquero de los recursos cabinza, machuelo, sierra y blanquillo en la III y IV Regiones. Informe Final Corregido FIP Nº 2006-53, 247 pp.

Comisión Regional de Uso del Borde Costero Región de Atacama “Zonificación de los Usos del Borde Costero Región de Atacama, Memoria Explicativa”. Gobierno Regional de Atacama, División de Planificación y Desarrollo

Comisión Regional de Uso del Borde Costero Región de Coquimbo “Zonificación de los Usos del Borde Costero Región de Coquimbo, Memoria Explicativa”. Gobierno Regional de Coquimbo, División de Planificación y Desarrollo, Septiembre 2005.

Ilustre Municipalidad de la Higuera “Actualización Plan de Desarrollo Comunal La Higuera 2009-2013”, Consultor Nahur Meléndez Castillo, La Higuera, Chile.

Ilustre Municipalidad de la Higuera “Estudio Básico Diagnóstico y Plan de Desarrollo Turístico,Comuna de la Higuera”, Informe Final, 2007.

Acuña E, Villarroel JC, Cortés A, Alarcón A, Cid L, Arancibia H, León R, Cubillos L, Bahamonde R, Canales C, Montenegro C, Leiva B & F Contreras. 2007. Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2006. Informe Final Proyecto FIP Nº 2006-11, 275 pp.

Castillo P, Saavedra G, Leiva DF, Reyes RH, Pizarro RM, Hernández SC, Cerna TF, López AA, Herrera L & G Claramount 2008. Evaluación hidroacústica del recurso anchoveta en la III y IV Regiones. Informe Final FIP Nº 2005-26, 370 pp.

Araya M, Cubillos L & J Peñailillo. 2005.Validación de la edad de la anchoveta en la costa de Chile. Informe Final Corregido 2ª Versión FIP Nº 2004-38, 138 pp.

Castillo PJ., Blanco G. , J. L., Braun, M., Reyes R., H. Robotham V., H. 1994. Evaluación directa del stock de sardina española, anchoveta y jurel (I a IV regiones). 1993. Informe Final FIP Nº 1993-01, 256 pp.

OCEANA, 2016. Informe final Propuesta para la eliminación progresiva de la Pesca de Arrastre en Chile.

López Chávez, Herman (2005) Estado de Situación del Sector Pesquero Artesanal Región de Atacama 2005. Programa Pesca Artesanal Sernapesca, III Región.

Expediente de solicitud

"Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos La Higuera", Región de Coquimbo

Enero 2018

1. Introducción

La zona central de Chile, a la cual pertenece la región de Coquimbo, ha sido identificada como una de las zonas del planeta con una gran cantidad de especies endémicas, únicas de esa área, y cuyo hábitat natural se encuentra amenazado como consecuencia del desarrollo. Estas zonas denominadas "hotspots" o Punto Caliente de Biodiversidad, han sido estudiadas alrededor del mundo y se han identificado solo 25 de ellas.

A su vez, esta zona es parte del Gran Ecosistema Marino de la Corriente Humboldt, uno de los 64 grandes ecosistemas marinos en el planeta y uno de los más productivos (IEB, 2015), el que ha sido definido como uno de los 10 grandes ecosistemas marinos con alta prioridad para ser protegidos en el mundo.

En cuanto a las particularidades regionales, según la clasificación de los Ecosistemas Marinos de Chile (MMA 2016), la región de Coquimbo cuenta con una de las principales zonas de sugerencias, que se traduce en una zona de elevada productividad primaria, lo que se debe a factores oceanográficos excepcionales, con la presencia de dos zonas de surgencias permanentes, un sistema de corrientes marinas de sur a norte, y una conformación geográfica de borde costero y fondo marino que permite una recirculación de las aguas ascendentes desde sur, las que al llegar al archipiélago de islas e islotes de la comuna de la Higuera, permanecen en el sector, generando las tasas de retención y asentamiento larval muy por encima del promedio de la costa de Chile (Stotz, 1997).

Este borde costero y su archipiélago de islas e islotes albergan, además, una importante cantidad de especies que conforman un ecosistema marino excepcional, con 187 especies macro bentónicas, 122 especies de aves, 21 especies de mamíferos marinos y 68 especies de peces, muchas de las cuales, se encuentran en estado vulnerable y algunos incluso en peligro de extinción (OCEANA, 2017). Además, según estudios regionales, Coquimbo posee una de las floras más diversas y con mayores niveles de endemismo en Chile, concentrándose principalmente hacia la costa, donde podremos encontrar más de 300 especies distintas, de las cuales alrededor de 15% tienen problemas de conservación, siendo la más emblemática el Lucumillo (Myrcianthes coquimbensis), clasificada actualmente como en Peligro de Extinción.

Estas características han significado que, dentro de la macro zona Chile central, Coquimbo sea la principal Área de Alto Valor para la Conservación, clasificada así principalmente por su biodiversidad, los servicios ecosistémico que brinda, y porque el esfuerzo de conservación no implicaría demasiado costo (IEB, 2015).

Por otro lado, existen numerosas comunidades costeras que han convivido durante años de forma armónica con este ecosistema, beneficiándose de los servicios ecosistémico que otorga, ya sea a través de la actividad pesquera artesanal, fuente principal de ingresos, como del insipiente y creciente desarrollo del turismo, concentrado en la parte sur de la región (Punta de Choros y el Apolillado), todo lo cual se ha realizado respetando el entorno y haciendo uso del medio de manera sustentable.

Estos valores sin duda hacen que esta zona tenga las condiciones necesarias y suficientes para focalizar los esfuerzos en conservación, situación que regionalmente se ha discutido durante años. Por este motivo, en 1990 se declaró la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt,

protegiendo parte de la zona donde habita el 80% de la población de pingüino de Humboldt a nivel mundial y posteriormente, en 2005 se crearon las reservas marinas de Chañaral e Isla Choros y Damas, resaltando la importancia ecológica de esta zona y su preservación.

Sin embargo, la creación de estas áreas protegidas y los esfuerzos regionales en conservación, han sido insuficientes para resguardar, de las actuales y futuras presiones antrópicas, tanto los ecosistemas como los elementos que lo componen, considerando de manera urgente contar con un marco regulatorio orientado a la conservación.

Por tanto, y en virtud de los antecedentes actuales, los vacíos regulatorios, la urgencia y necesidad de conservación, el presente documento tienen como finalidad entregar la información necesaria para la creación de un Área Marino Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU), que permita planificar el uso del territorio marítimo, evitando el desarrollo de actividades productivas en desmedro de otras, elevar los estándares ambientales de los proyectos de inversión, potenciar actividades productivas locales de bajo impacto, así como otorgar nuevas y mejores oportunidad a las comunidades locales, lo que finalmente se traduce en un desarrollo armónico y sustentable.

Esta solicitud implica además, para el estado de Chile, cumplir con sus compromisos internaciones, tanto en ampliar la superficie protegida hacia otros ecosistemas como Humboldt y Chile Central, como en realizar un manejo y uso sustentable de los recursos marinos en el borde continental.

2. DIAGNOSTICO BIOLÓGICO, SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL

2.1 Características ambientales, ecológicas, climáticas, oceanográficas, biogeográficas y ecosistémico

2.1.1 Ambiente y ecología

Este sector de la costa de la región de Coquimboón es una zona que destaca por los servicios ecosistémicos que brinda, dada la confluencia de características geográficas, oceanográficas y climáticas únicas. Es parte de la región de transición templada del Sistema de la Corriente de Humboldt, y una de las tres áreas más importantes de surgencia costera (afloramiento) del centro-norte de Chile. Los afloramientos se caracterizan por aguas frías altamente productivas de fito y zooplancton, lo que permite el desarrollo de tramas tróficas complejas con grupos de invertebrados y macroalgas bentónicas, peces de forrajeo, tiburones y mamíferos marinos de envergadura como ballenas jorobadas, de aleta y azul; además de aves que nidifican en las islas. Varias de estas especies son importantes en términos económicos y otras tantas se encuentran amenazadas en términos de su conservación y están protegidas.

En cuanto al sistema de islas e islotes, se sabe que estas albergan especies terrestres de importancia ecológica, en caso del archipiélago compuesto por las islas: Choros, Damas, Gaviota, Tilgo, Pájaros 1 y Pájaros 2; y los islotes: Apolillado, Bajo El Toro, Chungungo, Totoralillo y Poroto, es posible encontrar una gran variedad de especies de flora, en su mayoría como problemas de conservación, solo en la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt (Islas Chañaral, Choros y Damas), el 28% de las especies de flora presentan problemas de conservación, y especies de fauna, como la “vaquita de desierto” (*Gyriosomus granulipennis*), insecto endémico de la isla Choros, sin embargo, en su mayoría, estos ecosistemas se encuentran poco estudiados. El conocimiento sobre la biodiversidad alrededor de las islas Chañaral y Choros–Damas ha sido profundizado durante los últimos años y los resultados de estas investigaciones han cambiado drásticamente la imagen del sector desde una zona de baja diversidad de fauna marina a un ecosistema con estructuras complejas y con alta riqueza de especies especialmente de invertebrados marinos.

En cuanto a los ecosistemas marinos, la Fundación OCEANA en el año 2013, identifico las especies de importancia ecológica en la parte marina, de las cuales 6 corresponde a fitoplancton, 15 zooplancton, 19 invertebrados-macroalgas, 24 peces, 40 aves marinas, y 8 mamíferos marinos, arrojando un total de 112 especies.

Desde el punto de vista biológico, ecológico y pesquero, el área destaca por ser un ecosistema marino autosustentable. Hay índices que señalan que la biomasa de especies claves e importantes, como la anchoveta o el loco, representan poblaciones independientes de aquellos distribuidos más al norte o al sur de esta zona, dada la retención de nutrientes al sur de las islas Choros, Damas. La Existencia de poblaciones separadas dentro del área se confirma por la alta abundancia de larvas y de reclutamiento de anchovetas y de loco. Además, se puede asumir que la riqueza planctónica y de reclutamiento de la anchoveta en el área, sustenta poblaciones de adultos más al norte o al sur, donde existe una fuerte presión pesquera sobre este recurso. Por lo tanto, el área destaca como un hábitat crítico de peces de la zona centro-norte del país.

En términos ecosistémicos, el área se sitúa dentro del sistema de la Bahía Grande de Coquimbo, con bahías pequeñas (Punta de Choros, Chungungo, Caleta Hornos) y una franja litoral que varía de metros a kilómetros por la presencia de la cordillera de la costa. La

plataforma continental también varía en su pendiente y extensión, pudiendo encontrar profundidades de 30 metros varios kilómetros hacia el oeste al sur, como abruptos cortes con profundidades de 80 metros a escasos metros de las islas más grandes al norte. Existe a su vez una predominancia de los vientos en la costa es sur-suroeste con máximos en primavera, los que a su vez favorecen los fenómenos de surgencia costera, que se intensifica en la zona de estudio, por la presencia del archipiélago compuesto por islas e islotes.

Los bosques de macroalgas del submareal, en los que dominan *Lessonia nigrescens* y *L. trabeculata* representan uno de los hábitats más típicos de las costas de América Latina de playas con rocas expuestas al oleaje (Santelices et al. 1980) y de la costa chilena entre los 20° y 40°S. Estos bosques de macroalgas representan uno de las componentes más importantes dentro de los ecosistemas marinos, ya que generan una alta diversidad de especies tanto de aquellas que aprovechan el espacio y la protección que ofrecen estas macroalgas, como de aquellas que se alimentan de estas algas. En el área solicitada, dentro de los hábitats de macroalgas se encuentran 35 de las 190 especies macro- bentónicas presentes.

Esta conformación hace que en esta zona exista una alta diversidad de especies ecosistemas y hábitats. Estudios realizados por la Fundación OCEANA y la Universidad Católica del Norte permitieron identificar 12 distintos hábitats de importancia ecológica (tabla N°1)

Tabla N°1: Hábitats de Importancia Ecológica.

Tipo de hábitat	Justificación para su conservación
Zonas de alta producción planctónica	Garantiza el funcionamiento de la cadena trófica
Hábitats de macroalgas	Hábitat de reclutamiento y reproducción para una gran diversidad de invertebrados y peces. Algunas especies de macroalgas se encuentran (sobre) explotadas o manejadas por pesca artesanal (AMERBs)
Hábitats de especies de forraje	Garantiza alimento a una alta diversidad de especies claves de los ecosistemas; incluyen tanto el hábitat de especies pelágicas como bentónicas.
Hábitats de bio-ingenieros	La presencia de bio-ingenieros aumenta la diversidad al generar el hábitat para numerosas otras especies
Hábitats de recursos bentónicos	Importante para conservar/recuperar especies de importancia económica.
Hábitats críticos de peces	Garantiza la sobrevivencia durante todo el ciclo de vida de peces considerados como importantes para el ecosistema o la pesca, especialmente de especies sobreexplotadas o de especies vulnerables como los tiburones.
Hábitats críticos de Aves Marinas	Zonas de alimentación, crianza y reproducción, especialmente de especies vulnerables y en peligro de extinción
Hábitats críticos de mamíferos marinos	Zonas de alimentación para especies de cetáceos vulnerables y en peligro. Zona de residencia y reproducción de colonia de delfín nariz de botella.

Fuente: (OCEANA, 2010)

La misma fundación identifico además siete procesos distintos, que destacan por su importancia para las comunidades que viven en la zona: zonas de alimentación de tiburones; zona de reproducción de aves marinas; zona de crianza de aves; zonas de alimentación de mamíferos marinos; corredor de migración de mamíferos marinos; intermareal rocoso e intermareal arenoso.

2.1.2 Clima

Las características ecológicas que presenta la región de Coquimbo, están dadas por las condiciones climáticas únicas que en su territorio se manifiestan, siendo además una zona de transición del ambiente desértico hacia condiciones de mayor humedad, caracterizada por la aridez derivada de escasas e irregulares precipitaciones y los denominados valles transversales que, de cordillera a mar, influyen sobre las condiciones de agua, suelo y clima.

El AMCP MU solicitada se sitúa en una zona semiárida, con escasas e irregulares precipitaciones, y en los últimos años con extensos periodos de sequía. El clima se define como estepario cálido y nuboso en el litoral, sometido al Anticiclón del Pacífico que es interrumpido ocasionalmente por el patrón climático de El Niño-Oscilación Sur (ENOS). La zona costera terrestre, geomorfológicamente se caracteriza por la presencia de la cordillera de la costa que en la zona entre el Arrayan Costero en la comuna de la Serena por el sur hasta la localidad de Chungungo aproximadamente por el norte, se acerca al borde costero y la presencia de la vaguada costera (niebla o camanchaca) aporta humedad generando un microclima que permite la existencia de vegetación nativa y endémica adaptada a dicha condición, que a su vez, alberga fauna característica que depende de este tipo de ecosistemas.

Presenta una estacionalidad térmica con una oscilación anual alrededor de 6,45ºC, siendo julio el mes más frío (10,8ºC) y enero el más cálido (17,25ºC). La oscilación térmica diaria es de 7,6ºC aproximadamente y la temperatura media mensual se mantiene sobre los 10ºC entre enero y diciembre. Además, en el área existen vientos predominantes de la dirección S-SW con magnitudes promedios en torno a 6 m/s, y con un máximo en el trimestre de primavera (septiembre-octubre-noviembre) y un mínimo en el trimestre de invierno (junio-julio-agosto). La mayor variabilidad de los vientos se nota en el trimestre de invierno y la menor en verano, con magnitudes máximas en torno a 22 m/s en primavera. Estos vientos existentes en toda la región, resultan ser favorables a la surgencia costera durante todo el año, con un máximo estacional en primavera (OCEANA, 2017)

2.1.3 Oceanografía

La bahía de Coquimbo se ubica dentro de la región de transición templada del Sistema de Corriente de Humboldt (SCH) y es una de las tres zonas más importantes de afloramiento o surgencia en el centro–norte de Chile, resultando en aguas altamente productivas de fitoplancton y de zooplancton. La oceanografía general del SCH se caracteriza por un flujo predominante de aguas superficiales de origen subantártico con surgencias fuertes de aguas frías sub-superficiales de origen del ecuador ricas en nutrientes. Los procesos de surgencia o afloramiento en la zona centro–norte son en su mayoría constantes y no acoplados a las estaciones del año estando separadas por sectores con surgencias menores o esporádicas.

La composición de las masas de aguas y las temperaturas del mar por lo general expresan ciclos estacionales bien pronunciados, típicos para una zona de transición templada del SCH. La salinidad presenta valores entre 34,5 psu de mínima y 34,8 psu de máxima en isla Chañaral, y de 34,1 psu de mínima y 35,1 de máxima en las islas Choros – Damas. Sin embargo, existe una

alta variabilidad espacial y temporal de las condiciones térmicas y salinas, debido a la proximidad del foco de surgencia cerca de Punta de Choros y la complejidad de la topografía, producto de la presencia de las islas y de una línea de costa accidentada.

Estudios regionales indican que, la temperatura superficial alcanza alrededor de las islas Choros y Damas en promedio una máxima de 18° C en verano y mínimas alrededor de 12° C en invierno. Como efecto de la surgencia, las temperaturas más bajas se registran comúnmente durante la primavera y cerca de la costa, mientras que en verano se forma una termoclina estacional. Los registros de temperatura en el área indican que existe un enfriamiento de las aguas en el invierno, situación que se comienza a manifestar desde el otoño.

Mediante procesos convectivos el enfriamiento se desplaza desde la superficie hacia el fondo hasta que la termoclina desaparece y se produce una columna de agua con poca variación térmica de un rango de 1° C entre superficie y fondo, con valores superficiales alrededor de los 12°C y de los 11,5°C cerca del fondo. Durante la primavera el agua se calienta sucesivamente, también mediante procesos convectivos, hasta que las temperaturas superficiales presentan valores de 14,5°C en primavera, aumentando hasta cerca de los 19° C en verano. Las aguas cerca del fondo se mantienen frías con fluctuaciones entre 11,5°C en primavera y 12,5°C en verano. La termoclina en la zona presenta poca variación dentro de la columna de agua, producto de un levantamiento de las isotermas cerca de las islas, relacionados a los efectos de la topografía del relieve de fondo y la baja magnitud de los vientos, resultando en una estructura vertical estratificada, con una capa de mezcla poco profunda.

La salinidad como principal indicador de las masas de agua es uno de los parámetros más importantes en esta zona. Como la temperatura, la salinidad presenta cambios estacionales, más pronunciados en la superficie, variando entre 34,3 psu en las épocas de verano – otoño, a valores >34,8 psu en los meses de invierno primavera. Bajo los 50 m de profundidad se produce un aumento de estos valores a máximos cercanos a los 35 psu. Según los datos históricos de la zona, con registros de 1992, 1999, 2002, 2005 y 2006 los valores de salinidad oscilan entre los 34,3 y 34,8, con valores ocasionalmente próximos a los 35 psu, y se puede concluir que las masas de Agua Ecuatorial Sub-Superficial (AESS) con salinidades mayores a 34,7 psu, dominan, principalmente en las épocas de invierno – primavera. Al contrario, durante los meses de verano – otoño la masa de Agua Sub-Antártica (ASSA) con salinidades entre los 34 y los 34,7 psu es dominante. Los autores del proyecto FIP 2006-56 dejan claro "que valores cercanos a 35 psu observados cercanos al fondo confirman el proceso de intrusión de aguas salinas y no un cambio de masas de agua".

Por lo general las corrientes marinas del área demuestran un flujo en dirección hacia el norte de la bahía, como resultado de la influencia del SCH que se dirige desde el sur de Chile en paralelo a la costa en dirección norte; y como resultado de la barrera submarina formada por las islas Chañaral y Choros – Damas este flujo se desvía hacia el mar abierto en el límite norte de la bahía de Coquimbo.

En el sector de las Islas Choros-Damas se observa un patrón de corrientes marinas poco definido, sobre todo en invierno. En verano, y al este de las islas, se presenta un flujo norte con un máximo de ~30 cm/s al norte de Isla Damas. En promedio las corrientes en la capa superficial (entre ~4 y 45m) muestran magnitudes relativamente pequeñas (~5-8 cm/s), lo cual es producto de la distribución vertical de las corrientes con flujos opuestos entre la superficie y el fondo, fenómeno que es menos frecuente en el sector de isla Chañaral.

La distribución vertical de las corrientes en todo el sector entre isla Chañaral e Islas Choros – Damas es variable en dirección y en magnitud producto de la complejidad de la estructura de

las corrientes y la topografía de fondo. Bajo la capa superficial (>20 m de profundidad) las corrientes presentan máximos de velocidad con un flujo hacia el sur, que obviamente actúa conjuntamente con el viento (S-SW) predominante en la capa superficial.

Finalmente, cabe señalar que el patrón de corrientes -especialmente el que se da en la cercanía de las islas Damas-Choros- resulta en la retención de partículas en la columna de agua, un factor que explica la alta producción primaria del fitoplancton en la zona.

En cuanto al fenómeno del Niño y la Niña, o más exacto la Oscilación del Sur ENSO (El Niño Southern Oscilation) se sobreponen a las condiciones oceanográficas locales, complicando cualquier predicción de procesos ecológicos a lo largo de la costa del país. Bajo condiciones de afloramiento se disminuye la corriente de Humboldt y masas de aguas frías bien oxigenadas emergen hacia las zonas eufóticas donde empujan una fuerte producción primaria

Son una parte importante de la dinámica de los sistemas de surgencia y probablemente muchas propiedades de estos ecosistemas se expliquen por la aparición de este fenómeno tal como existen estrechas relaciones entre los subsistemas pelágicos, demersales y bentónicos. El fenómeno de El Niño ocurre desde hace más de once mil años y se caracteriza por el reemplazo de la surgencia de aguas frías, oxigenadas y nutritivas por masas de aguas cálidas de origen ecuatorial, con niveles de oxígeno más bajo y pobre de nutrientes. Las consecuencias ecológicas más características son la disminución de la producción primaria, cambios en la composición y abundancia del zooplancton y cambios en la dinámica poblacional de peces. Hasta hoy se discute si este fenómeno significa solo una catástrofe tanto para la naturaleza como para el hombre o también aporta algunos beneficios económicos y ecológicos.

El Niño ocurre comúnmente en ciclos de aproximadamente 5 años frente a las costas desde Ecuador hasta Chile y en el pasado causó la desaparición de muchos grupos taxonómicos. Sin embargo, toda la investigación científica de las últimas décadas relacionada al ENSO y sus efectos deja muy claro que se trata más bien de una migración de especies y no de la eliminación de éstas. Los mejores ejemplos que confirman esta teoría se presentan en los eventos más fuertes y destacados como en los años 1982, 1983, 1997 y 1998, los cuales resultaron en una mortalidad enorme de aves y mamíferos marinos, dada la ausencia de sus fuentes alimenticias principales como la anchoveta. Sin embargo, las poblaciones de anchoveta sufrieron también de falta de alimento y disminuyeron, pero nunca desaparecieron, sino que- como muchas otras especies de peces pelágicos - la anchoveta se desplazó lejos de las costas hacia el océano.

Hoy en día se debe además considerar el efecto del calentamiento global. Ya existe evidencia científica de que el cambio climático afecta la dinámica y los procesos de los sistemas de surgencia, por lo que se debería evitar cualquier impacto adicional antropogénico que pueda descalibrar adicionalmente estos sistemas muy sensibles.

En resumen, se puede concluir que tanto los efectos positivos como negativos de estos fenómenos siempre han impactado los ecosistemas marinos, la pesca artesanal y las poblaciones costeras, por lo que a nivel regional, se han hecho varios esfuerzos institucionales para monitorear este fenómeno.

Todos estos antecedentes fueros extraídos de informes elaborados por la Fundación OCEANA, los que en conjunto con otros estudios, han permitido evaluar la implementación de herramientas de conservación en el área.

2.1.4 Especies

Una de las principales característica del área es el crecimiento de fito y zooplancton, lo cual potencia la concentración y abundancia de organismos de todos los niveles tróficos de la cadena alimenticia, siendo esta zona relevante para la crianza y alimentación de una gran cantidad de especies de invertebrados planctónicos y bentónicos, peces, aves, mamíferos y algas.

Pese a que en la zona existe una distribución muy homogénea de especies fitoplanctónicas, existe una variación en la composición de las especies, lo que se generan más que nada por los cambios en las condiciones oceanográficas físicas como la temperatura del agua durante las distintas estaciones del año. Además, la composición y biomasa planctónica puede cambiar drásticamente bajo eventos del ENSO.

Estudios regionales han determinado que en la zona existen entre 400 y 500 especies de las cuales al menos 100 (25%) se consideran como especies de importancia ecológica. Los grupos más diversos representan a 187 especies macro-bentónicas (macroalgas e invertebrados), 122 especies de aves, 21 especies de mamíferos marinos y 68 especies de peces. Muchas de estas especies se encuentran en un estado vulnerable y algunos incluso, en peligro de extinción según el listado de la UICN. Otras especies poseen un valor importante dado su rol ecológico, pero también como recursos pesqueros. En cuanto a las especies bentónicas, un 33% de las especies cumplen un rol ecológico fundamental como bio-ingenieros, por ejemplo, las macroalgas, los hidrocorales y las esponjas, y también un número considerable de estas especies son recursos importantes para la pesca artesanal (OCEANA, 2017)

Entre las especies marinas destaca la presencia de gran parte de la colonia más grande de pingüino de Humboldt, la presencia del yunco, lile, guanay y del piquero, 14 especies de cetáceos que se alimentan en la zona, además de especies de importancia comercial como el loca, lapa, erizo, anchoveta.

En cuanto a flora, la región de Coquimbo posee una de las floras más diversas y con mayores niveles de endemismo en Chile. Las áreas con mayor concentración de la biodiversidad vegetal y de especies con problemas de conservación se ubican en ambientes costeros, donde podemos encontrar más de 300 especies de plantas vasculares nativas, sólo entre Puente Juan Soldado y Punta de Choros está el 73% de la flora endémica de Chile (Cavieres LA, 2001), de las cuales alrededor del 15% tienen problemas de conservación, siendo la más emblemática el Lucumillo (*Myrcianthes coquimbensis*), clasificada actualmente como en Peligro de Extinción.

A continuación se describen, los principales grupos de especies marinas presentes en la zona que se solicita como AMCP MU.

Mamíferos marinos: Para el Sistema de Corriente de Humboldt se han señalado una riqueza de 21 especies de mamíferos marinos, de los cuales 17 corresponden a cetáceos. Se sabe que esta es una importante zona de alimentación para ballena jorobada, azul y fin, siendo de esta última la única zona de alimentación fuera de aguas antárticas, sin embargo, la única colonia residente en el área es de delfines nariz de botella.

Esta riqueza en mamíferos marinos convierte a la zona de la Reserva Marina Choro-Damas como el Punto Caliente más importante de la zona norte y central de Chile para la observación, estudio y conservación de estos grupos taxonómicos, y como in elemento importante para el desarrollo de actividades turísticas.

Además de cetáceos, la zona cuenta con especies como el Chungungo, Lobo Fino, Lobo Común y Elefante Marino, que se encuentran según la clasificación de especies del Ministerio del Medio Ambiente, Vulnerable, casi amenazado, preocupación menor e insuficientemente conocido, respectivamente.

Aves Marinas: En el área se han registrado 122 especies de aves, lo cual muestra una alta diversidad de aves y hace de este lugar un sitio altamente representativo de la avifauna marina y terrestre de la zona centro-norte del país, debido en gran parte al sistema de islas e islotes que permite el establecimiento de colonias reproductivas, protegidas de depredadores que se encuentran en la costa. Esta zona cuenta además con la presencia de las principales colonias de nidificación para el pingüino de Humboldt, yunco, piquero y otras aves marinas y terrestres, y durante los meses de invierno, una zona de alimentación y crianza de especies de aves marinas australes.

Esta condición hace que la zona propuesta como AMCP MU, según científicos de la zona, sea un lugar prioritario para la conservación de aves marinas y terrestres.

Peces: Las 68 especies de peces presentes en el área, corresponden aproximadamente al 50 % de los peces conocidos en la zona norte de Chile y 32 % de la ictiofauna chilena. Destaca la alta presencia de los condrictios con un total de 18 especies de tiburones, lo que significa que todas estas especies conocidas en el norte de Chile se encuentran en el área, y junto con las 5 especies de rayas representando un 64 % de todos los condrictios registrados en aguas chilenas.

La anchoveta es posiblemente la especie fundamental del sistema pelágico del SCH. En el área se encuentra una biomasa considerablemente alta y distribuida de manera casi homogénea. Considerando su importante rol como alimento principal para numerosas especies, se puede interpretar la distribución especial presentada con valores de la abundancia más altos al norte de la isla Chañaral y al sur de islas Pájaros y valores más bajos entre las islas como resultado de una fuerte presión por depredadores en el resto del área, considerando que no existe una fuerte presión pesquera en el área.

El resto de las especies de la ictiofauna representa a todos los recursos importantes de la pesca artesanal del litoral central y norte. Considerando la alta biomasa planctónica se debe apreciar también al área como una importante zona de reproducción y de reclutamiento.

Biodiversidad Bentónica: Gran parte de la fauna bentónica del área es representativa de las costas del centro norte del país. Estudios realizados a nivel nacional señalan un total de 1.597 especies de invertebrados presentes entre 18º y 55ºS y de 508 especies de macroalgas. Considerando esa información, las 158 especies de invertebrados presentes en el área, representan el 10% de la fauna bentónica chilena.

En el bentos por lo menos 10% de las especies cumplen un rol ecológico fundamental como bio- ingenieros (corales y esponjas), generando una alta diversidad de especies acompañantes. Dentro de estos bio-ingenieros destacan las colonias de gorgonias, presentes en forma de parches alrededor de cada isla. Aparte de ser especies vulnerables según la UICN y su alta importancia ecológica, los jardines de gorgonias en los alrededores de las islas representan un atractivo para el ecoturismo de buceo.

Uno de los invertebrados bentónicos típicos del SCH es el loco (*Concholepas concholepas*), el cual tiene un alto valor comercial en el mercado nacional e internacional. El sector alrededor de Punta Choros es una zona de alta retención de larvas de este molusco, abundante en toda

la costa centro-norte, y además, de intensos reclutamientos.

Otros recursos bentónicos importantes del Sistema de Corrientes de Humboldt y del área son las tres especies de langostinos, langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*), langostino amarillo (*Cervimunida johni*) y camarón nailon (*Heterocarpus reedi*), distribuidos entre la I y VIII regiones, siendo el recurso objetivo de la flota pesquera industrial más que de la pesca artesanal. Sin embargo, los focos de abundancia de estos pequeños crustáceos en el área representan una biomasa inferior a otros lugares y regiones. Por otro lado, cumplen un rol importante de alimento para peces, mamíferos y aves marinos.

2.2 Usos actuales y potenciales

2.2.1 Antecedentes generales

La comuna de la Higuera fue fundada el 22 de diciembre del año 1842, debido a las actividades mineras que se realizaban, con un auge que motivó la llegada de numerosos familias a localidades como el Tofo. Sin embargo, debido a que la riqueza del lugar se agotó, se produjo un gran éxodo del lugar. Si bien la actividad minera fue predomínate durante décadas, esa situación ha ido variando, por lo que actualmente su población obtiene ingresos económicos desde diversos sectores.

Pese a su fundación, la comuna de la Higuera presenta vestigios de ocupación desde hace muchos más años atrás, incluso prehispánicas de las culturas camanchaca o changa. Los conchales, cementerios, entierros y otros elementos hacen suponer que existió una gran influencia del mar en sus costumbres, lo que es reconocido por los pescadores como su origen en la pesca, generando además una conexión con su actual forma de vida.

Si bien la comuna es eminentemente rural, con un 53% de la población en esa condición, la localidad que concentra el mayor porcentaje de la población sigue siendo la Higuera, que cuenta con los principales servicios comunales como municipalidad, atención de salud, etc., por lo que su población es en su mayoría asalariados, vinculados principalmente al sector de servicios (comercio, turismo, construcción y trasporte).

Actualmente en la comuna existen 11 localidades, de las cuales siete corresponden a localidades mediterráneas, en la que se desarrollan actividades productivas principalmente vinculadas con la ganadería, agricultura y minería, las que se han visto fuertemente afectadas por la escasez hídrica, existiendo una innegable necesidad de diversificar las fuentes de ingreso. Debido a las condiciones climáticas de estas localidades, se han desarrollado, de manera paulatina, proyectos de desarrollo de energías renovables, fotovoltaico y eólico, que significan una alternativa distinta de empleos para las comunidades locales.

Las cuatro localidades restantes que corresponden a comunidades costeras (Caletas Los Hornos, Totoralillo Norte, Chungungo, Punta de Choros), se vinculan con el mar en términos sociales, culturales y económicos. La principal actividad económica que realizan son la pesca y el turismo, que a diferencia de las comunidades mediterráneas, estas se ha potenciado y aumentado en el caso del turismo, lo que ha significado para sus habitantes, principalmente de la localidad de Punta de Choros, beneficios económicos muy por sobre el promedio de ingresos comunales.

Respecto al desarrollo de empresas, alrededor de 230 existirían en la comuna según INE 2015, de las cuales 177 serían microempresas y 27 pequeñas empresas. Y se distribuirían según rama entre el sector de servicios y el sector primario.

A continuación se describen las principales actividades productivas que se realizan en el borde costero de la comuna de la Higuera y el Arrayán Costero de la comuna de la Serena.

2.2.2 Turismo

Tal y como ha descrito SERNATUR, Coquimbo es una región de contrastes. La unión del cielo, el mar y la tierra, en un territorio reducido y con accesos expeditos, brindan al visitante, una interacción única entre la costa del Pacífico y los valles transversales, coronados por la Cordillera de Los Andes y los cielos más transparentes del mundo, origen de la red de turismo astronómico más grande del hemisferio sur, integrada por nueve observatorios turísticos y cuatro científicos, de los cuales uno se encuentra en la comuna de la Higuera.

El turismo de sol y playa despliegan posibilidades de descanso, baño, gastronomía, deportes y entretención en ciudades y balnearios que combinan tradición, modernidad y servicios de calidad. Una posición destacada no sólo en Chile, también en el mundo, le otorgan a la región un potencial de desarrollo que destaca por su diversidad de oferta. Su mar y sus costas se caracterizan por poseer áreas de gran belleza natural como el Parque Nacional Fray Jorge, hacia la desembocadura del Río Limarí por el sur y la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt y Reservas Marinas Islas Choros-Damas, áreas marinas protegidas de gran diversidad biológica, destacadas a nivel mundial.

Estas características han dado a Coquimbo la imagen de una región con vocación al turismo y la naturaleza, concentrando la visitación en el borde costero de Coquimbo y la Serena, seguido del Valle del Elqui y la localidad de Punta de Choros. Datos regionales indican que anualmente llegan más de 600 mil personas, y durante año 2017 más de 61 mil personas visitaron la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, sin embargo, no existen registros de los visitantes que no desembarcan en la isla Damas, y solo visitan la Reserva Marina, lo que podría aumentar las cifras indicadas. Estas cifras son consecuencia de una actividad turística que ha ido en aumentado en los últimos años y se visibiliza como potencial fuente de ingreso económico para los habitantes de la zona.

Si bien la comuna de la Higuera concentra un porcentaje importante de las visitas turísticas de la región, esta tiene características estacionales, con una demanda muy marcada en época estival, y con la localidad de Punta de Choros como destino único, lo que ha generado un desarrollo desigual en el borde costero. Actualmente el turismo que se realiza es principalmente de playa, buceo, pesca recreativa, avistamiento de cetáceos, gastronomía, naturaleza, y paseo en bote, con turistas que llegan por el día a desarrollar una actividad específica. Además, a esta limitada oferta turística, se suma la incertidumbre que genera las condiciones climáticas, ya que si la caleta cierra para el desembarque, los turistas se encuentran con una localidad que no ofrece actividades alternativas para desarrollar en tierra, lo que tienen como consecuencia el retiro de los visitantes.

Pese a las auspiciosas proyecciones en cuanto a la cifra de visitantes, hay que destacar que el desarrollo turístico ha carecido de planificación y orientaciones, lo que se evidencia aún más en la localidad de Los Choros y las caletas de Chungungo, Totoralillo y Los Hornos. Además, existe la percepción en la comunidad que este ámbito está siendo aprovechado por empresas externas, siendo en muchos casos espectadores de una actividad que no les permite percibir ingresos.

Debido a lo anterior, existe una necesidad imperiosa de innovar y diversificar la oferta turística, valorando otros aspectos vinculados al borde costero, orientando al turista hacia

otras localidades, y alargando su estadía, para lo cual se requiere no solo de un instrumento orientador, como el Plan de Administración del AMCP-MU, sino también de infraestructura y herramientas técnicas necesarias para que las comunidades puedan desarrollar de manera sustentable esta actividad.

A modo de síntesis, se puede decir que el turismo se proyecta como una de las principales actividades productivas en el AMCP MU, ya que para el turista es una oportunidad de visitar, conocer y valorar un espacio natural único y de interactuar con los habitantes de las localidades costeras conociendo sus prácticas tradicionales y culturales, y para las comunidades locales es la posibilidad de desarrollar una actividad productiva complementaria, con oportunidades para las nuevas generaciones, que genere un sentimiento de arraigo y valoración de las actividades tradicionales que se realizan.

2.2.3 Pesca Artesanal

Si bien la comuna de la Higuera tiene sus orígenes vinculados a la minería, actualmente la pesca artesanal es la principal actividad económica, dándole identidad a la comuna. Cuenta con 14 organizaciones sindicales, asociaciones gremiales y organizaciones comunitarias, de las cuales seis se agrupan además en una federación comunal. Debido a su alta productividad, aproximadamente el 15% de los pescadores artesanales de la región operan en la comuna de La Higuera. Entre sus principales recursos pesqueros se encuentran la lapa, macha, algas, almeja y el loco, del cual la comuna es la principal zona de desembarque a nivel regional y la segunda a nivel nacional.

Respecto a la infraestructura complementaria, caleta Los Hornos cuenta con una infraestructura portuaria nueva, que brinda espacios para el desarrollo de la pesca artesanal de sus cinco organizaciones, y para el desarrollo del incipiente turismo de naturaleza. Caleta Los Corrales y San Agustín, albergan hace unos años una infraestructura desarrollada para fines pesqueros, pero que actualmente se concentra en el turismo que se va consolidando, pero con aumento descontrolado asociado a las reservas marinas y terrestres. En Caleta Corrales existe además una planta de procesamiento de recursos hidrobiológicos, que actualmente alberga no sólo las embarcaciones pertenecientes a la AG Punta de Choros, sino también a las 12 embarcaciones de AG. Los Choros y Totoralillo Norte posee un varadero de embarcaciones, el que aún no cumple con todas las expectativas de los usuarios del sector, además hay problemas de ocupación ilegal de terrenos fiscales, con tomas y construcción de viviendas asociadas a las actividades productivas. Caleta Chungungo no cuenta con infraestructura portuaria, queja constante de las cuatro organizaciones que operan desde ese sector. Choreadero no posee infraestructura y tampoco existen las condiciones para ese desarrollo.

Respecto a las áreas de explotación, existen actualmente 17 Áreas de Manejo y Extracción de Recursos Bentónicos (AMERBs) vigentes, administradas en convenio de uso por las organizaciones de pescadores de la comuna. Una de ellas se administra a través de una figura que reúne a cinco organizaciones (Funcional La Higuera).

Ante este panorama de ocupación del territorio, las áreas históricas o Áreas Libres (ALAS) disponibles son escasas para la actividad pesquera artesanal. Debido a las restricciones de extracción que existe en las áreas de manejo, las comunidades de pescadores artesanales han manifiéstalo la necesidad de mantener estas áreas libres, que les permite realizar la actividad, principalmente en época invernal.

Importante es destacar el caso de las AMERBs del recurso Macha, que se encuentran ubicadas en la Bahía Choros, ya que luego de mucho tiempo de haber perdido el recurso, este se recuperó gracias a las acciones realizadas por los propios pescadores, siendo hoy en día un área de manejó altamente productiva, que les permite percibir importantes ingresos económicos.

Los lugares de pesca, llamados por ellos "caladeros", se encuentran en diversos puntos del territorio marítimo, los que al no ser asignados con exclusividad, generan conflictos entre los pescadores de la región, o con las lanchas industriales que realizan actividades de pesca de arrastre del recurso camarón nylon y langostino y la pesca con cerco. De estos caladeros se extraen cojinoba, robalo, palometa, congrio, lenguado, corvina, jibia, merluza, jurel, blanquillo, cascajo, cabaña, sierra, jerguilla.

Algunas de las organizaciones están probando con iniciativas de acuicultura a pequeña escala dentro de sus AMERB, de recursos como piure, alga parda huiro flotador o canutillo, ostión del norte. La Universidad Católica del Norte apoya a las organizaciones y se está trabajando con Subsecretaría de Pesca para regularizar las concesiones de acuicultura. Esto supone un gran desafío para diversificar la actividad, ya que la cultura tradicional del pescador/buzo/recolector, es de extracción, por lo que lo más probable es que sólo algunos avancen en este sentido.

Pese a ser la principal actividad productiva del borde costero, existe una alta vulnerabilidad de grupos que pertenecen a organizaciones que no tienen convenio de uso de AMERBs, o que no cuentan con las autorizaciones otorgadas por Sernapesca para ejercer la pesca artesanal, lo que ha fomentado el desarrollo de actividades ilegales dentro de la zona.

La organización A.G. Punta de Choros, además de mantener con convenio de uso dos AMERBs, una de las cuales se sitúa alrededor de la Isla Choros, ejercen de manera exclusiva el paseo en bote a los turistas que visitan la RNPH y la RM Choros-Damas, obteniendo ganancias económicas en época estival y fines de semana largo, muy superior al resto de las organizaciones.

Finalmente, en el área existe una zona de perforación de pesca de arrastre industrial dentro de las 5 millas, asignadas para operar por 5 años. Esta situación es percibida como dañina por los pescadores artesanales, ya que genera un impacto mayor en los ecosistemas marinos, reduce la cantidad de especies que pueden capturar y no genera beneficios locales. Estas autorizaciones se otorgan por el Consejo Zonal de Pesca que corresponde a las regiones de Atacama y Coquimbo.

2.2.4 Acuicultura

Hay proyectos de acuicultura de pequeña escala en AMERBs de Punta de Choros, Los Choros, Chungungo y Caleta Hornos que están en trámite (Piure, ostión, alga parda).

Frente a Totoralillo Norte existen seis concesiones de acuicultura otorgadas y un con Proyecto Técnico Aprobado, para recurso ostión del norte y ostra del pacífico, la mayoría de privados y un del STIPA Totoralillo Norte. Al norte y sur de Isla Tilgo existen dos solicitudes en trámite para salmonicultura. Y finalmente al sur de Caleta Hornos dos solicitudes en trámite para cultivo de dorado (*Seriola lalandi*).

2.2.5 Actividades portuarias

Debido al desarrollo de las principales actividades productivas en el borde costero, existe una infraestructura vinculada a las caletas de Los Hornos, Totoralillo Norte, Corrales y San Agustín, además, en Chungungo se encuentran los restos de la Dársena de Cruz Grande. Esta infraestructura ha sido utilizada para el desarrollo de la pesca artesanal y el turismo, y por los servicios públicos como CONAF, Sernapesca y la Autoridad Marítima, para ejercer sus labores de administración y fiscalización.

Sin embargo, debido a las características geográficas del borde costero, la comuna cuenta con tres sitios identificados como favorables para la instalación de puertos de mayor envergadura, así lo indica la zonificación del uso del borde costero y los instrumentos de planificación territorial.

Esto ha implicado el ingreso al sistema de evaluación de impacto ambiental de dos proyectos que conllevan la instalación de un puerto de medida y gran escala, en los sectores de Totoralillo y Chungungo. Uno de ellos, Cruz Grande, se encuentra con la aprobación del Comité de Evaluación, y con resolución de Calificación Ambiental, sin embargo, debido a situaciones internas de la empresas, no se han iniciado las obras. El segundo proyecto, Dominga, se encentra rechazado por el Comité de Evaluación, y por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, por lo que, a solicitud de la empresa, se encuentra en una etapa de reclamación en el Tribunal Ambiental de Antofagasta.

Se sabe que estos proyectos generaran impactos negativos en las costas de la Higuera, sin embargo, se desconoce la magnitud del impacto que pudiera generara el desarrollo de ambos proyectos en pleno funcionamiento. Esta situación ha generado conflictos ambientales que han sobrepasado los límites locales, generando una discusión mundial respecto a la compatibilidad de este uso portuario con otros como la conservación, el turismo de intereses especiales y la pesca artesanal.

2.1.6 Otros proyectos de Inversión

Para efectos del análisis de los distintos usos en el sector costero de la Higuera, a continuación se muestra una tabla con los proyectos que han ingresado al sistema de evaluación de impacto ambiental en el último tiempo (Tabla N°2). En ella es posible apreciar que, si bien existe una clara tendencia hacia proyectos vinculados con la minería y la acuicultura, existe un crecimiento insipiente de proyectos vinculados al desarrollo de energías renovables.

Tabla N°2: Proyectos de Inversión que se Someten al Sistema de Evaluación Ambiental

Nombre del proyecto /Titular	Rubro/ n°RCA/Fecha	Monto de Inversión (MMU$)	Estado
Puerto Cruz Grande/ Compañía Minera del Pacífico	Portuario-Minero /RCA n°10/ 30-01-2015	250 MMU$	EIA Aprobado
Centro de Cultivo de Abalones/ Ocean Matters S.A:	Acuicultura/RCA n°69/18-03-2009	6 MMU$	EIA Aprobado
Dominga/Andes Iron	Portuario-Minero	2.500 MMU$	EIA En Calificación
Parque Solar Pirita	Energía Renovable	161 MMU$	EIA En Calificación
Centro de Cultivo de Abalón Japonés Cruz Grande/ Comercial	Acuicultura/RCa n°13/ 21-01-2003	3 MMU$	DIA Aprobado

Panamericana S.A.			
Cultivo Intensivo Estanques de Abalón Japonés/ Acuícola Chungungo	Acuicultura/RCA n°27/ 04-02-2003	2,82 MMU$	DIA Aprobado
Cultivo Ostión del Norte Totoralillo Norte/ Carlos Brieba	Acuicultura/ RCA n° 50/ 11-02-2008	0,084 MMU$	DIA Aprobado
Cultivo Ostión del Norte/Juan Allendes	Acuicultura/RCA n° 35/ 30-01-2008	0,15 MMU$	DIA Aprobado
Centro Cultivo Salmones/ Trusal S.A.	Acuicultura/RCA n° 139/19-11-2003	0,35 MMU$	DIA Aprobado
Cultivo Ostión del Norte y Ostra del Pacífico/ Luis Pangue	Acuicultura/RCA n° 17/ 01-02-2005	0,08 MMU$	DIA Aprobado
Ostión del Norte, Mitílidos y Macrocystis sp/ Sindicato de trabajadores Independientes, Pescadores Artesanales Totoralillo Norte	Acuicultura/N°63/12-06-2013	0,25 MMU$	DIA Aprobado
Parque Eólico Punta Colorada/ Laura Emery	Energía Renovable/ RCAn° 186/ 30-10-2007	19,5 MMU$	DIA Aprobado
Ampliación Eólico Punta Colorada/ Barrick Chile Generación S.A.	Energía Renovable/RCA n° 303/ 17-09-2008	70 MMU$	DIA Aprobado
Central Termoeléctrica Punta Colorada/ Barrick Chile Generación Ltda.	Energía/RCA n° 111/ 26-06-2007	50 MMU$	DIA Aprobado
Prospección Dominga/Andes IRON	Minero/RCA n° 90/14-07-2011	30 MMU$	DIA Aprobado
Proyecto Minero Resguardo/ Geomilenium SpA	Minero/RCAn°55/ 25-05-2013	7,5 MMU$	DIA Aprobado
Prospección Minera Mescalero/ Soc. Contractual Minera Rock Exploration	Minero/RCA n° 58/04-06-2012	0,37 MMU$	DIA Aprobado
Prospección Minera Las Posadas /Global Hunter Chile Ltda.	Minero/ RCA n° 4/04-01-2008	0,65 MMU$	DIA Aprobado
Proyecto Minero Manto de Agua Grande/ EXPLODESA	Minero/RCAn° 126/ 22-11-2004		DIA Aprobado
Proyecto Mol/ Jorge Cárdenas E.I.R.L.	Minero/RCA n°54/23-05-2012	8 MMU$	DIA Aprobado
Prospección Minera La Higuera/Minera Peregrine	Minero/ RCA n° 78/29-07-2005	0,45 MMU$	DIA Aprobado

Recuperación Industrial de Minerales de Hierro desde Acopios Y Rodados El Tofo/	Minero/RCA n° 44/ 28-04-2004	1,62 MMU$	DIA Aprobado
Relleno Sanitario La Higuera-Punta Colorada/ Municipalidad de La Higuera	Sanitario/RCA n° 60/ 11-03-2009	0 MMU$	DIA Aprobado
Plan General de Administración de Reserva Marina Choros-Damas	Ambiental/RCA n°5/07-10-2010	0 MMU$	DIA Aprobado
Proyecto Loteo Villa Canadá- Chungungo-la Higuera/ Comité de Adelanto Villa Canadá	Vivienda/ RCA n°89/ 25-04-2002	0 MMU$	DIA Aprobado

Fuente: Varas, 2017

2.3 Principales Amenazas

Como se ha descrito anteriormente, la zona presenta características ecológicas, climáticas y oceanográficas que la hacen única dentro del Gran Ecosistema Marino de la Corriente de Humboldt. Estos valores, y sus diversas y complejas interacciones, hacen a su vez, que sea altamente frágil y sensible a las presiones antrópicas.

Si bien las comunidades se han beneficiado históricamente de los servicios ecosistémicos de bienes y servicios que la zona proporciona, la falta de planificación y orientaciones para el desarrollo de actividades productivas, han generado que la zona este bajo constante amenaza.

Las principales presiones que existen sobre el área de interés se pueden agrupar en cinco grupos principales: el tráfico marítimo, la pesca, turismo no planificado o descontrolado, el fenómeno del cambio Climático, y actividades humanas vinculados al borde costero como el desarrollo inmobiliario.

2.3.1 Tráfico Marítimo

Entre las actividades marítimas que significan una amenaza para especies marinas y sus hábitats se encuentra la navegación de embarcaciones mayores y menores pero también fondeaderos y atracaderos.

La principal amenaza del tráfico marítimo lo constituye un derrame accidental de combustible u otro líquido químico, y los desechos arrojados al mar, que debido a las corrientes marinas, se trasladaría por la costa, lo que afectaría casi todos los ecosistemas y procesos ecológicos, y la mayoría de los objetos de protección definidos para el área, incluidos los caladeros de pesca. Los cetáceos y aves marinas, especialmente los pingüinos, pero también todos los peces pelágicos y otros como el tollo de profundidad (*C. nigrum*), se verían fuertemente afectados en caso de una ocurrencia de derrame,

Otras amenazas importantes vinculadas al tráfico marítimo se asocian con la muerte o heridas graves que provocan las colisiones de embarcaciones mayores con animales, principalmente mamíferos y aves marinas, y las heridas provocadas por impactos de hélices de embarcaciones menores. Estudios realizados en año 2017 señalan que en Chile, se han registrado interacciones entre cetáceos y embarcaciones para el calderón de aleta corta (*G. melas*),

ballena fin o ballena aleta corta (*B. physalus*), el cachalote (*P. macrocephalus*) y tursion o delfín de nariz botella (T. truncatus), solo por nombrar aquellas especies registrados en la bahía de Coquimbo. En el caso de las aves, embarcaciones mayores, incluyendo las de la pesca industrial, han generado que especies de ave marina en vuelo, choquen contra el puente, mástiles u otra infraestructura que sobresalga del casco.

La contaminación acústica también se ha identificado como amenaza, debido a que afecta a cetáceos mayores y menores. Según la UICN, el ruido de motores afecta delfines y orcas durante actividades tan importantes como la alimentación y el descanso, identificándose cambios de comportamiento en especies como ballena azul, ballena fin y jorobada.

Finalmente, el uso de iluminaria en los buques durante la noche, también representa una amenaza a la fauna local, ya que causa una alta mortalidad de aves marinas, debido a que especies como pato yunco, en peligro de extinción según UICN, son especialmente atraídos hacia la luz, desorientándolos, lo que puede causar mortalidad en masa por colisión (OCEANA, 2017).

2.3.2 Pesca

De todas las actividades pesqueras, la mayor amenaza proviene de la pesca industrial pelágica y de fondo, ya que afecta a especies de importancia comercial, emblemáticas o con problemas de conservación, como procesos ecológicos importantes, ya que las áreas de pesca se extienden a las zonas de reproducción, crianza, alimentación y migración de mamíferos y aves marinas.

En el fondo del océano los bosques de algas submarinas, los bancos de moluscos, la gran variedad de corales y las esponjas de aguas frías, forman verdaderos refugios para que los peces y demás animales se críen y alimenten. Se trata de hábitats que, en algunos casos, han demorado cientos, e incluso miles, de años en crearse y que, sin embargo, pueden ser destruidos en pocos minutos si sobre ellos pasa una red de arrastre. Muchos de estos hábitats se encuentran en el área que se propone proteger. La destrucción que la pesca de arrastre de fondo produce en las complejas comunidades que habitan el fondo oceánico, contribuye a la declinación de las pesquerías ya que tales comunidades proporcionan las condiciones para resguardar y proteger el crecimiento de una gran variedad de especímenes juveniles de peces e invertebrados marinos.

En definitiva, una vez que el hábitat esencial ha sido destruido producto de la pesca de arrastre de fondo, stocks de peces de valor comercial, así como otras especies que dependen del fondo marino para su desove, cría, protección, alimentación y refugio, declinan drásticamente y pueden desaparecer, si no se limitan estas prácticas oportunamente. La pesca de arrastre, tanto de fondo como de media de agua, es la menos selectiva de todas, pues consiste en un arte activo que va agresivamente en busca de aquellos que viven sobre el fondo marino o cerca del mismo. De esta forma, la red de arrastre no sólo extrae los peces que son objetivo de la pesca, sino que también captura una gran diversidad de otros organismos que constituyen el llamado “bycatch” o fauna acompañante y además daña el fondo marino donde se encuentran estas especies. La fauna acompañante puede ser conservada o descartada, ya sea porque una especie determinada de fauna acompañante excede la cuota permitida o porque su valor económico es muy bajo y por ende no es considerada dentro de los desembarques totales. La pesca incidental, y el descarte ha provocado gran inquietud por las consecuencias ecológicas que puede tener sobre la biodiversidad marina (OCEANA, 2017).

La pesca artesanal (incluyendo las actividades de extracción de moluscos y macroalgas dentro de las AMERBs) significan una amenaza menor de destrucción de hábitats bentónicos y de perturbación para algunas especies de aves marinas como el pelícano (*P. thagus*) o el yunco (*P. garnotii*). Sin embargo, la pesca artesanal no regulada como la recolección de mariscos y extracción de macroalgas fuera de las AMERBs aumentan la presión sobre los hábitats bentónicos, mamíferos y aves marinas y también pueden generar una sobreexplotación de recursos marinos.

Uno de los lugares más amenazados actualmente son los Islotes Pájaros que no se encuentran bajo ninguna protección o manejo pesquero que regule la extracción de mariscos, peces o macroalgas.

Finalmente, hay que destacar que la pesca de investigación para el monitoreo de los recursos pelágicos y bentónicos también implica una fuerte amenaza, al usarse la técnica de numerosos lances de pesca con redes comerciales. Por ejemplo, para el monitoreo de la pesca de langostinos y del camarón nailon el año 2011, se realizaron 49 lances de pesca con arrastre de fondo en el área de la propuesta (FIP 2011-1/02).

2.3.3 Turismo no planificado o descontrolado

El turismo es una de las principales actividades productivas que se desarrolla en la zona, principalmente vinculado a las observaciones de especies marinas en la Reserva Marina Choros-Damas y la visitación de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, ubicadas al norte de la comuna. Debido a periodos de sobreexposición mediática del sector de Punta de Choros, el turismo creció de manera exponencial en los últimos años, generando nuevos ingresos para las comunidades locales, pero que sin embargo, ha generado efectos e impactos significativos, debido a la carencia de planificación y regulación.

El turismo descontrolado y carente de planificación por tanto, se trasforma en una amenaza actual para los objetos de protección, y potencial para otros sectores que aún no desarrollan el potencial turístico de la zona. El manejo de residuos, que finalmente son arrojados al mar, el tráfico marítimo excesivo, que altera los hábitat de las especies, el acoso constante que sufren especies de mamíferos marinos, el impacto que genere el ruido de las embarcaciones, las presiones antrópicas de los visitantes, son solo algunos de los impactos negativos que puede generar el turismo.

2.3.4 Cambio climático

Chile presenta una gran variedad de ecosistemas y de especies marinas que estarían siendo afectadas por cambios en las condiciones hidrológicas y ambientales derivadas del cambio climático y variabilidad del clima, y estarían generando múltiples respuestas directas e indirectas.

El cambio climático afectaría a las especies marinas pelágicas, demersales y bentónicas, en la medida en que se modifiquen las condiciones físicas, químicas y biológicas que determinan su productividad, desarrollo, alimentación, reproducción, abundancia y distribución. Cabe señalar que los recursos pelágicos, y probablemente también los demersales, presentan marcadas fluctuaciones en su abundancia en estos ecosistemas dinámicos, con colapsos abruptos de alternancia de especies. Estos últimos se reflejan en cambios de régimen del ecosistema entero, los cuales tienen notable impacto en la estructura, dimensión y dinámica de las pesquerías. Se considera además, que las pesquerías sobreexplotadas o en agotamiento son las más vulnerables al cambio climático.

Dentro de la incertidumbre que genera los posibles efectos generados en los océanos y sectores costeros, como consecuencia del cambio climático, estudios han permitido establecer cuáles podrían ser estos. En el caso de Chile, los cambios observados y esperados son los siguientes:

- Alteración en la temperatura superficial del mar
- Disminución del oxígeno disuelto
- Modificación en el nivel medio del mar.
- Acidificación de los océanos
- Oscilación del sur (ENOS y de El Niño-La Niña y cambios interdecadales
- Recursos pesqueros
- Acuicultura

Esta información ha sido extraída del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático para Pesca y Acuicultura, elaborada en el marco del Plan Nacional de Acción al Cambio Climático, el que tiene por objetivo, generara acciones que permitan la adaptación a los efectos o impactos que ya se sabe generará el cambio climático a los ecosistemas costeros, especies y sectores costeros.

Los pescadores artesanales de la Higuera ya han podido identificar algunos impactos del cambio climático, como mayor abundancia y frecuencia de las marejadas, que impiden el desarrollo de turismo de navegación, las alteraciones estacionales de las especies comerciales, el cambio de la temperatura del mar, etc.

2.3.6 Actividades humanas en el borde costero.

Existe una amenaza permanente por el uso del borde costero, vinculada a los procesos de urbanización y de asentamientos humanos permanentes o temporales, las actividades asociadas a estos asentamientos, y la posible industrialización o instalación de megaproyectos.

Los principales impactos derivados de la urbanización y de asentamientos humanos, así como la construcción de rutas y caminos de acceso, tienen relación con la pérdida de hábitat para especies marinas que habitan el intermareal, como el chungungo, así como especies de flora y fauna terrestres. Sin embargo, no es los único que genera impactos, ya que las actividades recreativas, los ruidos, la mala disposición de residuos sólidos y la instalación de emisarios submarinos, pueden significar presiones antrópicas importantes, que afectan a ecosistemas y especies.

Además, la industrialización del borde costero en la comuna de la Higuera generaría enormes impactos directos tanto en el proceso de construcción como de funcionamiento, principalmente vinculados a la pérdida de hábitat, la contaminación acústica, contaminación lumínica, contaminación ambiental, contaminación de aguas, entre otras. Esto sin duda causa una alteración del hábitat natural de especies, una disminución de las poblaciones, o una posible pérdida de especies que se observan en el borde costero.

3. DIAGNÓSTICO DE FACTIBILIDAD DE PROTECCIÓN

3.1 Análisis para la identificación de problemas, sus causas y alternativas de solución

En base a la información recopilada, las reuniones y los talleres realizados, podemos decir que el territorio presenta varios problemas actuales, los que se pueden agrupar en:

1. Ruptura de la estructura social del territorio, que tiene un origen conocido, asociado a la precepción de desigualdad de beneficios que han generado algunas iniciativas de conservación y desarrollo local, como la declaración de la Reserva Marina isla Choros-Damas, que mermó la posibilidad de pesca de algunos gremios de las caletas ubicadas al sur de la Reserva Marina, lo que a su vez permitió un desarrollo exponencial del Turismo que beneficia a las caletas ubicadas al norte de la comuna. Esta percepción de desigualdad de beneficios, se ha intensificado aún más, con las practicas usuales de proyectos de inversión, que benefician económicamente a algunas localidades por sobre otras.

Si bien este problema social no es posible resolver bajo el alero de la creación de un AMCP-MU, es probable que, si todas las localidades tienen la posibilidad de desarrollar sus potencialidades (gastronómicas, turísticas, investigación, pesca artesanal, etc.), y esto se traduce en mejores oportunidades para los habitantes de las comunidades costeras de la comuna, los conflictos actuales disminuyan con el paso del tiempo.

2. Compatibilidad de usos, o usos que significan un riesgo para la conservación del área, como son la pesca industrial que ocurre dentro de las 5 millas, y la vocación portuaria del territorio. Si bien la pesca industrial es una actividad que se realiza actualmente, con autorización de los organismos competentes, es necesario que sean incluidos en la organización y administración de la AMCP-MU, de manera de acordar con el gremio, el mejorar las practicas, para evitar daños ambientales o ecosistémico en el área. Distinto es el caso de las actividades portuarios industriales, ya que si bien hay proyectos que se han desestimado debido al posible impacto ambiental que pudieran generar, la vocación portuaria del borde costera de la Higuera es vista como una oportunidad de desarrollo por parte de la comunidad, lo que ha generado una fuerte presión por desarrollar proyectos de índole industrial. Además, ambas actividades pueden ser incompatibles con otros usos que se podrían potenciar en el área, a propósito de la creación de la AMCP-MU, como es el caso del turismo de intereses especiales y la pesca artesanal.

Por lo tanto, es fundamental que la administración del AMCP-MU contemple planes de manejo para los diferentes recursos presentes en la zona, así como también someter todos los proyectos productivos que se deseen realizar en el área, al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

3. Gobernanza y administración, ya que si bien la región cuenta con una instancia técnica de discusión de iniciativas de conservación marina, y con una Comisión Regional de Uso del Borde Costero, la institucionalidad debe fortalecerse, lo que se traduzca en mejorar los mecanismos de administración y supervisión de una posible nueva AMCP-MU.

4. Desconocimiento general de las implicancias de la creación de un AMCP-MU, no solo de la ciudadanía, sino también de algunos servicios públicos. Esta situación se debe, en gran medida, a la incapacidad de la institucionalidad, de realizar un proceso informativo permanente, lo que ha significado una seria de especulaciones respecto a los beneficios asociados a la declaración del AMCP-MU, lo que se traduce en una desaprobación basada en el desconocimiento.

Debido a la diversidad de usos y de actores, los problemas presentes en la zona son diversos y a distintas escalas, por lo tanto, para asegurar una administración efectiva del AMCP-MU es fundamental mejorar los mecanismos de comunicación y participación, asegurar la continuidad de las acciones y compromisos, contar con financiamiento suficiente y un equipo de trabajo acorde.

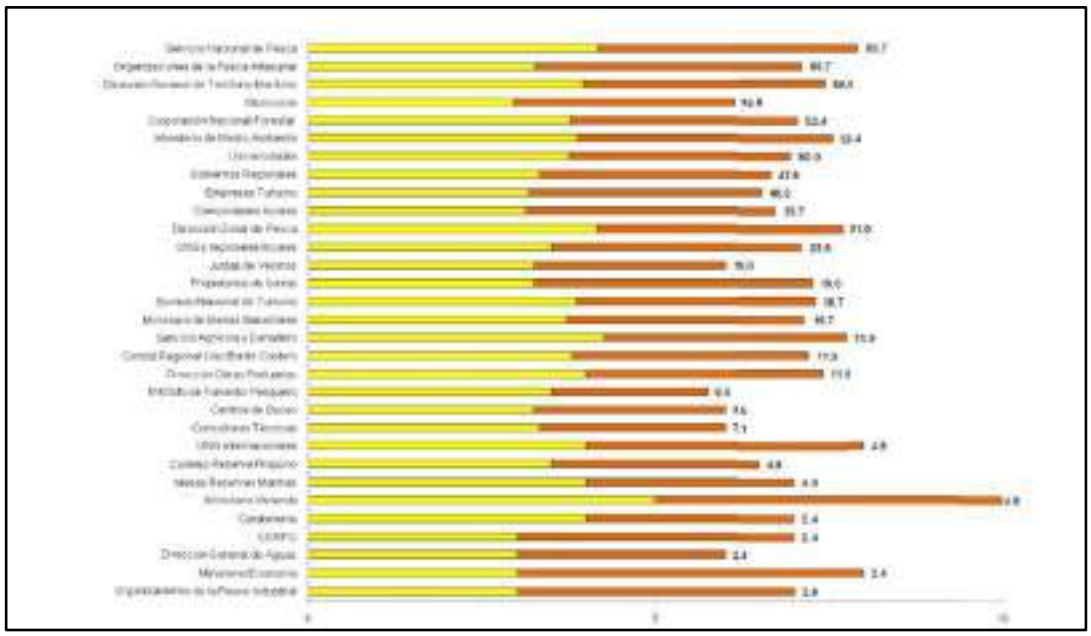
3.2 Mapas y análisis de los actores

La comuna de la Higuera alcanza los 4.158 km2, siendo una de las más extensas a nivel regional, superficie distribuida desde la cordillera hasta la costa, contando además con una extensión de 70 km de borde costero. En la comuna existen once localidades, de las cuales, cuatro corresponden a localidades costeras (Caletas Los Hornos, Totoralillo Norte, Chungungo, Punta de Choros), que se vinculan con el mar en términos sociales, culturales y económicos. Aunque la localidad de la Higuera (capital comunal) es la que concentra una mayor población, las localidades costeras concentran alrededor de un tercio de la población comunal (INE, 2005)

Un estudio mandatado por OCEANA el año 2013, realiza una caracterización de actores claves a través de tres dimensiones: autopercepción de importancia en procesos de toma de decisión sobre recursos naturales, actores en redes sociales interorganizacionales y percepción de actores claves para la planificación del AMCP-MU, identificando 44 actores como relevantes en el uso, manejo o conservación de los recursos naturales, y 31 actores claves para participar en la planificación e implementación de la AMCP-MU, de los cuales, los más relevantes fueron en primer lugar las Agencias de Gobierno Central (principalmente DIRECTEMAR, Ministerio del Medio Ambiente, y CONAF), seguido por las organizaciones de pescadores artesanales y Sernapesca, y finalmente los Gobiernos Regionales, Municipalidad y Universidades.

La figura N°1 muestra el universo de actores claves identificados en este estudio, a partir de la percepción respecto a la capacidad para planificar e implementar una AMCP-MU (barra amarilla), y la influencia en el área y sobre otros actores (barra roja), ordenados según la frecuencia con la que fueron mencionados por otros actores es la siguiente:

Figura N°1: Universo de Actores Claves
Fuente: Cárcamo, 2013



A su vez, un estudio mandatado por la SEREMIA el Medio Ambiente Región de Coquimbo, identifica como actores claves, para evaluar y elaborar una propuesta de conservación, a los servicios públicos regionales con competencia en el área, los que a su vez integran la Mesa Técnica de Conservación Marina (Tabla N°3), y a las organizaciones de pesca artesanal vinculadas a las localidades costeras, que corresponde a la totalidad de organizaciones de pescadores artesanales de la comuna (Tabla N°4). El mismo estudio revela que, respecto al beneficio y grado de influencia de los servicios públicos, todos manifiestan sentirse beneficiados con la propuesta, sin embargo, difieren en la influencia que tienen al respecto, siendo SERNAPESCA, SUBPESCA y Medio Ambiente, los que consideran que tienen una mayor influencia en la toma de decisiones. En cuanto a las organizaciones de pescadores artesanales, ellos perciben que tienen una influencia alta o moderada en la toma de decisiones.

Tabla N°3: integrantes Mesa Técnica de Conservación Marina

Servicios Públicos con Competencia
Gobernador Marítimo región de Coquimbo.
SEREMI Bienes Nacionales región de Coquimbo.
SEREMI MINVU región de Coquimbo.
Jefa de División de Planificación y Desarrollo Regional, Gobierno Regional.
Director Regional CONAF región de Coquimbo.
Director Regional SERNAPESCA región de Coquimbo.
Director Zona Norte SUBPESCA.
Director Regional del Servicio Agrícola y Ganadero.
Director Regional SERNATUR.
Director Regional IFOP.
Decano Facultad de Ciencias del Mar, UCN Coquimbo
Municipalidad de la Higuera

Tabla N°4: Organizaciones de Pescadores Artesanales comuna de la Higuera

Caleta	Organización	Nº socios	Mujeres	Área de manejo
PUNTA CHOROS	A. G. de Trab. del Mar Ind. Pta. de Choros	161	0	Isla Choros Punta Choros
	Copp. Pesquera y Comercializadora Punta Norte.	155	0	
LOS CHOROS	A. G. de Pesc. y Mar. de Los Choros	61	0	El Apolillado - Choreadero
	Org. Com. Fun. de Pesc. Unidos comuna La Higuera	225		Los Choros
EL APOLILLADO	Cooperativa Pesquera y Comercializadora Los Choros	35	0	

CHUNGUNGO	A. G. de Trab. del Mar Ind. de Cta. Chungungo	74	2	Chungungo A y C
	S. T. I. Bu.,Ay.,Pesc.y Rec.de Cta. Chungungo	20		Chungungo D y E
	S. T. Art. Bu.y Rec.de Orilla "La cruz de Chungungo"	26	1	La Peña
	Organización de Buzos Mariscadores Los Castillo de Chungungo	20	3	Chungungo B
TOTORALILLO NORTE	S.T.I. de Pesc. Art. Totoralillo Norte	37	0	Totoralillo Norte A - B y C
HORNOS	A. G. de Trab.del Mar Pan.Norte, Los Hornos	52	2	Hornos Hornos B
	S.T. I. Nº 1 de Buzos y Pesc.Art. de Cta. Hornos	30	0	Las Minitas
	Agrupación Comunitaria de trabajadores Independientes del mar de caleta Hornos	10	0	
	Agrupación de Mujeres Emprendedoras Caleta Hornos.	28	28	
	Agrupación Funcional de Pescadores de Caleta Hornos	21	0	

Fuente: SERNAPESCA

Si bien todas las organizaciones de pescadores artesanales son considerados actores claves, es posible percibir grandes diferencias en cuanto a los beneficios que perciben, al comportamiento y la relación que tienen con la costa, pudiendo agrupar estas organizaciones en dos grandes grupos. El primer grupo corresponde a los habitantes de las caletas que se encuentran al norte de la comuna (Los Choros y Punta de Choros), las que han sido las principales beneficiadas con la creación de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt y las Reserva Marina Choros-Damas, siendo capaces de levantar una oferta turística, y de contar con las áreas de manejo para la explotación de recurso bentónicos con la mayor productividad de la comuna. El segundo grupo de usuarios corresponde a los habitantes de las caletas del sur (Chungungo, Totoralillo Norte y Caleta Hornos), cuya principal actividad económica sigue siendo la pesca artesanal.

Realizando un análisis de las propuestas de actores claves, es posible indicar que, ambas contaron con enfoques distintos en cuanto a la etapa en la que estos actores deben ser incluidos, lo que explica que en el primer estudio se incluyan actores claves no identificados en

el segundo. Sin embargo, para efectos de la propuesta de creación de AMCP-MU, se consideraron actores claves a los más influyentes, y los que deben ser parte del Consejo de Administración del AMCP-MU, lo que no es excluyente respecto a integrar otros actores para fines de fiscalización, implementación, y financiamiento del área.

Es importante aclarar que, debido a que no son tantas las ONG presentes en el territorio, se consideró innecesario subdividirlas en distintas categorías, por lo que las ONG nacionales/locales con las ONG internaciones se fusionaron quedando como un solo actor. Además, se ha eliminado el Ministerio de Economía como categoría, ya que la mayoría de los servicios que componen dicho ministerio, están identificados como actores claves (SERNAPESCA, SUBPESCA, IFOR, SERNATUR, CORFO). También es importante aclarar que, pese a que el Municipio de la Higuera no figura dentro de los actores más influyentes en ninguno de los estudios, se decidió incluir como un actor clave ya que tanto el alcalde como los concejales, han manifestado su opinión en distintos medios de prensa de circulación nacional y local.

Finalmente podemos concluir que, de todos los actores presentes en el territorio, veinte de ellos han sido considerados como actores claves (tabla N°5), que deben ser incluidos tanto en la planificación, como posteriormente en la administración del AMCP-MU la Higuera.

Tabla N°5: Actores Claves Identificados para la Planificación y Administración del AMCP-MU

Actores Claves	
1	Ministerio del Medio Ambiente
2	Director Regional SERNAPESCA región de Coquimbo
3	Director Zona Norte SUBPESCA
4	Organizaciones de Pesca Artesanal
5	Dirección Regional del Territorio Marítimo región de Coquimbo.
6	Comité Regional Uso de Borde Costero
7	SEREMI Bienes Nacionales región de Coquimbo.
8	SEREMI MINVU región de Coquimbo.
9	Director Regional CONAF región de Coquimbo.
10	Director Regional del Servicio Agrícola y Ganadero.
11	Director Regional SERNATUR.
12	Universidades
13	Propietarios de tierras
14	ONG
15	Director Regional IFOP.
16	Dirección de Obras Portuarias
17	Empresas de Turismo
18	CORFO
19	Organizaciones de la Pesca Industrial
20	Municipalidad

Respecto a la identificación de estos actores, se debe recalcar la necesidad de realizar una evaluación permanente de los actores claves que están siendo parte del proceso, ya que es posible que en corto a mediano plazo, lleguen nuevos actores al territorio, los podrían transformarse en claves para efectos del AMCP-MU.

3.4 Análisis cualitativo de los costos y beneficios derivados de la creación del área

Vivimos tiempos cruciales en los que se discute la sustentabilidad futura de la humanidad. Los océanos están bajo fuertes presiones y amenazas que de no ser detenidas, irán más allá de su resiliencia, comprometiendo el bienestar de la humanidad a través de decaimientos en la calidad y cantidad de sus servicios ecosistémicos. Este es uno de los motivos por los que urge una acción rápida y decidida para minimizar estos impactos y recuperar la salud de estos vitales ecosistemas.

A partir de la década de los 90, se inicia una tendencia a nivel global de protección de los océanos con el establecimiento de Áreas Marinas Protegidas (AMPs). Es así como hoy en día, a nivel mundial, un 2,07% de los océanos está protegido (con aproximadamente 13.600 áreas marinas protegidas (AMPs) de diversas categorías de manejo.

Esto debido a que los beneficios de las AMPs están bien documentados y son consistentes en diferentes océanos: La biomasa, o la masa de animales y plantas, incrementa en un 446% en promedio; la densidad, las plantas y animales en un área dada, aumentan un 166% en promedio; el tamaño corporal de los anímales aumenta en un 28% en promedio; y la diversidad de especies, o el número de especies, aumenta en un 21% en un área de muestreo.

Los datos muestran que la inversión en la creación de AMPs reporta el triple de beneficios a través de mejoras en la pesca, protección costera y empleo. La mejora en la protección de hábitats críticos podría resultar en beneficios netos entre USD$490 – USD$ 920 billones para el período 2015-2050.

Estas razones globales, junto con las necesidades regionales, han impulsado la discusión respecto a la conservación de los ecosistemas costeros de la Higuera y norte de la Serena, proceso que ha concluido en el envío de una propuesta de AMCP MU para la zona, que ha sido considerada como beneficiosa para distintos ámbitos en los que se hace uso del territorio marítimo.

Para la pesca artesanal, la AMCP-MU otorga la posibilidad de generar una actividad económica que entregue ingresos estables a los pescadores artesanales y sus familias; convertir la pesca en una actividad económica y ambientalmente sustentable de alta tecnología, alto impacto social y que desincentive la sobreexplotación de los recursos pesqueros; abre la posibilidad a que la zona se transforme en un polo importante de desarrollo para las economías de las regiones de Atacama y Coquimbo al incrementar de manera importante, ya sea en términos de pesca extractiva como en áreas de manejo, la oferta de productos pesqueros de alto precio en los mercados internacionales; incrementa la investigación científica, permitiendo el descubrimiento e identificación de nuevos bancos naturales de recursos hidrobiológicos, lo que se transformará en ventana para el lanzamiento de nuevas actividades económicas; hace posible desarrollar una industria procesadora paralela.

En cuanto al turismo, esta iniciativa contribuye a la creación de cultura y conciencia turística entre la población local, en especial la relacionada al turismo sustentable; mejora la gestión turística y entrega oportunidades de capacitación a la comunidad local en materias relacionadas con la actividad; permite dar mayor visibilidad de los productos turísticos, dando más énfasis a las actividades asociadas a los destinos, y a través de esta herramienta de gestión territorial lograr establecer alianzas estratégicas (gobiernos, agencias internacionales, privados, etc.) para penetrar el mercado por múltiples canales; aumenta el conocimiento de los atractivos y destinos turísticos del área, permitiendo configurar nuevas ofertas turísticas a partir del aprovechamiento de los nuevos hallazgos en materia biológica y de biodiversidad

que se pueda realizar en la zona; permite mejorar sustancialmente la infraestructura y el equipamiento de los servicios turísticos; crea una referencia clara respecto a la protección ambiental y ordenamiento territorial de la actividad turística con el fin de resguardar los recursos turísticos naturales y culturales; puede constituir un modelo de gestión integral del sistema turístico posible de replicar a nivel comunal y regional (OCEANA,2017).

Desde el punto de vista social, para las comunidades costeras involucradas, el AMCP-MU permite que se integren a su entorno natural, ya que: aporta a la identificación de las comunidades con sus caletas por el reconocimiento al valor patrimonial y natural de esta zona y que la destacan a nivel regional, nacional e internacional; y posiciona a cada una de las caletas como "marcas" en la región y en el país, lo que le agrega ventajas a la integración comercial de la zona con el mundo, y a la vez refuerza la identidad de la población con su territorio.

En resumen, los principales beneficios de una AMCP–MU tienen relación con fortalecer la oferta turística de valores naturales y paisajísticos, planificar y regular la actividad turística, desincentiva la sobreexplotación de los recursos pesqueros, permite regular de mejor manera las actividades ilegales, resguarda que las actividades que se realicen no signifiquen un alto impacto ambiental ni un daño a los objetos de protección (cruceros, pesca industrial, puertos industriales, entre otros), y fortalece la identidad territorial de las comunidades costeras.

3.5 Relación y coherencia con políticas e instrumentos nacionales y regionales de planificación territorial y conservación

El AMCP MU La Higuera, es coherente con la agenda regional de conservación que se ha trabajado durante los últimos años, toda vez que, en todos os documentos de desarrollo, turismo, planificación y conservación, hay alguna mención a la condición única del territorio marítimo y la necesidad de conservar no solo los valores naturales sino además los servicios ecosistémico que otorga. Instrumentos como la Estrategia Regional Biodiversidad y la Política Ambiental, indican además la necesidad de generar mecanismos de protección para el borde costero de la Higuera. Esta situación se materializa en la constitución de varias mesas de trabajo, dentro de las que destacan la "mesa de conservación marina", y el Comité Regional del Uso del Borde Costero.

Estrategia de Desarrollo Regional
Si bien la Estrategia de Desarrollo Regional no tiene un fin de conservación, indica que su visión se basa en las características únicas de la región vinculadas a su medio natural, destacando su alta biodiversidad. Además, se relaciona con la propuesta en su lineamiento 3 que apuesta a una zona costera más equilibrada y armónica, y el lineamiento 5 que promueve una economía compatible con la preservación de la base de recursos naturales y la calidad de vida como sello regional.

Plan General de administración de la Reserva Marina Isla Choros-Damas
Cuyo objetivo general consiste en conservar y proteger los ambientes marinos representativos del sistema insular constituido por las Islas Choros e Isla Damas, asegurando el equilibrio y la continuidad de los procesos bioecológicos a través del manejo y uso sustentable de la biodiversidad y el patrimonio natural.

Estrategia Regional de Biodiversidad.
Esta estrategia, con su respectivo plan de acción de la biodiversidad de Coquimbo, se inscribe dentro de una política ambiental para el desarrollo sustentable de la Región de Coquimbo, en la que se definió como objetivo fundamental la protección del patrimonio ambiental y el uso

sustentable de los recursos naturales a través del establecimiento y formulación de una estrategia de conservación de la biodiversidad. De los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad propuestos en la Estrategia, dos se vinculan directamente con la propuesta, el sitio prioritario Reserva Marina Punta de Choros, y Punta Teatinos-Caleta Hornos/Sector costero al norte de la Serena. Ambos además, fueron priorizados y son parte de los cinco Sitios Prioritarios para efectos del Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental.

Plan de Desarrollo Turístico de la Higuera
Su eje central es el de generar un turismo sustentable, en especial en fortalecer las potencialidades diagnosticadas en el mismo plan, las que se encuentran relacionadas a su medio natural poco modificado a lo largo del tiempo y a la existencia de expresiones culturales propias. Estos objetivos se pueden lograr a través de la limitación que puede poner un AMCP-MU al crecimiento de actividades antrópicas que puedan alterar negativamente el patrimonio natural y cultural.

Planes de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies.
Si bien los planes de Recuperación y Conservación de Especies bajo la tuición del Ministerio del Medio Ambiente es reciente, la región ha sido una de las primeras en contar con un instrumentos elaborado al alero del Reglamento de planes RECOGE. El Plan RECOGE Lucumillo, establece como una de las principales acciones, más eficientes en cuanto a costos e impacto, el ampliar las áreas de conservación hacia sectores costeros de la comuna de la Serena y la Higuera. Además establece como prioridad el generara alianzas y estrategias entre los municipios.

Actualmente la Corporación Nacional Forestal se encuentra elaborando el Plan RECOGE Pingüino de Humboldt.

Zonificación del Uso del Borde Costero.
La propuesta de zonificación trabajada por el Comité Regional del Uso de Borde Costero, en el que participan servicios públicos y organizaciones de usuarios vinculados al territorio marítimo, incorporó sectores con uso exclusivo para la conservación de la naturaleza, y preferentes para el turismo (figura N°2). Esto se realizó en virtud de los antecedentes que indican la facilidad e importancia de la conservación en la zona.

Figura N°2: Zonificación de los Usos del Borde Costero



Otros Instrumentos

Además, el programa se vincula directamente con las políticas comunales de potenciar La Serena, como un centro de convenciones científicas, que permita desconcentrar el turismo y el comercio relacionado a este, exclusivamente a los meses de verano. Y de potenciar el turismo sustentable, siendo la comuna la tercera a nivel nacional con la Clasificación de Turismo Sustentable.

El Plan Regulador Comunal, que es el documento normativo que rige la urbanización, actualmente se encuentra en revisión de parte de la contraloría, así como el Plan Regulador Intercomunal de la provincia del Elqui, por lo que en la actualidad la situación de la comuna es que no cuenta con un instrumento de planificación de carácter normativo actualizado.

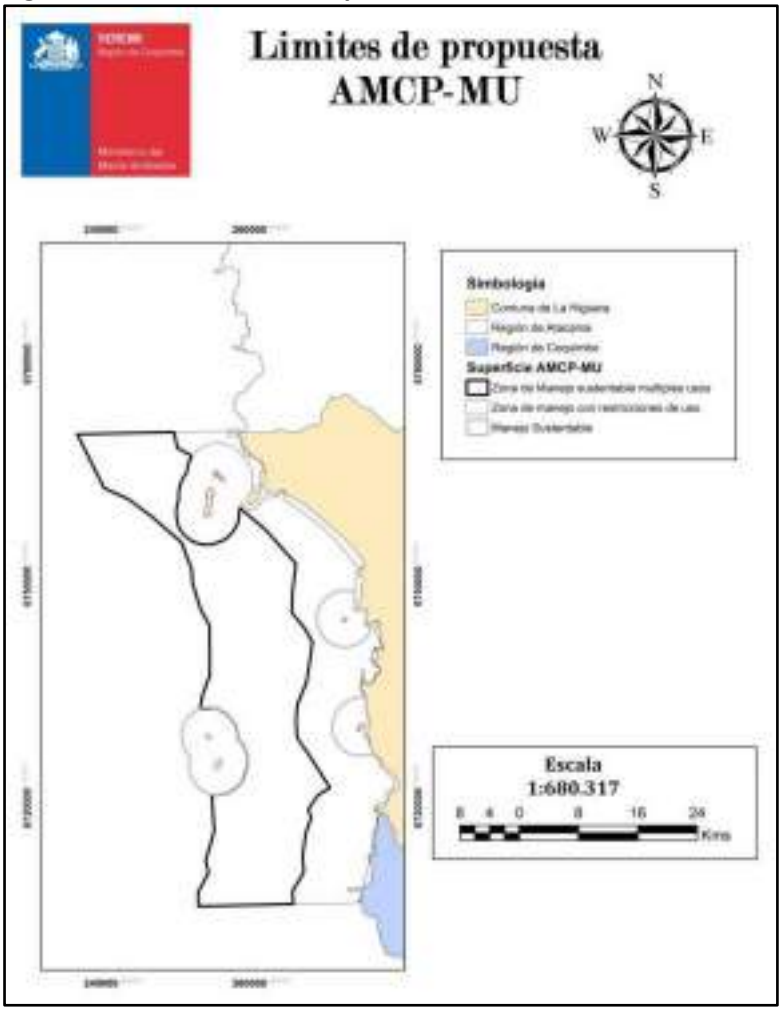
4. PROPUESTA DE CONSERVACIÓN

4.1 Extensión del Área Propuesta

La solicitud de declaración de AMCP-MU La Higuera, considera una extensión de 144.400 hectáreas en el área marina que se extiende desde Punta Zorro (límite norte) hasta Punta Poroto (límite sur) (Figura N°3).

La superficie propuesta considera una distribución geográfica desde el límite norte de la comuna de La Serena, hasta el límite norte de la región, incorporando el borde costero de la comuna de la Higuera, esto se basa en parte en los resultados de la consultoría mandatada por la Seremi del Medio Ambiente entre los años 2016-2017, mediante la cual se solicitó la evaluación de una propuesta de conservación marina para la región de Coquimbo.

Figura N°3: Limites de la Propuesta



La presente propuesta, si bien se basa en un trabajo realizado con actores locales, coincide con los límites regionales del área identificada como la principal zona de la Ecorregión de Chile Central de Alto Valor para la Conservación, por el estudio realizado por Squeo, Martinez, Garay y Gaymer denominado “Identificación de la Áreas de Alto Valor para la Conservación (AAVC) en la eco-región Chile Central.

4.2 Justificación de la declaración de AMCP-MU La Higuera

El Gran Ecosistema Marino de la Corriente Humboldt, es uno de los 64 grandes ecosistemas marinos en el planeta y uno de los más productivos (IEB, 2015), el que ha sido definido como uno de los 10 grandes ecosistemas marinos con alta prioridad para ser protegidos en el mundo, siendo la parte norte de la región de Coquimbo, una de las zonas más importantes de este ecosistema marino (OCEANA, 2017).

En este aspecto, la región de Coquimbo, según la clasificación de los Ecosistemas Marinos Chilenos (MMA 2016), cuenta con una de las principales zonas de sugerencias de Chile y una de las dos de la región de Coquimbo, que se traduce en una zona de elevada productividad

primaria, lo que junto con factores oceanográficos excepcionales, un sistema de corrientes marinas de sur a norte, y una conformación geográfica de borde costero y fondo marino, permite una recirculación de las aguas ascendentes desde sur, las que al llegar al archipiélago de las islas Choros-Damas permanecen en el sector, generando altas tasas de retención y asentamiento larval y por ende reclutamiento, muy por encima del promedio de la costa de Chile (Stotz, 1997). Además, ha sido clasificado como un ecosistema de alto valor ambiental, y como la principal Área de Alto Valor para la Conservación dentro de la Ecorregión de Chile Central (que incluye de la región de Antofagasta a la región de Valparaíso), principalmente por su biodiversidad, singularidad, por ser irreemplazable y por los servicios ecosistémicos que brinda, a los que suma un bajo costo para lograr su conservación (Squeo et al. 2015).

Estos valores están dados por ser una de las áreas de mayor diversidad, donde se encuentran entre 352 a 560 especies marinas, 12 hábitats de importancia ecológica, y un importante patrimonio paisajístico único en el país. Alberga a 187 especies macro bentónicas, a 122 especies de aves, 21 especies de mamíferos marinos y 68 especies de peces. Muchas de estas especies, y casi el 50% de aves y mamíferos marinos se encuentran en estado vulnerable y algunos incluso en peligro de extinción (OCEANA, 2017)

Esta condición genera un enorme potencial para la conservación y desarrollo de actividades sustentables, por lo que, y según lo establece la Estrategia Regional de Biodiversidad, los esfuerzos de conservación se han centrado en esta zona, contando con un sistema de áreas protegidas, que incluye a:

- Reserva Marina Islas Choros-Damas, declarada el año 2005, con una extensión de 3.863 ha, y que alberga a especies como el Delfín Nariz de Botella, Ballena Fin y Chungungo;
- Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, declarada en 1990, la cual protege 859,3 hectáreas de la parte terrestre de las islas, albergando diversas especies de flora, aves, reptiles, insectos, muchos de ellos con problemas de conservación, como el Pingüino de Humboldt;
- Bien Nacional Protegido Isla Gaviota; y
- Dos sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad: “Punta Teatinos-Caleta Hornos/ sector costero al Norte de La Serena”, que abarca alrededor de 12.000 hectáreas terrestres, y “Reserva Marina Isla Choro-Damas” con 2.000 hectáreas terrestres en las islas (Choros, Damas y Gaviota) y en el borde costero entre Punta Zorro y Bahía Choros.

Estas características han dado a la región de Coquimbo una imagen con vocación al turismo y la naturaleza, sin embargo, en las áreas marinas, el potencial aún no se ha resguardado ni explotado como es la tendencia a nivel mundial. El AMCP-MU la Higuera, permitiría mejorar esa situación, dando la posibilidad de potenciar el turismo como una alternativa de desarrollo para las comunidades costeras, planificando, regulando y fiscalizando las actividades que se desarrollen, esto sobretodo en el sur de la comuna, donde el potencial es enorme.

Desde el punto de vista biológico, ecológico y pesquero, el área destaca por ser un ecosistema marino autosustentable. Hay índices que señalan que las biomasas de especies claves e importantes, como la anchoveta o el loco, representan poblaciones independientes de aquellos distribuidos más al norte o al sur de esta zona, dada la retención de nutrientes al sur de las islas Choros y Damas. La existencia de poblaciones separadas dentro del área se confirma por la alta abundancia de larvas y de reclutas de anchoveta y de loco. Además, se puede asumir que la riqueza planctónica y el reclutamiento de la anchoveta en el área sustenta poblaciones de adultos más al norte o al sur de esta zona, donde existe una fuerte presión

pesquera sobre este recurso. Un 80% del desembarque total de loco y lapa de la región de Coquimbo proviene de esta zona (SERNAPESCA 2017). Por lo tanto, el área destaca como un hábitat crítico de peces de la zona centro-norte del país (OCEANA, 2017)

Es importante destacar además, que la región cuenta con una enorme oferta en centros de estudios, lo que ha generado una llegada masiva de estudiantes y académicos, destacando la Universidad de la Serena y Universidad Católica del Norte por su calidad a nivel nacional. Esta realidad ha potenciado el trabajo de investigación en la región, contando con científicos de renombre mundial que utilizan la región de Coquimbo como sede para la realización de estudios e investigación, posicionándose como punto neurálgico en innovación científica a nivel mundial, principalmente vinculados con el área de las ciencias del mar. Esta condición ha favorecido la aparición de distintos centros de investigación, siendo el principal el Centro de Estudios de Zonas Áridas (CEAZA), el cual aporta con información relevante para la toma de decisiones.

Estudios recientes han valorizado algunos de los principales servicios ecosistémicos presentes en el sector costero de La Higuera que corresponden a:
1) Servicios culturales, asociado a actividades recreativas y de turismo, tanto para el avistamiento de aves y mamíferos marinos, como para el desarrollo de actividades de eco-turismo, buceo, expediciones, pesca deportiva, entre otras. Además es un área de gran interés para investigaciones científicas de instituciones regionales, nacionales e internacionales;
2) Servicios de aprovisionamiento, asociados a alimentos y materias primas, debido a la presencia numerosas especies de interés comercial como el loco, la lapa, erizos, jaibas, langostinos, algas, peces costeros y pequeños pelágicos; y
3) Servicios de apoyo, por cuanto constituye hábitats (para alimentación y reproducción) de especies emblemáticas, como el Pingüino de Humboldt, el Yunco, el Chungungo, el Delfín Nariz de Botella, y 14 especies de cetáceos que incluyen a la ballena azul.

Solo valorizando algunas actividades recreativas y de turismo, los principales recursos bentónicos explotados por los pescadores artesanales en las áreas de manejo y los hábitats para especies emblemática, el valor anual de ellos sería de $106.774.746.000, siendo el Valor Económico Total de $1.779.579.100.000, considerando el valor presente de una perpetuidad y utilizando una tasa social de descuento del 6%. Esto da una idea del enorme potencial de los ecosistemas de esta zona para el desarrollo de actividades sustentables de bajo impacto, que aseguren la provisión de estos servicios en el tiempo.

En virtud de los antecedentes científicos, de las actividades productivas actuales y potenciales, y de la condición natural de la zona, se hace evidente la necesidad de resguardar estos valores, mediante el uso sustentable, haciendo compatibles los usos actuales y futuros.

Otra razón importante que justifica la creación de la AMCP-MU es que Chile signatario del Convenio de la Diversidad Biológica que plantea entre sus metas estratégicas a 2020 (Metas de Aichi) aumentar el porcentaje de superficie protegida marina al 10% (Meta 11 de Aichi). Chile ha superado ese porcentaje ya que cuenta con 463.000 km2 de territorio oceánico protegido (12.8% de la ZEE), lo que podría alcanzar a 1.600.000 km² (~45% de la ZEE) con los recientes anuncios de nuevas áreas marinas protegidas de gran escala, siendo uno de los cinco países con más áreas marinas bajo algún tipo de resguardo en el planeta. No obstante, continúa el desafío de avanzar en otros componentes importantes de la Meta 11 de Aichi como administración eficaz y la representatividad de ecosistemas.

En este sentido, el AMCP-MU La Higuera, permite mejorar esa representatividad y acortar las brechas de protección, ya que la ecorregión marina de Chile Central, cuenta actualmente con

tanto un 0,03% y con la declaración del AMCP MU La Higuera alcanzaría un 0,5% de representatividad a nivel nacional.

A su vez, en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 de Naciones Unidas, Chile se ha comprometido a trabajar hacia el cumplimiento de una serie de metas para conservar y utilizar de forma sostenible los océanos y mares, lo que se vería facilitado por esta AMCP-MU.

En virtud de las distintas categorías de conservación marinas existentes actualmente en nuestra legislación, y debido a que un AMCP-MU es la herramienta de gestión ambiental y territorial más eficiente para entregar protección y fomentar el desarrollo de actividades económicas de bajo impacto en ecosistemas marinos, permitiendo una participación de las comunidades locales de manera efectiva y eficaz, y otorgando y la posibilidad de un manejo integrado de usos existentes que no afecten el objeto de conservación que se determine, es que se considera como relevante, la declaración del AMCP-MU La Higuera.

4.3 Objetivos de creación del área y el o los objetos de protección

4.3.1 Objetivos

Los objetivos fundamentales de esta AMCP MU son:

a) Proteger un ecosistema marino único, manteniendo los procesos ecológicos relevantes que ocurren en la zona, como la surgencia, el reclutamiento de especies bentónicas, la alimentación y reproducción de aves y mamíferos marinos, resguadando además, los servicios ecosistemicos que otorga, como el aprovisionamiento de recursos pesqueros, hábitats de especies emblemáticas, y lugares para la educación, investigación científica y recreación.
b) Conservar especies emblemáticas, principalmente aquellas que se encuentran con problemas de conservación, así como sus hábitats y sectores de alimentación.
c) Planificar el uso del maritorio, evitando el desarrollo de actividades productivas en desmedro de otras, elevando los estándares ambientales de los proyectos de inversión.
d) Potenciar los valores culturales asociados al uso de servicios ecosistémicos, principalmente vinculados a la pesca artesanal.

Estos objetivos permitirían en primer lugar otorgar nuevas y mejores oportunidades a las comunidades locales, en segundo lugar fomentar un desarrollo armónico y sustentable; y finalmente contribuir a los compromisos internaciones del Estado de Chile.

Para garantizar que esto suceda, se deben orientar los esfuerzos en realizar una administración efectiva del área, con procesos de planificación permanentes, sistemas de participación efectivos, recursos económicos suficientes, y un equipo de trabajo idóneo para facilitar el proceso. Para poder focalizar los esfuerzos de conservación, y orientar los procesos de planificación, es necesario definir de manera clara cuáles serán los objetos de conservación para el área.

4.3.2 Objetos de conservación

Como ya se ha mencionado anteriormente, los valores del área están dados por ser una de las áreas de mayor diversidad marina de Chile, donde se encuentran entre 352 a 560 especies marinas, 12 hábitats de importancia ecológica, y un importante patrimonio paisajístico único en el país. Alberga a 187 especies macro bentónicas, a 122 especies de aves, 21 especies de

mamíferos marinos y 68 especies de peces. Muchas de estas especies se encuentran en estado vulnerable y algunos incluso en peligro de extinción.

Entre los hábitats de importante ecológica se han identificado las zonas de alta producción planctónica; hábitats de macroalgas; hábitats de especies de forraje; hábitats de bio-ingenieros; hábitats de recursos bentónicos; hábitats críticos de peces; hábitats críticos de aves marinas; hábitats críticos de mamíferos marinos (revisar tabla N°1)

Además, a partir de la información existente, y de metodologías de clasificación en base a la relevancia para la conservación, la Fundación OCEANA ha propuesto 96 especies, hábitat y procesos relevantes para la conservación, lo que fueron agrupados de acuerdo a la metodología de estándares abiertos en siete objetivos de conservación (Tabla N°6).

Tabla N°6: Propuesta de Objetos de Conservación

Objeto de Conservación	Especies, hábitats y procesos importantes para la conservación	Nombre común	Estado de conservación UICN	Estado de Conservación MMA
Mamíferos Marinos	*Balaenoptera musculus*	Ballena azul	EN	EN
	Balaenoptera physalus	Ballena fin	EN	CR
	Balaenoptera bonaerensis	Ballena minke	DD	
	Megaptera novaeangliae	Ballena jorobada	LC	VU
	Physeter macrocephalus	Cachalote	VU	VU
	Kogia simus	Cachalote enano dentado	DD	IC
	Phocoena spinipinnis	Marsopa espinosa	DD	IC
	Lagenorhynchus obscurus	Delfín oscuro	DD	IC
	Delphinus delphis	Delfín común	LC	IC
	Tursiops truncatus	Delfín nariz de botella	LC	EN
	Lissodelphis peronii	Delfín liso	DD	
	Orcinus orca	Orca	DD	IC
	Pseudorca crassidens	Falsa orca	DD	IC
	Globicephala macrorhynchus	Calderón de aleta corta	DD	IC
	Globicephala melas	Calderón común	DD	IC
	Grampus griseus	Delfín gris	LC	IC
	Ziphius cavirostris	Ballena picuda de Cuvier	LC	IC
	Otaria flavescens	Lobo marino común	LC	LC
	Arctocephalus australis			

		Lobo fino del sur	LC	FP
	Mirounga leonina	Elefante marino	LC	IC
	Lontra felina	Chungungo	EN	VU
Aves Marinas	*Diomedea epomophora*	Albatros real del Sur	VU	
	Thalassarche bulleri	Albatros de Buller	NT	
	Thalassarche eremita	Albatros de Chatham	VU	
	Thalassarche salvini	Albatros de frente blanca	VU	
	Pterodroma externa	Petrel de Juan Fernández	VU	EN
	Procellaria aequinoctialis	Petrel de barba blanca	VU	
	Procellaria cinerea	Fardela gris	NT	
	Procellaria westlandica	Fardela Westland	EN	
	Puffinus creatopus	Fardela patirrosa	VU	EN
	Puffinus griseus	Fardela sombría	NT	
	Pelecanoides garnotii	Yunco	EN	VU
	Spheniscus humboldti	Pingüino de Humboldt	VU	VU
	Spheniscus magellanicus	Pingüino de Magallanes	NT	
	Sula variegata	Piquero	LC	IC
	Pelecanus thagus	Pelícano	NT	
	Phalacrocorax bougainvillii	Cormorán guanay	NT	VU
	Phalacrocorax gaimardi	Cormorán yeco	NT	IC
	Larus modestus	Gaviota gris	LC	R
	Larosterna inca	Gaviotín monja	NT	VU
Peces Cartilaginosos	*Aculeola nigra*	Quelvacho tizón	DD	
	Alopias vulpinus	Tiburón azotador	VU	
	Apristurus nasutus		DD	
	Caelorinchus aconcagua			
	Caelorinchus chilensis			
	Callorhinchus callorhynchus	Pejegallo	LC	
	Centroscyllium nigrum	Tollo diente de peineta	DD	
	Centroscymnus crepidater	Sapata negra	LC	
	Etmopterus granulosus		LC	
	Galeorhinus galeus	Cazón	VU	
	Mustelus mento	Tollo	NT	
	Myliobatis chilensis		DD	
	Myliobatis peruvianus		DD	
	Myliobatis spp.			
	Schroederichthys chilensis	Tiburón pintarroja	DD	
	Squatina armata		DD	

	Isurus oxyrinchus	Tiburón mako	VU	
Peces Óseos	*Engraulis ringens*	Anchoveta	LC	
	Sardinops sagax	Sardina española	LC	
	Merluccius gayi	Merluza	DD	
	Trachurus murphyi	Jurel	DD	
	Scomber japonicus	Caballa	LC	
	Graus nigra	Vieja		
	Chromis crusma	Castañeta		
	Aplodactylus punctatus	Jerguilla		
	Cheilodactylus variegatus	Bilagay		
	Semicossyphus darwini	Pejeperro	DD	
	Scartichthys sp.			
Biodiversidad Bentónica	Esponja calcárea	Esponja calcárea		
	Antipatharia	Coral negro		
	Amphilectus fucorum cf			
	Clionaopsis platei cf	Esponja zapallo		
	Polymastia sp			
	Trachycladus sp			
	Scleractinia sp1			
	Eunicella sp1	Gorgónido		
	Hidrozoo sertulárido			
	Plumulárido sp1			
	Plumulárido sp1			
	Concholepas concholepas	Loco		
	Fisurella latimarginata	Lapa negra		
	Fisurella cumingi	Lapa rosada		
	Cervimunida johni	Langostino amarillo		
	Pleuroncodes monodon	Langostino colorado		
	Heterocarpus reedi	Camarón nailon		
	Euphausia mucronata	Krill		
	Bosques de Macroalgas	Bosques de macroalgas		
	Arrecifes de hidrocorales	Bancos de corales		
Producción Primaria	Zonas de alta producción de fitoplancton			
Paisaje Natural	Zonas de alimentación de tiburones			
	Zonas de reproducción de aves marinas			
	Zonas de crianza de aves marinas			
	Zonas de alimentación de aves marinas			

	Zonas de alimentación de mamíferos marinos			
	Corredor de migración de mamíferos marinos			
	Intermareal rocoso			
	Intermareal arenoso			

Fuente: OCEANA, 2017

A su vez, en el año 2016, los pescadores artesanales de las localidades costeras de la Higuera que participaron en los talleres de la Seremi del Medio Ambiente, identifican elementos en base a su intención de conservación (Tabla N°7), los que en su mayoría se basan en la necesidad de mantener sus actividades productivas y del nivel de conocimiento del área. Así se puede observar que no solo se reducen a componentes de la biodiversidad, sino también a servicios ecosistémicos, vestigios patrimoniales y culturales.

Tabla N°7: Intenciones de conservación de OPA en talleres realizados

Qué conservar	Dónde conservar	Quienes serían los responsables
Aves y sitios de nidificación, reptiles	Islas Pájaros (tierra)	Gobierno-Pescadores
Ecosistema Estuarino, aves y sitios de nidificación, flora nativa, recurso agua	Humedal Los Choros	Gobierno-Comunidad
Patrimonio cultural arqueológico e histórico	Chungungo/ Los Choros	Gobierno-Comunidad
Recursos Hidrobiológicos (piure, choro zapato, peces de peña, algas)	AMERB	Pescadores- Gobierno
Caladeros de pesca	Toda la comuna	Gobierno-Pescadores
Ecosistema dunario	Bahia Los Choros/ Playa La Despensa	Gobierno-Comunidad
Ecosistema playas de arena	Playas de la comuna	Gobierno-Comunidad
Flora y Fauna Nativa	Quebrada Juan Soldado Llano Los Choros	Gobierno-comunidad
Lontra felina (chungungo)	Islas	Pescadores- Gobierno
Cultura pesca artesanal	Comuna	Gobierno-Pescadores

Debido a que ambas propuestas son consistentes en cuanto a su justificación de los objetos de protección planteados, se realizó un cruce con la información otorgada por ambas, y se definieron nuevos objetos de protección considerando los siguientes criterios: a) que permitan la protección de otras especies u ecosistemas; b) que sean factibles de proteger en base a las competencias de la figura; c) y que permita su zonificación y monitoreo.

Así se estableció una priorización de los objetos de protección para el AMCP MU La Higuera:

Tabla N°8: Objetos de Protección del AMCP-MU

Objeto de protección	Descripción y/o justificación
Especies emblemáticas de mamíferos y aves marinas, así como sus zonas de alimentación	En el área existen 21 mamíferos marinos, con colonias residentes de delfín nariz de botella, y colonias temporales de ballenas. Se han identificado 19 especies de aves de importancia ecológica para la conservación como albatros, petreles, pardelas, yunco, piquero y Pingüinos. Estas especies, que en su mayoría cuentan con algún grado de protección, han sido identificadas en diversos estudios como objetos de protección importantes para las comunidades locales, ya que les otorga identidad y son importante atractivo turístico. Junto con lo anteriormente mencionado, es importante su protección por el rol fundamental que cumplen para mantener los ecosistemas y las tramas tróficas en equilibrio, y por los servicios ecosistémicos que brindan.
Zonas de alta producción planctónica	Área de producción primaria, hábitat esencial para el funcionamiento de la trama trófica y con especies endémicas para la zona centro-norte (Zooplancton). Zona eufótica de toda el área, con focos de abundancia al sur de islas Choros-Damas hasta caleta Los Hornos.
Especies de importancia económica (peces, algas, bentónicas)	Para el área se identificaron 28 especies de peces de importancia ecológica y de interés comercial, como la anchoveta, el tollo, la sardina, así como algunas especies betónicas de gasterópodos como la lapa negra (Fissurella latimarginata), lapa rosada (Fissurella cumingi), Lapa reina (Fissurella maxima) y loco, con un alto valor económico para la pesca artesanal del área. Muchas de estas especies han sido sobreexplotadas, generando un desequilibrio, ya que sustentan parte del ecosistema de la zona.
Zona costera e intermareal	Alberga ecosistemas de importancia para la fauna endémica y de importancia ecológica para el AMCP-MU. Además, otorga funciones y servicios ecosistémicos de soporte, abastecimiento y regulación, de gran relevancia para las comunidades costeras de la Higuera.

4.4 Proceso de difusión y participación asociado a la propuesta de declaración de AMCP MU

Considerando que el área costera de La Higuera ha sido clasificada como un área de alto valor para la Conservación, que representa el área más importante de la ecorregión marina de Chile Central (Incluyendo de la Región de Antofagasta a la de Valparaíso). Que existe en ella una alta productividad, la que sustenta la pesca artesanal, que además cuenta con especies protegidas según la legislación vigente, y que representa una alternativa de desarrollo para el turismo en las caletas ubicadas al sur de la comuna de la Higuera, la SEREMI del Medio Ambiente de la Región de Coquimbo ha trabajado intensamente en promover la sustentabilidad del área.

En la región existe consenso que la costa de la comuna de La Higuera presenta condiciones únicas que se deben proteger, lo indican sus instrumentos de desarrollo y de planificación territorial, sin embargo, no existe el mismo consenso en cuanto a las figuras legales existentes.

A partir de la solicitud de la fundación OCEANA de crear un Área Marino Costera Protegida de Múltiples Usos, el año 2013 se constituye la mesa técnica regional de conservación marina, encabezada por la SEREMI de Medio Ambiente, conformada por SUBPESCA, SERNAPESCA, SAG, CONAF, IFOP, SERNATUR, Bienes Nacionales, Gobernación Marítima, GORE-DIPLAN, Universidad Católica del Norte, CEAZA, entre otros, que busca evaluar la solicitud, profundizar en esta discusión, y alcanzar un objetivo regional de conservación marina.

Esta instancia regional evaluó la pertinencia de la solicitud a partir del análisis de cuatro criterios; Importancia del sitios; necesidad/urgencia de protección; factibilidad de protección, y pertinencia del instrumento propuesto. Las principales conclusiones fueron favorables en relación a los 4 criterios, sin embargo, considerando que esta propuesta careció de procesos de participación en su elaboración, y que el territorio se ha comportado de una manera dinámica en cuanto a los usos y las principales amenazas, se estableció como fundamental que esta propuesta fuera únicamente orientadora a un trabajo regional con mayor sentido territorial, evitando establecer distancia entre la propuesta y actores locales. Según análisis realizados por diversos actores, esto permitiría mejorar la representatividad y compromiso tanto de las comunidades como de las autoridades locales y regionales en el proceso de validación, diseño de Planes de Gestión y futuras toma de decisiones.

Desde entonces la Seremi del Medio Ambiente ha realizado diversas reuniones en esta línea, tanto técnicas, desde la “mesa de conservación marina”, instancia que ha sesionado más de 17 veces durante estos años, como ciudadanos, con asociaciones gremiales de pescadores, ONGs, y todos los que han solicitado ser parte de la discusión. Todas ellas han permitido avanzar en distintos acuerdos, que se han materializado en distintas iniciativas.

Una de las gestiones realizadas a partir de las demandas de la mesa de conservación marina, fue la solicitud a la Seremi del Bienes Nacionales, de Inscribir las Islas e Islotes presentes en la zona, a nombre del fisco con fines de conservación, situación que fue acogida y que se encuentra en la última fase de tramitación, lo que permitirá establecer estrategias de conservación de estas.

Otra gestión realizada por miembros de la mesa de conservación marina fue la aprobación de la región de Coquimbo como sede del Congreso Internacional de Áreas Marinas Protegidas IMPAC4. Que no solo permitió recibir a los mejores exponentes mundiales en la administración y conservación marina, sino también, dejar capacidades instaladas en los técnicos, las comunidades y las autoridades regionales.

Es así como finalmente en el periodo 2016-2017 el Ministerio del Medio Ambiente financió una consultoría con el objetivo de levantar información buscando alternativas de protección marino-costeras en la comuna de La Higuera, tomando como referencia las variadas condiciones que se presentan en el lugar, e incluyendo a la comunidad en la construcción de estas alternativas a través de la realización de talleres participativos.

Dicha consultoría generó dos propuestas de protección: Generar un Área Marino Costera Protegida de Múltiples Usos, que debía ser validada por la comunidad, y propuso iniciativas complementarias de protección, de menor tamaño, que gatillaren un proceso de protección mayor, y permitieran proteger y gestionar los sitios y especies de importancia para la biodiversidad de la región.

Si bien esta consultoría no materializó las instancias necesarias para validar la propuesta de AMCP-MU La Higuera, si determinó de manera parcial el nivel de apoyo de los actores claves (Tabla N°9). Si bien esta información es relevante y concluyente, ya que la mayoría de las

organizaciones se manifiestan a favor de la propuesta, se consideró necesario presentar los resultados de zonificación de la consultoría a los mismos actores.

Tabla N°9: Influencia y Nivel de Apoyo de Actores Claves que Participaron de Talleres

Categorías Actor	Directo/Indirecto	Influencia	Dependencia	Percepción	Conocimiento	Preferencia	Aversión
AG Punta de Choros	5	Moderada	Alta	Favorable en discurso	Medio (3)	X en discurso	-
AG Los Choros	5	Alta	Alta	Favorable	Medio (3)	X	-
AG Chungungo	5	Alta	Alta	Favorable	Bajo (2)	X	
STIPA Caleta Chungungo	5	Moderada	Alta	No tiene	Bajo (2)	-	-
STIPA Totoralillo Norte	3	Moderada	Alta	No favorable	Medio (3)	-	X
AG Caleta Hornos	5	Alta	Media	Indefinida	Bajo (2)	-	-
ATICH	5	Alta	Alta	Favorable	Medio (3)	X	-
Funcional Caleta Hornos	5	Alta	Media	Favorable	Bajo (2)	X	-
Agrupación Mujeres Recolectoras	5	Moderada	Alta	Favorable	Bajo (2)	X	-
Sindicato n°1 Caleta Hornos	5	Moderada	Alta	Favorable	Bajo (2)	X	-
SERNAPESCA	3	Alta	Alta	Favorable	Alto (5)	X	-
MMA	2	Alta	Alta	Favorable	Alto (4)	X	-

Fuente: Varas, 2017

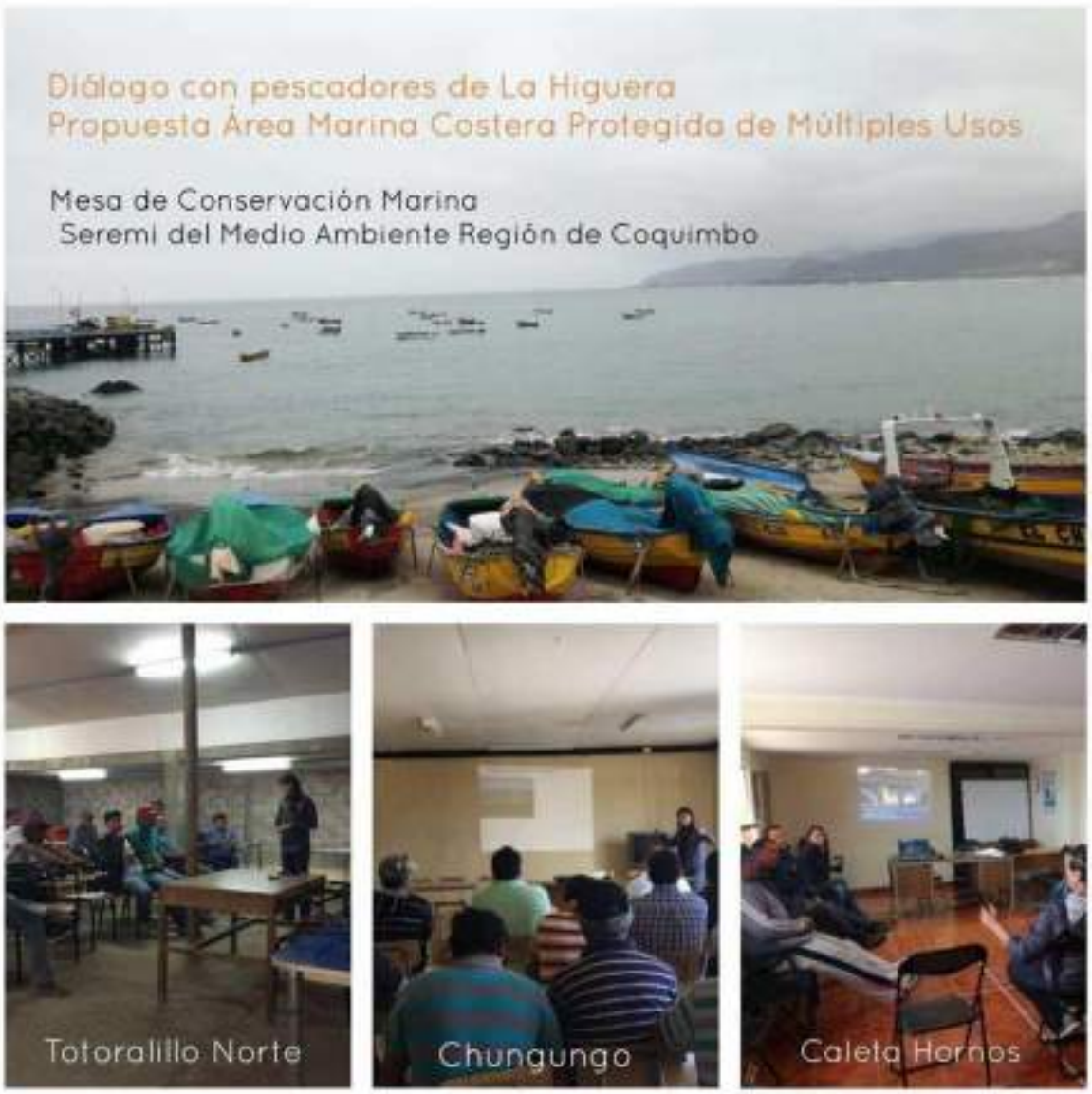
A partir de lo anterior, la Seremi del Medio Ambiente inicia un proceso de validación de la propuesta de AMCP MU, que cuenta con una zonificación preliminar, y busca asegurar la sustentabilidad de usos en un área altamente productiva, que sustenta la pesca artesanal y el turismo comunal, entre otras actividades.

Este proceso consistió en la realización de talleres de discusión, en todas las instancias posibles, priorizando a los servicios públicos con competencia y los actores claves locales.

En el trascurso de este proceso de sociabilizacón y discusión de la propuesta, se realizaron reuniones territoriales con asociaciones gremiales de pescadores artesanales de las caletas de Chungungo, Totoralillo y Caleta de Hornos (figura N°4), se presentó la propuesta en reunión de Consejo Consultivo del Medio Ambiente, Consejo Consultivo Reserva Marina Isla-Choros Damas y Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, Consejo Comunal de la Higuera, Comité Regional del Uso del Borde Costero, y se han concretado solicitudes de reunión con gremios de Pescadores Industriales y Comunidad Agrícola Los Choros. Además, a modo de cierre de este proceso, se realizó una reunión masiva, con un alto nivel de participación y apoyo mayoritario a la iniciativa (alrededor de 200 personas) en la que estuvo presente el Alcalde de la comuna de la Higuera, quien fue además el encargado de convocar a todas las localidades de la

comuna.

Figura N°4: Diálogo con Pescadores



Importante es señalar que pese a no ser identificados como un actor clave, se solicitó una reunión a la comisión del medio ambiente del Consejo Regional, con el objetivo de presentarla propuesta, las implicancias para la región, y resolver sus dudas, la que originalmente fue aceptada, pero que sin embargo por decisión de los propios consejeros, no se concretó. No obstante, los Consejeros Regionales manifestaron su nivel de apoyo a la iniciativa, que se evidencia en medios de prensa locales del año 2005.

Las principales conclusiones respecto a la propuesta presentada en las instancias anteriormente señaladas son las siguientes:

- Pese a haber realizado varias reuniones, existe mucha desinformación de la propuesta de AMCP-MU, las implicancias que tiene para la pesca artesanal, principalmente ligada a las prohibiciones. También existe mucho desconocimiento respecto a las restricciones de usos que genera esta iniciativa de conservación. Sin embargo, cuando se entrega la información

suficiente, la actitud de los actores locales es favorable.

- Los pescadores artesanales, por ser los usuarios históricos de la costa, sienten que son los principales afectados y/o beneficiarios del área, por lo que solicitan que se reconozca su aporte a la conservación, su actividad histórica, y que se asegure que serán parte de la toma de decisiones. Señalan además, que hay vocación, realidades, e intereses distintos entre las caletas, los que deben ser respetados por la administración del área. Respecto a la actividad de pesca artesanal, solicitan que esta iniciativa permita que se potencie, apoyando en financiamiento para mejorar las prácticas que actualmente se realizan.
- Existe mucho escepticismo respecto a la disponibilidad de recursos económicos para realizar el plan de manejo y realizar acciones de fiscalización, y que los servicios públicos cuenten con los recursos humanos suficientes para iniciar un proceso de esta magnitud. Si no se cuenta con lo anteriormente señalado, se pondría en riesgo de administración efectiva del área, lo que se puede traducir en una declaración de papel.
- No hay claridad respecto la compatibilidad de distintos usos y las prohibiciones que establece el AMCP-MU. Usos actuales como la pesca industrial, y usos futuros como la instalación de puertos y la urbanización del borde costero, se encuentran en incertidumbre respecto a su factibilidad. Se ha aclarado que estos usos son definidos de manera participativa en el proceso de generación del plan de manejo del AMCP-MU, posterior la declaración de la misma.
- El área es una zona con características especiales, que tiene un gran potencial para desarrollar actividades de distinta índole, pero que requiere protección urgente, y que actualmente se encuentra totalmente desprovista de cualquier planificación.
- Existe bastante consenso que se requiere protección para el sistema de islas e islotes de la Higuera (Pájaro 1 y 2, Totoralillo, Chungungo, Tilgo), bajo alguna figura establecida de manera participativa, en que las comunidades locales puedan participar no solo de la declaración, también de la administración.
- La productividad de la zona está muy por sobre los niveles regionales y de gran parte de Chile, siendo las áreas de manejo responsables del 80% del desembarque regional de loco y lapa, por lo que existe la necesidad de buscar alternativas de protección que permitan mantener esa condición.
- Existe interés de parte de los habitantes de las comunidades costeras de La Higuera de desarrollar y potenciar el turismo de intereses especiales, que permita entregar oportunidades a las nuevas generaciones de habitantes de la Comuna. Debido a la situación de desigualdad en los beneficios que hasta ahora ha aportado el turismo, las caletas que se encuentran al sur de la Reserva Marina Islas Choros-Damas, ven en esta iniciativa la posibilidad de visibilizarse más y de ser una alternativa al turismo actual.

Si bien existe un grupo de habitantes de la comuna que manifiestan su preocupación sobre temas que parecen legítimos, la gran mayoría de los actores claves con los que nos reunimos, una vez que se les entrega la información, han manifestado su apoyo y satisfacción respecto a los beneficios que pudiera otorgar esta propuesta.

Así quedo de manifiesto en la localidad Los Choros, comuna de La Higuera, donde la Seremía del Medio Ambiente culminó el proceso informativo sobre la propuesta de crear un AMCP MU, contando con un amplio respaldo de las organizaciones ciudadanas que asistieron de manera masiva al encuentro.

En la reunión participaron representantes de gremios pesqueros de Los Choros, Punta de Choros, Totoralillo, Chungungo, entre otras localidades costeras, además de organizaciones ambientales como Chao Pescao, Sphenisco, Modema, entre otras. Asimismo el Consejo Consultivo de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, la Comunidad Agrícola Los Choros,

representantes de asociaciones turísticas y el alcalde de la comuna.

Se puede decir además, que la iniciativa tiene un nivel de apoyo casi unánime de los servicios públicos, los que en función de sus atribuciones, han enviado oficios con su opinión respecto a la iniciativa. Sin embrago, el Alcalde considera que un AMCP MU en la Higuera obstaculizaría el desarrollo de actividades portuarias, y otras actividades que se realizan en el borde costero, las que beneficiarían a la comuna.

En la siguiente tabla se presenta el nivel de apoyo de los actores calves que formaron parte del proceso informativo, en base a la discusión y las intervenciones que realizaron

Tabla N°10: Nivel de Apoyo de Actores Claves

	Actores Claves	Nivel de apoyo	Observación
1	Ministerio del Medio Ambiente	A favor	En virtud de sus atribuciones, la Seremi del Medio Ambiente considera relevante elevar los estándares de uso, por tanto, velar por la sustentabilidad de área. Se enviarán los antecedentes de la propuesta de creación del AMCP-MU para que sean evaluados por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad.
2	Director Regional SERNAPESCA Región de Coquimbo.	Apoya la iniciativa con condiciones	En virtud de los antecedentes científicos y las competencias del servicio en la conservación de los recursos marinos, se considera relevante la conservación del área, sin embargo, se solicitan los antecedentes que forman parte del expediente de solicitud de la creación del área.
3	Director Zona Norte SUBPESCA.	Apoya la iniciativa con condiciones	En virtud de las actividades pesqueras que ya se realizan en la zona, el servicio solicita incorporar a todos los grupos de interés en la discusión de la iniciativa y posterior zonificación y elaboración del plan de manejo.
4	Organizaciones de Pesca Artesanal Chungungo	A favor	Ven en la propuesta una alternativa para desarrollar actividades complementarias de turismo, siempre que se fortalezca la pesca artesanal.
5	Organizaciones de Pesca Artesanal Totoralillo	No manifiesta una postura respecto a la propuesta	Los habitantes de la localidad consideran que la iniciativa no les generará beneficios y estiman que el turismo es una alternativa para ellos muy a largo plazo. Evalúan la propuesta como una amenaza a la pesca artesanal debido a las restricciones complementarias a las que ya deben cumplir.
6	Organizaciones de Pesca Artesanal Caleta Hornos	A favor	Los dirigentes solicitan que se cree el área lo antes posible, y que se trabajé en fortalecer la pesca artesanal
7	Organizaciones de pescadores de Punta de Choros	A favor	Los dirigentes solicitan que se reconozca el rol que han cumplido los pescadores artesanales en la conservación, y que se tramite la inactiva lo antes posible.

8	Dirección Regional del Territorio Marítimo Región de Coquimbo.	A favor	Si bien no existe una respuesta al oficio enviado solicitando la opinión, los profesionales que han asistido a las reuniones de la mesa de conservación marina han manifestado su apoyo ala iniciativa.
9	Comité Regional Uso de Borde Costero	Se manifestaron miembros del Comité. Posiciones más bien divididas.	Revisar acta e reunión
10	SEREMI Bienes Nacionales Región de Coquimbo.	A favor	A partir de una solicitud de la mesa de conservación marina, Bienes Nacionales se encuentra en el proceso legal de inscribir las islas e islotes a nombre del fisco, con fines de conservación.
11	SEREMI MINVU Región de Coquimbo.	A favor con condiciones	El servicio manifiesta que está a favor de la creación del AMCP-MU, siempre que esta no se entorpezca en términos de zonificación, con los instrumentos de planificación que se están elaborando (PRI Elqui, PRC la Higuera, PRC La Serena)
12	Director Regional CONAF Región de Coquimbo.	A favor	Debido a la relevancia de la zona para la conservación de la biodiversidad, y en virtud de los servicios complementarios que presta para la conservación de la Reserva Nacional, el servicio considera que se debe concretar la iniciativa lo antes posible
13	Director Regional del Servicio Agrícola y Ganadero.	No se han manifestado	No existe una permanente participación de los profesionales en la mesa técnica, por tanto, se desconoce cuál es su opinión respecto al tema.
14	Director Regional SERNATUR.	A favor	Si bien no existe una manifestación formal respecto al tema, el servicio se encuentra en proceso de solicitud de declaración de ZOIT para la localidad de Punta de Choros, lo que va en línea con la propuesta
15	Universidades (CEAZA y Católica del Norte	A favor de la iniciativa	Debido a trabajo que han realizado sus académicos en la investigación del área, y los antecedentes ya descritos, manifestaban su total apoyo a la iniciativa, sugiriendo incorporar a la región de atacama en una etapa posterior.
16	Propietarios de tierras (Comunidad Agrícola los Choros)		La presidenta de la comunidad agrícola considera que es una buena iniciativa, siempre que no se vean perjudicados como comunidad, y solicita mayor información y la posibilidad de realizar reuniones masivas.
17	ONG	A favor de la iniciativa	Debido a las amenazas y presiones externas que existen en la zona de interés, se hace necesario y relevante, crea un Área Marina Costera Protegida, que permita la

			conservación, y evite el desarrollo de proyectos que generarán impactos irreversibles en los objetos de protección.
18	Director Regional IFOP.	A favor de la iniciativa	Seremi MOP es parte de la Comisión Regional del Uso del Borde Costero
19	Dirección de Obras Portuarias	No se manifiesta	
20	Asociación Gremial de Turismo de Punta de Choros	A favor	Los integrantes solicitan que se tramite lo antes posible
21	CORFO	No se han manifestado	
22	Organizaciones de la Pesca Industrial	No manifiesta una preferencia	El gremio siente muy amenazada sus actividades con la aprobación de parques marinos. Si el área no establece restricciones para realizar sus actividades, están dispuestos a apoyar y establecer acuerdos para mejorar sus prácticas de pesca.
23	Municipalidad de la Higuera	Ha manifestado no estar en contra,	Si bien no existe un rechazo a la propuesta, la principal observación es en relación al bloqueo que pudiera generar la propuesta de AMCP-MU en el desarrollo de proyectos portuarios y de inversión, que según estima el Alcalde, beneficiaria a la comunidad. Se solicita además, que la propuesta se discuta y presente a todos los habitantes de la comuna, lo que fue aceptado por la SEREMI y se concretó en la reunión masiva realizada el 18 de enero.

Si bien la tabla muestra en términos cualitativos el nivel de apoyo de los actores claves, esta iniciativa cuenta además con un alto respaldo ciudadano a nivel regional, nacional e internacional, que se ha visto reflejado en redes sociales y medios de comunicación.

Finalmente, es importante recordar que durante años se han realizado manifestaciones regionales y nacionales, en apoyo a las demandas locales respecto a la conservación del área, a partir de la amenaza insipiente que significa el desarrollo de proyectos de inversión. A su vez, cabe destacar que durante la realización del Congreso Internacional de Áreas Marinas Protegidas (IMPAC4) que se realizó en la Región de Coquimbo, y en la que participaron más de 1000 profesionales de 80 países, todos concordaron en los beneficios que genera para las comunidades locales y el sustento de actividades productivas, fomentar el desarrollo sustentable de las áreas marinas, y particularmente, del área que se solicita como AMCP-MU la Higuera.

4.5 Orientaciones para el manejo y administración del AMCP MU

Como se señaló anteriormente, en la actualidad el país cuenta con un total de 23 áreas marinas protegidas, las que comprenden una superficie aproximada de 46,3 millones, cubriendo el 12,8% de la zona económica exclusiva.

Sin embargo, en la actualidad enfrentamos el desafío de avanzar en relación a la implementación de las áreas creadas en cuanto a la planificación y manejo efectivo, el monitoreo, la fiscalización y vigilancia, la gobernanza y la extensión de beneficios hacia los diferentes usuarios y comunidades adyacentes.

Por esta razón, la forma de enfrentar en términos prácticos la conservación del AMCP-MU la Higuera, debiese considerar un plan de trabajo con un sistema de participación efectiva, un manejo adaptativo, y una focalización eficaz.

Este plan de trabajo básico sugiere, en términos generales, ser abordado sobre la base de nueve temáticas, que se vinculan con las necesidades de administración del área, y a los requerimientos de los actores locales.

Áreas de Manejo de los Recursos Bentónicos: Uno de los principales requerimientos de las organizaciones de pescadores artesanales ha sido el reconocimiento de su aporte a la conservación a través de la administración de las áreas de manejo. Por lo que reconocer estas áreas como elementos coadyuvantes a los objetos de protección definidos para el AMCP MU La Higuera, le otorgan mayor gobernanza e integralidad a la propuesta. Por esta razón, es indispensable complementar los esfuerzos de conservación entre las AMERB y la futura AMCP MU, con miras a mejorar las condiciones de las AMERB respecto a su productividad y acciones de recuperación de algunas especies de manera equitativa, como por ejemplo:

- Mediante proyectos de repoblamiento de especies objetivo.
- El fortalecimiento de capacidades organizacionales para el manejo bio-pesquero de las AMERBs.
- El mejoramiento de las capacidades y la entrega de insumos que permitan mejorar la vigilancia y detección temprana de amenazas.
- Otorgando asistencia técnica para potenciar y mejorar los mecanismos de comercialización de los productos.
- Contribuyendo a la diversificación de actividades productivas en AMERBs (acuicultura, buceo deportivo, explorar nuevas pesquerías, etc.).

Reserva Marina (RM) Islas Choros-Damas: Una de las áreas protegidas más reconocidas por la comunidad local es esta RM, principalmente por la vinculación que tiene ésta con la actividad pesquera. Por lo que se hace fundamental, como facilitador de un proceso de planificación del AMCP-MU, mejorar la administración de la RM, y extender los beneficios al resto de las organizaciones de pescadores artesanales de la comuna, mediante:

- La asignación eficiente de recursos económicos y humanos a la administración de la RM, mejorar la vigilancia y disminuir los conflictos por actividades ilegales al interior de la misma.
- Cooperar en la implementación del Plan General de Administración, que actualmente se encuentra vigente.
- Gestionar plan de extracción de excedentes productivos de la RM que permita que se extiendan los beneficios de la misma a todas las organizaciones de pescadores artesanales de la comuna. Una de las ideas que surgieron en las conversaciones es que la RM surta de semillas de los recursos objetivos a las AMERB de la comuna.

Revaloración de la pesca artesanal como patrimonio: Acciones que tiendan a reposicionar el

oficio del pescador artesanal y rescatar sus tradiciones y costumbres, a través de la recopilación histórica (Libros, documentales, en otros) y reactivando festividades típicas

Protección del sistema de archipiélago de islas e islotes: se deben considerar en una futura ampliación del AMCP MU u otra figura de protección participativa, ya sea a través de la creación de santuarios de la Naturaleza o como ampliación de la RNPH (ejemplo de Islotes y Puntas Guaneras de Perú).

Reserva de ALAS para la pesca artesanal: Figura que reconozca estas zonas compartidas como de uso para la extracción de recursos de la pesca artesanal.

Protección legal de patrimonio cultural e histórico de la zona: Llegar a acuerdos con actores privados y públicos según corresponda, para establecer figuras de protección a algunos sectores emblemáticos, restaurar e incorporar a comunidades en su gestión. Lugares a priori: Dársena y Cruz Grande, sectores donde existen petroglifos y restos arqueológicos, Quebrada de Los Choros y Pueblo de Los Choros.

Protección legal de sistemas dunarios de la comuna y Humedal de La Boca de Los Choros:, estos ecosistemas surgen como propuesta para conservar dada la relevancia de sus servicios ecosistémicos (hábitat de especies de importancia ecológica, protección ante elevaciones de mar, zonas de recreación, componente de paisaje). Esta área es importante para complementar desde el ámbito terrestre los esfuerzos de conservación en el mar y en un futuro gestionar una declaratoria de alguna categoría terrestre de área protegida para este sector.

Nivelación de conocimientos: Para poder dialogar entre las comunidades, los privados y los actores públicos, se necesita manejar el mismo lenguaje. Por ello se plantea como fundamental trabajar en un programa de nivelación de conocimientos respecto a los servicios ecosistémicos de la zona de estudio, como de la gestión de la conservación y sus alternativas. La consultora fue testigo de muchas conversaciones, interpelaciones y discusiones basadas en malos entendidos o desconocimiento de estas temáticas entre los actores. Por lo que se recomienda continuar con espacios de conversación, talleres y actividades diversas que colaboren con estrechar la brecha de conocimiento y comprensión entre comunidad, mundo privado y público. Los centros de investigación han concentrado mucho de sus esfuerzos en esta zona, y ese trabajo muchas veces no es comprendido y muy poco difundido hacia la comunidad en general. Dicho programa puede ser dirigido tanto a adultos como a los niños y jóvenes de la comuna, como también a servicios públicos y visitantes.

5. Conclusiones

En virtud de los antecedente técnicos presentados, que dan cuenta de los valores ecológicos del área, del alto nivel de productividad primaria que da origen a la cadena trófica, de la influencia en el Gran Sistema de Corriente de Humboldt, de las especies que habitan, de las recomendaciones de los científicos expertos, y del actividades actuales que se sustentan en esos valores, es evidente que nos encontramos en una instancia clave para concretar un proceso que llegar alrededor de 15 años en discusión a nivel regional.

Esa discusión regional se ha concluido además, que la categoría de área protegida denominada Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos es la herramienta más adecuada, ya que permite potenciar el desarrollo local, mediante una participación eficaz y efectiva de las localidades costeras y de los actores claves identificados, planificar y orientar el uso de territorio marítimo, evitando conflictos por el usos del territorio, y propender a un desarrollo sustentable del área.

Finalmente, es relevante mencionar que la propuesta es coincidente con las demandas identificadas en el territorio, tanto de desarrollo como de participación y conservación, contando además con un nivel de apoyo mayoritario que se hace suficiente para que se declare al AMCP-MU La Higuera.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAMCHILE LTDA.

“Informe Técnico Justificatorio Para el Área Marina Costero Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) archipiélago de Humboldt”

UNIDAD EJECUTORA: GEAMCHILE LTDA.

Marzo 2023

“Informe Técnico Justificatorio Para el Área Marina Costero Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) Archipiélago de Humboldt”

Este documento debe ser citado como:

Parra, C., C. Alvarez, C. Meza & C. Maluje. 2023. Informe Técnico Justificatorio para el Área Marina Costera Protegida de Múltples Usos (AMCP-MU) archipiélago de Humboldt. Consultora en Recursos Naturales y Gestión Ambiental GeamChile Ltda., 117 p. + Anexos.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Tabla de Contenidos

1 ANTECEDENTES 10

2 CARACTERIZACIÓN DE LAS COMUNIDADES ALEDAÑAS AL AMCP-MU ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT 12

3 OCEANOGRAFÍA 44

4 PRODUCTIVIDAD 47

5 BIODIVERSIDAD 48

5.1 BENTOS 50
5.1.1 BENTOS SOMERO 50
5.1.2 BENTOS PROFUNDO 51
5.2 PECES 52
5.3 AVES MARINAS 57
5.4 MAMÍFEROS MARINOS 61

6 PESCA ARTESANAL 64

6.1 REGISTRO DE ORGANIZACIONES ARTESANALES INSCRITAS EN LAS REGIONES DE ATACAMA Y COQUIMBO 64
6.2 DESEMBARQUE ARTESANAL 67
6.3 DESEMBARQUES EN ÁREAS DE MANEJO Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS BENTÓNICOS (AMERB) 69
6.4 CONCESIONES ACUÍCOLAS 74
6.5 CONCESIONES MARÍTIMAS 75

7 ÁREAS PROTEGIDAS O RECONOCIDAS PARA SU CONSERVACIÓN 76

8 OBJETOS DE PROTECCIÓN 79

8.1 OBJETO DE PROTECCIÓN HÁBITAT INTERMAREAL Y SUBMAREAL QUE ALBERGA UNA DIVERSIDAD DE ESPECIES HIDROBIOLÓGICAS Y RECURSOS BENTÓNICOS PESQUEROS 80
8.1.1 INTERMAREAL 80
8.1.2 SUBMAREAL 81
8.2 OBJETO DE PROTECCIÓN ZONAS DE ALIMENTACIÓN Y NIDIFICACIÓN DE AVES 84
8.3 OBJETO DE PROTECCIÓN ZONAS DE ALIMENTACIÓN Y REPRODUCCIÓN DE MAMÍFEROS MARINOS 85

9 AMENAZAS 87

10 FACTIBILIDAD DE PROTECCIÓN 94

10.1 ANÁLISIS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS, CAUSAS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN 94

11 RELACIÓN ENTRE EL AMCP-MU, COMUNIDADES LOCALES Y PESCADORES ARTESANALES 99

12 AMCP-MU Y SUS BENEFICIOS ECOLÓGICOS, AMBIENTALES, SOCIOECONÓMICOS Y DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO 102

12.1 BENEFICIOS ECOLÓGICOS: 102
12.2 BENEFICIOS SOCIALES: 102

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

12.3 BENEFICIOS ECONÓMICOS 103

13 RELACIÓN ENTRE EL AMCP-MU ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT Y LAS POLÍTICAS AMBIENTALES E INSTRUMENTOS NACIONALES Y REGIONALES 105

13.1 NACIONAL Y REGIONAL 105
13.1.1 NACIONAL 105
13.1.2 REGIONAL 107
13.2 INTERNACIONAL 108

14 PROPUESTA DEL POLÍGONO DEL ÁREA MARINA COSTERO PROTEGIDA DE MÚLTIPLES USOS ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT 110

14.1 JUSTIFICACIÓN DEL AMCP-MU 110
14.2 EXTENSIÓN DEL AMCP-MU 110

15 SOCIALIZACIÓN DE LA INICIATIVA DE CREACIÓN DEL AMCP-MU 115

15.1 ESTRATEGIA METODOLÓGICA DE SOCIALIZACIÓN Y DIFUSIÓN DEL AMCP-MU 115
15.1.1 TALLERES 1: TALLER DE SOCIALIZACIÓN DEL AMCP-MU Y VALIDACIÓN DEL POLÍGONO 116
15.1.2 SEGUNDA ETAPA DE TALLERES: TALLER DE SOCIALIZACIÓN DEL AMCP-MU, VALIDACIÓN DEL POLÍGONO, AMENAZAS Y OBJETOS DE PROTECCIÓN 118

16 BIBLIOGRAFÍA 121

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Listado de Tablas

Tabla 1. Integrantes Mesa Técnica de Conservación Marina y Organizaciones de Pescadores. 15

Tabla 2. Estructura de Gestión Administrativa de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros y Damas 16

Tabla 3. Estructura de Gestión Administrativa Regional de la Reserva Marina Isla Chañaral ...17

Tabla 4. Actores Públicos claves para el proceso de planificación participativo 18

Tabla 5. Actores privados con intereses directos en el borde costero.....28

Tabla 6. Actores privados y de la sociedad civil 38

Tabla 7. Objetos de conservación de filtro medio y fino identificados para la III y IV región. (Fuente: Squeo *et al.,* 2021). 49

Tabla 8. Especies de peces óseos y cartilaginosos reportados para el archipiélago de Humboldt y su estado de conservación según la IUCN 2022 (Fuente: Gaymer *et al.,* 2021). EN: en peligro; CR: en peligro crítico; VU: vulnerable; LC: preocupación menor; NT: casi amenazada; DD: datos insuficientes. y RCE del MMA).....54

Tabla 9. Aves marinas registradas en las islas del archipiélago de Humboldt y en el mar en el sistema de bahías de Coquimbo. Cho: Choros; Paj 1: Pájaros 1; Paj 2: Pájaros 2; Cha: Chañaral; Chun: Chungungo; Til: Tilgo; Da: Damas. *Especie que nidifica ocasionalmente en la bahía de la Herradura; §Especie que nidifica ocasionalmente en isla Chañaral. El estado de Conservación de acuerdo a la UICN 2022 y RCE, (MMA mayo 2022) DD = Datos insuficientes, EN = En Peligro, LC = Preocupación menor, NT = Casi amenazada, VU = Vulnerable (Fuente: Gaymer *et al.,* 2021, MMA 2022). 59

Tabla 10. Mamíferos marinos reportados para el archipiélago de Humboldt y su estado de conservación (RCE, MMA 2022, IUCN 2022) VU: Vulnerable, LC: Preocupación menor; EN: En peligro, CR: En peligro crítico (Fuente: Gaymer *et al.,* 2021, MMA 2022).....63

Tabla 11. Número de organizaciones de organizaciones de pescadores artesanales y pescadores artesanales por caleta de las regiones de Atacama y Coquimbo (Fuente: SIAC SERNAPESCA, octubre 2022). 64

Tabla 12. Organizaciones de pescadores artesanales del AMCP-MU archipiélago de Humboldt (Fuente: SIAC SERNAPESCA, octubre 2022).....65

Tabla 13. Desembarque de grupo de especies por caleta entre 2015-2021 (Fuente: SIAC SERNAPESCA, octubre 2022). 68

Tabla 14. AMERB presentes en el archipiélago de Humboldt con desarrollo de AAMERB-AEAMERB y su estado (Fuente: SIAC SERNAPESCA y SUBPESCA, octubre 2022) (AAMERB: Acuicultura en Área de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos; AEAMERB: Acuicultura experimental en Área de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos).....71

Tabla 15. Concesiones de acuicultura en área de estudio (Fuente: SUBPESCA, 2022). 74

Tabla 16. Figuras administrativas que no son incluidas en el AMCP-MU archipiélago de Humboldt. 111

Tabla 17. Concesión marítima (CCMM) de la comuna de La Higuera que no son incluidas en el AMCP-MU archipiélago de Humboldt. 112

Listado de Figuras

Figura 1. Caracterización del conjunto de actores claves identificados (Fuente: OCEANA/Cárcamo, 2013). 14

Figura 2. Climatología estacional de la temperatura superficial del mar (obtenida desde imágenes satelitales). Las bajas temperaturas (azul) indican las principales zonas de surgencia del sistema costero de Coquimbo-Atacama (Gaymer *et al.,* 2021). 44

Figura 3. Promedio de largo periodo (09/1997 a 12/2016) de la Clorofila-a satelital desde información obtenida en Ocean Colour-CCI (http://www.oceancolour.org) (Gaymer *et al.,* 2021). 45

Figura 4. Mapa conceptual de cadenas tróficas (Oceana 2010). 46

Figura 5. Productividad primaria medida como abundancia de fitoplancton (cel/L) en el centro-norte de Chile. La zona de mayor productividad (verde) corresponde al archipiélago de Humboldt (Fuente: citado en Gaymer *et al.,* 2021). 47

Figura 6. Distribución espacial de retrodispersión acústica de zooplancton alrededor de la isla Chañaral en febrero 2018 medida con un Acoustic Zooplankton and Fish Profiler (AZFP), observando en los canales de 200kHz y 455 kHz (Fuente: Gaymer *et al.,* 2021). 48

Figura 7. Perfil horizontal de transectos realizada con el canal 200 kHz del Acoustic Zooplankton and Fish Profiler (AZFP) en el sector suroeste de isla Chañaral, mostrando profundidad de la columna de agua (metros), el fondo marino (línea oscura sólida), concentraciones de organismos planctónicos y pluma fecal de ballena fin. (Fuente: Gaymer *et al.,* 2021). 48

Figura 8. Desembarque (t) por grupo de especies entre 2015-2021 (Fuente: SIAC SERNAPESCA, octubre 2022). 67

Figura 9. Desembarque (t) de especies entre 2015-2021 (Fuente: SIAC SERNAPESCA, octubre 2022). 67

Figura 10. Desembarque total 2015-2021 por caleta del área de estudio (Fuente: SIAC SERNAPESCA, octubre 2022). 68

Figura 11. Desembarque de especies en AMERBs del AMCP-MU archipiélago de Humboldt entre 2015-2021 (Fuente: SIAC SERNAPESCA, octubre 2022). 70

Figura 12. Figuras de protección presentes en el área de estudio. 78

Figura 13. Estructura analítica para los servicios que ofrece la diversidad biológica al sistema económico y social (Fuente: Figueroa, 2005). 103

Figura 14. Contribución de la conservación de las áreas (b) en zonas con pérdida de hábitat y biodiversidad (a). (Fuente: UNEP, 2011; FAO, 2022).....104

Figura 15. Propuesta de polígono y vértices del Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) archipiélago de Humboldt.....113

Figura 16. Propuesta de polígono del Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) archipiélago de Humboldt (vista ampliada). 114

Figura 17. 1º Etapa de talleres participativos de socialización, levantamiento de información y validación del proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”. A). Caleta Los Burros; B). Chañaral de Aceituno; C). Caleta Punta Choros; D). Caleta Chungungo; E). Caleta Hornos ..118

Figura 18. 2º Etapa de talleres participativos de socialización, levantamiento de información y validación del proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”. A). Caleta Los Burros; B). Chañaral de Aceituno; C). Caleta Punta Choros; D). Pueblo Los Choros; E). Caleta Chungungo; F). Caleta Hornos y G). Caleta Tororalillo Norte. 120

Glosario

Acuicultura: actividad que tiene por objeto la producción de recursos hidrobiológicos organizada por el hombre (Ley 18.892, Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA)).

Adaptación al cambio climático: Acacción, medida o proceso de ajuste al clima actual o proyectado o a sus efectos en sistemas humanos o naturales, con el fin de moderar o evitar los daños, reducir la vulnerabilidad, aumentar la resiliencia o aprovechar las oportunidades beneficiosas (Ley 21455, Ley Marco Cambio Climático).

Afloramiento costero o surgencia costera: Proceso oceanográfico que consiste en el ascenso a la superficie de masas de agua subsuperficiales o más profundas, que son frías y ricas en nutrientes, más ácida y pobres en oxígeno. En la costa chilena este afloramiento de aguas más profundas se debe a los vientos predominantes provenientes del sur o suroeste, los que desplazan las aguas superficiales hacia mar adentro, las cuales son reemplazadas por las aguas que afloran en la costa desde las mayores profundidades (Comité Científico COP25, 2019).

Área Protegida: Es un área definida geográficamente que haya sido designada o regulada y administrada a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación (Decreto Supremo N° 1963, de 06.05.1995, del Ministerio de Relaciones Exteriores, promulga el Convenio sobre Diversidad Biológica). Definición según MMA (http://areasprotegidas.mma.gob.cl/glosario/)

Área Marina Protegida de Múltiples Usos: espacio que incluye porciones de agua y fondo marino, rocas, playas y terrenos de playa fiscales, flora y fauna, recursos históricos y culturales que la ley u otros medios eficientes colocan en reserva para proteger todo o parte del medio así delimitado. Este tipo de área se usa a nivel mundial para conservar la biodiversidad, proteger las especies marinas en peligro, reducir los conflictos de uso, generar instancias de investigación y educación; y desarrollar actividades comerciales y recreativas. Asimismo, otro objetivo de estas áreas es la conservación del patrimonio histórico-cultural marino y costero de las comunidades que las habitan para el desarrollo sostenible del turismo, la pesca y la recreación (MMA, 2011).

Áreas de manejo: áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos establecidas mediante decreto supremo, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 55 tetra A de la Ley General de Pesca y Acuicultura y asignadas a organizaciones de pescadores artesanales legalmente constituidas a través de un convenio de uso (D.S. 96 de 2015).

Biodiversidad o diversidad biológica: Variabilidad de los organismos vivos, que forman parte de todos los ecosistemas terrestres y acuáticos. Incluye la diversidad dentro de una misma especie, entre especies y entre ecosistemas (http://areasprotegidas.mma.gob.cl/glosario/).

Categorías de Conservación: Estado en que pueden encontrarse las especies de plantas, algas, hongos y animales silvestres, atendido el riesgo de extinción de sus

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

poblaciones naturales. Conforme a lo establecido en el artículo 37 de la Ley Nº 19.300, las categorías de conservación que serán utilizadas para la clasificación de plantas, algas, hongos y animales silvestres son las recomendadas por la UICN y corresponden a: Extinta, Extinta en Estado Silvestre, En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable, Casi Amenazada, Preocupación Menor y Datos insuficientes (D. S. N° 29, de 2012, aprueba el Reglamento para la clasificación de especies silvestres según estado de conservación).

Concesión de acuicultura: es el acto administrativo mediante el cual el Ministerio de Defensa Nacional otorga a una persona los derechos de uso y goce, por tiempo indefinido sobre determinados bienes nacionales, para que ésta realice en ellos actividades de acuicultura (Ley 18.892, Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA)).

Concesión marítima: Acto administrativo mediante el cual el Ministerio de Defensa Nacional o el Director, según corresponda, otorga a una persona derechos de uso y goce, sobre bienes nacionales de uso público o bienes fiscales cuyo control, fiscalización y supervigilancia corresponde al Ministerio, para el desarrollo de un determinado proyecto o actividad (D.S. N°9 2018).

Conservación: uso presente y futuro, racional, eficaz y eficiente de los recursos naturales y su ambiente (Ley 18.892, Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA)).

Conservación in situ: Conservación de los ecosistemas y los hábitats naturales; el mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y, en el caso de las especies domesticadas y cultivadas, en los entornos en que hayan desarrollado sus propiedades específicas (http://areasprotegidas.mma.gob.cl/glosario/).

Cultivo experimental o actividad experimental: actividad de cultivo de recursos hidrobiológicos que tiene por objeto la investigación científica, mejora genética, el desarrollo tecnológico o la docencia. No se comprende dentro de esta actividad la mantención de recursos hidrobiológicos para su exhibición pública con fines demostrativos o de recreación (D.S. 96 de 2015, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo).

Decreto de destinación: el Decreto del Ministerio de Defensa Nacional que, de conformidad con el artículo 55 A de la Ley General de Pesca y Acuicultura, otorga al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, la destinación de la zona geográfica correspondiente al área de manejo (D.S. 96 de 2015, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo).

Ecosistema: Complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional (http://areasprotegidas.mma.gob.cl/glosario/).

Especie endémica: Son aquellas especies que viven exclusivamente dentro de un determinado territorio, ya sea un continente, un país, una región política administrativa,

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

una región biogeográfica, una isla o una zona particular. Por lo tanto, las especies endémicas son un subconjunto de las especies nativas (http://areasprotegidas.mma.gob.cl/glosario/).

Objetivo de conservación: Meta o propósito que se persigue mediante la emisión de una norma de protección, en el caso de la legislatura chilena se verifica que el objetivo o los objetivos de conservación de las áreas protegidas pueden apuntar a: preservar, reservar, resguardar, mantener, proteger, conservar, garantizar la vida, manejar sustentablemente, regular, recuperar, restaurar. (Jurisprudencia de las normas de creación de las áreas protegidas de Chile, revisión de años 1907 a 2013. Ministerio del Medio Ambiente, Chile).

Pesca artesanal: actividad pesquera extractiva realizada por personas naturales que en forma personal, directa y habitual trabajan como pescadores artesanales. Para los efectos de esta ley, se distinguirá entre armador artesanal, mariscador, alguero y pescador artesanal propiamente tal. Estas categorías de pescador artesanal no serán excluyentes unas de otras, pudiendo por tanto una persona ser calificada y actuar simultánea o sucesivamente en dos o más de ellas, siempre que todas se ejerciten en la misma Región, con las solas excepciones que contempla el Título IV de la presente ley (Ley 18.892, Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA)).
Se considerará también como pesca artesanal, la actividad pesquera extractiva que realicen personas jurídicas, siempre que éstas estén compuestas exclusivamente por personas naturales inscritas como pescadores artesanales en los términos establecidos en esta ley (Ley 18.892, Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA)).

Pesca industrial: actividad pesquera extractiva realizada por armadores industriales, utilizando naves o embarcaciones pesqueras (Ley 18.892, Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA)).

Recursos hidrobiológicos: especies hidrobiológicas susceptibles de ser aprovechadas por el hombre (Ley 18.892, Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA)).

Reglamento de Clasificación de Especies: Reglamento vigente desde el año 2005, y modificado en el año 2011, el cual establece las disposiciones que regirán el procedimiento para la clasificación de especies de plantas, algas, hongos y animales silvestres según lo dispuesto en el artículo 37 de la ley Nº 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente. Las disposiciones de este Reglamento son aplicables sólo a las especies de plantas, algas, hongos y animales silvestres que sean nativas de Chile. (Ministerio del Medio Ambiente, Chile).

Reserva Nacional: Las regiones establecidas para la conservación y utilización, bajo vigilancia oficial, de las riquezas naturales, en las cuales se dará a la flora y la fauna toda protección que sea compatible con los fines para los que son creadas estas reservas (Decreto Supremo N° 531, de 04.10.1967, del Ministerio de Relaciones Exteriores “Convención para la Protección de la flora, la fauna y las bellezas escénicas

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

naturales de América"). Definición según MMA (http://areasprotegidas.mma.gob.cl/glosario/).

Reserva Marina: Estas reservas constituyen un área de resguardo de los recursos hidrobiológicos con el objeto de proteger zonas de reproducción, caladeros de pesca y áreas de repoblamiento por manejo. (Art. 2 Nº 43 de la Ley General de Pesca y Acuicultura). Definición según MMA (http://areasprotegidas.mma.gob.cl/glosario/).

Santuario de la Naturaleza: Son sitios terrestres o marinos que ofrezcan posibilidades especiales para estudios e investigaciones geológicas, paleontológicas, zoológicas, botánicas o de ecología, o que posean formaciones naturales, cuya conservación sea de interés para la ciencia o para el Estado" (artículo 31, Ley N° 17.288 sobre Monumentos Nacionales). Definición según MMA (http://areasprotegidas.mma.gob.cl/glosario/).

Sitio prioritario: Espacio geográfico terrestre, acuático continental, costero o marino de alto valor para la conservación, identificado por su aporte a la representatividad ecosistémica, su singularidad ecológica o por constituir hábitat de especies amenazadas, y priorizado para la conservación de su biodiversidad en la Estrategia Nacional de Biodiversidad. Definición según la Estrategia nacional de biodiversidad 2017-2030.

UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza o Internacional Union for Conservation of Nature (Decreto N° 29 de 2011).

Veda: acto administrativo establecido por autoridad competente en que está prohibido capturar o extraer un recurso hidrobiológico en un área determinada por un espacio de tiempo (Ley 18.892, Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA)).

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

1 Antecedentes

Entre la zona sur de la Región de Atacama y la zona norte de la Región de Coquimbo se encuentra una de las áreas de mayor biodiversidad marina y productividad de nuestro país. Este borde costero y su archipiélago de islotes albergan una importante cantidad de especies marinas que conforman un ecosistema marino excepcional. Por este motivo, en 1990 se declaró la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, protegiendo parte de la zona donde habita el 80% de la población de pingüino de Humboldt a nivel mundial (OCEANA, 2010).

La zona emplazada en el sector costero entre Caleta Chañaral de Aceituno (región de Atacama) y Punta Poroto (región de Coquimbo), es una de las tres zonas más importantes de afloramiento o surgencia en el centro-norte de Chile, transformando el sector en uno de los más productivos de las regiones de Atacama y Coquimbo, debido a que estas surgencias llevan a la superficie del mar aguas profundas, frias y ricas en nutrientes (Figueroa & Moffat 2000). La circulación de corrientes predominantes tendría como consecuencia la llegada de masas de agua con gran cantidad de larvas del sur, las cuales además son retenidas en estas zonas a través de procesos locales, donde los sistemas de islas son fundamentales (Gaymer *et al.,* 2007).

Las condiciones oceanográficas del área y su alta productividad (Gaymer *et al.,* 2021) se traducen en grandes reclutamientos de varios organismos de la trama trófica, incluyendo locos y otros recursos pesqueros como lapas, crustáceos y anchovetas, resultando en un área altamente importante tanto por su diversidad biológica como por la actividad pesquera artesanal (OCEANA, 2010 y 2017). Concentra numerosas especies en peligro crítico de conservación, incluidas el 80% de la población del pingüino de Humboldt del planeta, numerosas especies endémicas tanto marinas como terrestres, más de 14 especies de cetáceos (Gaymer *et al.,* 2021), además del 80% del desembarque de locos y lapas de la Región de Coquimbo y de numerosos otros recursos para la pesca artesanal e industrial del centro-norte de Chile (Informe técnico MMA, 2021), incluyendo al langostino amarillo y el camarón nailon.

Esta productividad biológica se traduce en grandes poblaciones de peces (anchovetas, sardinas) y crustáceos (krill) que son el alimento de las poblaciones de pingüinos de Humboldt, delfines y ballenas que frecuentan o residen en el área. Su borde costero y su archipiélago de islas e islotes albergan una importante cantidad de especies reportando 187 taxa macrobentónicas, 122 especies de aves, 21 mamíferos marinos y 68 especies de peces (Informe técnico MMA, 2021; Gaymer *et al.,* 2021).

Por todo esto, el área ha sido reconocida por un panel regional de expertos asesores del Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB) como un "área marina biológica o ecológicamente significativa" (EBSA, por su sigla en inglés) a nivel mundial, incluido el hecho de ser parte relevante de uno de los más importantes grandes ecosistemas marinos en el globo [Humboldt Large Marine Ecosystem (LME)]. Así, este ecosistema ha sido definido por la CBD como uno de los 10 grandes ecosistemas marinos con alta prioridad para ser protegidos en el mundo (https://www.cbd.int/ebsa/).

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

La modificación de la Ley Nº19.300, creó la institucionalidad ambiental y entregó al Ministerio del Medio Ambiente facultades para proponer políticas, planes, programas, normas y supervigilar el Sistema Nacional de Área Protegidas incluido los parques y reservas marinas y los santuarios de la naturaleza (art. 70 letra b), como asimismo de las áreas marinas costeras protegidas de múltiples usos (AMCP-MU) (art.70 letra c). Para la declaración de un AMCP-MU, se requiere contar con un informe técnico, que contenga una caracterización general del área, caracterización socioeconómica, análisis de factibilidad, entre otros.

Las Áreas Marinas Protegidas (AMP) constituyen un instrumento cuyo objetivo principal es conservar la integridad y diversidad de la naturaleza y asegurar que cualquier uso de los recursos naturales sea equitativo y ecológicamente sostenible. Para que las AMPs tengan éxito en el logro de este objetivo, los estados deben materializarlo por medio de acciones que resulten en la conservación efectiva de estos espacios, de tal manera que las AMPs se consoliden como un componente clave de la gestión integrada de las zonas costeras y marinas, y como parte de su desarrollo sostenible.

Dentro de las categorías de AMPs, las áreas marinas costeras protegidas de múltiples usos (AMCP-MU) son categoría VI de la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza (UICN) para el “uso sostenible de los recursos naturales”. Estas AMPs se definen como aquellas donde existen especies, hábitats, ecosistemas o condiciones naturales y paisajísticas, asociadas a valores culturales o al uso tradicional o sustentable de los recursos naturales y de los servicios ecosistémicos. El objetivo de esta categoría es asegurar el uso sustentable de los servicios ecosistémicos a través de un manejo integrado del área, utilizando los instrumentos de conservación y manejo disponibles en el ordenamiento jurídico. En estas áreas podrán desarrollarse distintas actividades de uso sustentable, siempre que no afecten los objetos de protección del área y se ajusten al respectivo plan de manejo del AMCP-MU.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

2 Caracterización de las comunidades aledañas al AMCP-MU archipiélago de Humboldt

La propuesta del Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) archipiélago de Humboldt involucra territorios de tres comunas aledañas: al norte Freirina, Provincia del Huasco en la Región de Atacama, y al sur, las comunas de La Higuera de la Provincia de Elqui y La Serena en la Región de Coquimbo.

La comuna de Freirina abarca un total de 3.207 km^2, lo que representa el 4,85% del territorio regional, cuenta con un extenso litoral que va desde Punta Alcalde por el norte hasta el límite sur de la región de Atacama. En la zona costera existe un total de 9 localidades habitadas siendo las más importantes las caletas de Carrizalillo y caleta Chañaral de Aceituno; así como la caleta Los Bronces y Quebradita las más aisladas. Para efectos del AMCP-MU las localidades que estarían involucradas serían caleta Chañaral de Aceituno, caleta de Carrizalillo y caleta Los Burros Sur. Es una comuna que ha estado experimentando un incremento sostenido de su población, registrando al año 2017 cerca de 7.041 habitantes (Censo del 2017, INE), concentrándose en las localidades urbanas próximas al eje de conexión con Vallenar, por lo que el sector sur costero es de menor poblamiento y dotación de infraestructura de servicios básicos. Caleta Chañaral de Aceituno es el único sector de la comuna que cuenta con infraestructura que permite el desarrollo de pesca y turismo, cuenta con un embarcadero, 3 boxes y una línea de atraque. En términos de transporte, la movilización pública es bastante limitada en cobertura y frecuencia, sin embargo cuenta con aedródromo privado en Punta Gaviota.

Respecto de la pesca artesanal, en el Registro de Pescadores Artesanales de Sernapesca se contabiliza un total de 319 personas, de las cuales el 21% corresponde a mujeres pescadoras-recolectoras, que es mayor al de otras comunas de la región. La actividad de recolección de algas pardas se centra en los recursos Huiro Negro y Huiro Palo; por otra parte, otros conjugan la recolección de algas con la extracción de peces como el congrio, cojinova, dorado y corvina y finalmente, también realizan actividades de buceo como técnica de pesca para extraer distintas especies de lapas y jabias, locos y erizos rojos.

En el caso de la Región de Coquimbo, la comuna de La Higuera alcanza los 4.158 km^2, siendo una de las más extensas a nivel regional, superficie distribuida desde la Cordillera de Los Andes hasta la costa, alcanzado una extensión de 70 km de borde costero, el que pasaría a formar parte de la AMCP-MU en su totalidad. En la comuna existen 6 localidades costeras y 7 localidades interiores concentrando la población en su capital comunal (pueblo de La Higuera). Las caletas que en su conjunto según el Censo 2017 representan alrededor del 30% de la población comunal, corresponden a El Apolillado, Punta Choros (San Agustín y Los Corrales), Los Choros, Chungungo, Totoralillo Norte y Hornos. De acuerdo a los registros del Sernapesca, la cantidad de pescadores inscritos en los registros corresponden a 1.050 al año 2021, de los cuales el 3% son mujeres y focalizan sus actividades en la explotación de algas pardas, machas, locos y distintas especies de lapas, jaibas.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

En la comuna de La Serena, el territorio costero involucrado corresponde a un sector costero rural ubicado entre el límite comunal de La Higuera y Punta Porotos, al norte de la ciudad de La Serena y donde no existe presencia de asentamientos o caletas pesqueras. Esta zona, en la que no existían localidades pobladas, está experimentando un proceso de desarrollo inmobiliario de parcelas para vivienda permanente y de veraneo, las que se asientan en forma agregada, en torno a la Ruta 5 Norte, a partir de loteos en distintas áreas de ésta ruta, en sectores como Hacienda del Mar, Reserva El Arrayán, Rocas del Arrayán, Lomas del Arrayán, entre otros.

Los territorios costeros de las comunas de Freirina y La Higuera cuentan con distintos tipos de organizaciones funcionales y de representación[1], además de las organizaciones de pescadores artesanales existen juntas de vecinos, comités de adelanto, agrupaciones culturales, talleres laborales, organizaciones medioambientales, Centros de Apoderados, Clubes juveniles y de adultos mayores, clubes deportivos, Comités de Agua Potable Rural (APR), Asociaciones Gremiales, Sindicatos, etc. En la **Tabla 6** se listan por comuna aquellas organizaciones de la sociedad civil que fueron consideradas en las fases de socialización del proyecto, así como participar en la identificación de los Objetos de conservación y sus amenazas, aunque no sean necesariamente incluidas en las instancias de administración y gestión del AMCP-MU en caso de aprobarse. Estas organizaciones cuentan con representantes de distintos estamentos de la población, que tiene relación con el uso, cuidado y goce económico, social, cultural y de recreación con el área.

En un trabajo anterior (OCEANA, 2013), se llevó a cabo una identificación y caracterización de actores claves en función de su pertinencia respecto del uso, manejo, planificación y/o gestión de los recursos naturales asociados a la creación del AMCP-MU, utilizando las siguientes tres dimensiones: autopercepción de importancia en procesos de toma de decisión sobre recursos naturales, actores en redes sociales inter-organizacionales y percepción de actores claves para la planificación del AMCP-MU. Este proceso identificó a 44 actores relevantes respecto del uso, manejo o conservación de los recursos naturales y 31 actores claves en la planificación e implementación del AMCP-MU. Entre estos últimos, se definieron como prioritarios algunas instituciones públicas, como DIRECTEMAR, el Ministerio del Medio Ambiente y CONAF; en un segundo plano se consideró a las organizaciones de pescadores artesanales y Sernapesca, para finalmente considerar también al Gobierno Regional, las municipalidades y universidades.

[1] Según la Ley 19.483, las organizaciones funcionales son aquellas organizaciones comunitarias, sin fines de lucro, que tienen por finalidad representar y promover valores específicos de la comunidad vecinal dentro de un territorio (comuna o agrupación de comunas), cuya personalidad jurídica es otorgada por el Municipio. Por otra parte, los Sindicatos y Asociaciones Gremiales se consideran organización de representación y desarrollo de los intereses económicos, laboral y profesionales de grupos específicos (trabajadores, gremios, oficios, etc.).

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

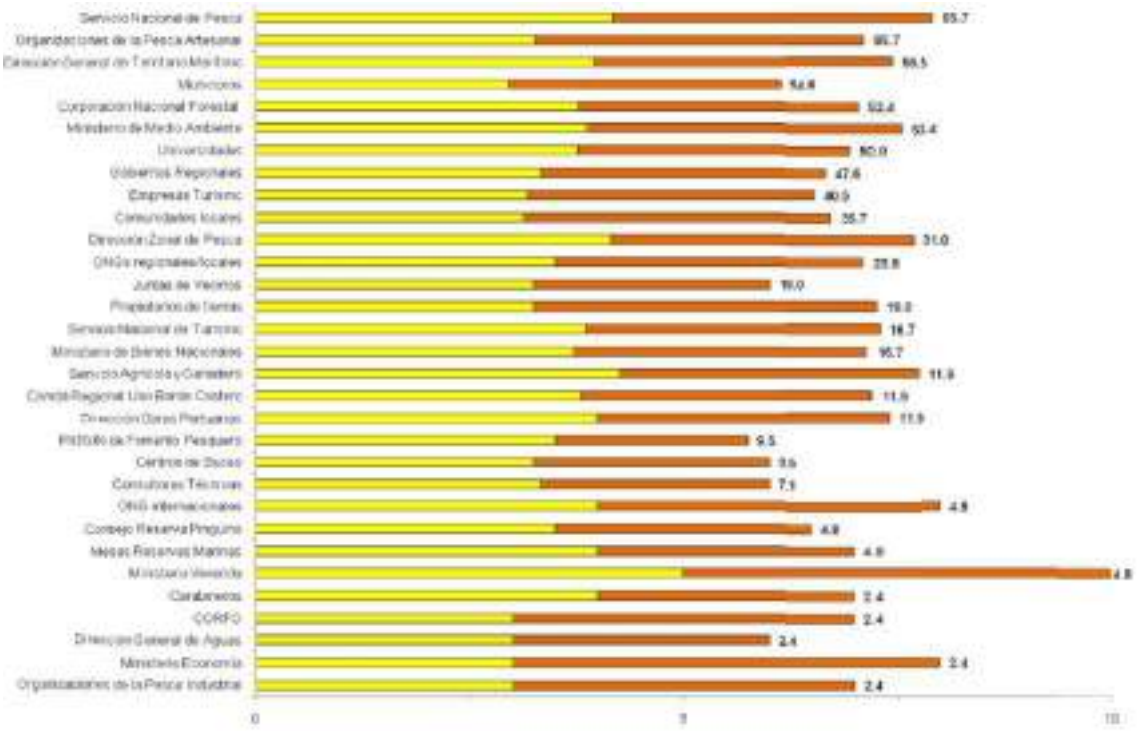


Figura 1. Caracterización del conjunto de actores claves identificados (Fuente: OCEANA/Cárcamo, 2013).

En la **Figura 1** se presentan los resultados de ese trabajo de acuerdo a la frecuencia de mención, resumiendo el valor alcanzado para cada actor, en color amarillo se muestra la variable capacidad para planificar e implementar un AMCP-MU y en rojo la variable influencia en el área sobre otros actores (OCEANA, 2013). Por otra parte, un estudio mandatado por la Seremi del Medio Ambiente de Coquimbo, propone que las funciones de evaluación y elaboración de una propuesta de conservación como un AMCP-MU sean realizadas por los servicios públicos de nivel regional que tienen competencias específicas y que actualmente constituyen la Mesa Técnica de Conservación Marina y a las organizaciones de pesca artesanal vinculadas a las caletas y localidades costeras que se incorporan en la propuesta (**Tabla 1**), en ambos casos sólo se considera la región de Coquimbo. En referencia al grado de influencia y beneficio que representa para los servicios públicos el participar, las diferencias entre distintos actores es el valor que se atribuye a los servicios, siendo Sernapesca, Subpesca y Medio Ambiente a los que se considera con mayor pertinencia e influencia en la toma de decisiones, del mismo modo que perciben una menor influencia a las organizaciones de pescadores artesanales.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Tabla 1. Integrantes Mesa Técnica de Conservación Marina y Organizaciones de Pescadores. Región de Coquimbo

Mesa Técnica de Conservación Marina Servicios Públicos con Competencia	**Organizaciones de Pescadores Artesanales comuna de La Higuera**
Gobernador Marítimo de Coquimbo.	A.G. de Trabajadores del Mar Independiente de Caleta Chungungo
SEREMI Bienes Nacionales de Coquimbo.	A.G. de Pescadores y Mariscadores de Los Choros
SEREMI MINVU de Coquimbo.	Organización Comunitaria Funcional de Pescadores Bahía Choros
Jefa de División de Planificación y Desarrollo Regional, GORE	A.G. de Trabajadores del Mar Pananamericana Norte caleta Hornos
	A.G. de Trabajadores del Mar Independiente Punta de Choros
Director Regional CONAF de Coquimbo.	A.G. de Trabajadores Independientes de Caleta Chungungo
Director Regional SERNAPESCA de Coquimbo.	S.T.I. de Pescadores Artesanales Totoralillo Norte
	Organización de Buzos Mariscadores Los Castillo de Chungungo
Director Zonal de Pesca	S.T.I. Nº 1 de Buzos y Pescadores Artesanales de Caleta Hornos
Director Regional IFOP.	S.T.I. Buzos, Ayudantes, Pescadores y Recolectores de Caleta Chungungo
Director Regional del Servicio Agrícola y Ganadero.	Organización Comunitaria Funcional de Pescadores Unidos comuna La Higuera
	S.T. Artesanales, Buzos Mariscadores y Recolectores de Orilla "La cruz de Chungungo"
Director Regional SERNATUR.	Agrupación de trabajadores Independientes del mar de caleta Hornos
Decano Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo	Agrupación de Mujeres Emprendedoras Estrella del Mar
	Cooperativa Pesquera y Comercializadora Los Choros
Municipalidad de la Higuera	Cooperativa Pesquera y Comercializadora Punta Norte
	Agrupación Funcional de Pescadores de Caleta Hornos

Fuente: Sernapesca 2021, como se citó Informe Técnico MMA, 2021.

Ese mismo estudio diferenciaba, para la comuna de La Higuera, entre las organizaciones de pescadores de acuerdo a los beneficios recibidos, al comportamiento y relación con el borde costero, resultado que identifica un primer grupo correspondiente a los habitantes en torno a las caletas de Los Choros y Punta de Choros, principales beneficiadas con la creación de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt y la Reserva Marina Choros-Damas, quienes han sido capaces de levantar una oferta turística y de gestionar exitosamente las AMERBs, las que cuentan con la mayor productividad de la comuna. El otro grupo corresponde a los habitantes de las caletas de Chungungo, Totoralillo Norte y Caleta Hornos, lugares con menos desarrollo turístico, con mayores problemas medioambientales, que resultan principalmente por los conflictos que derivan de proyectos mineros y/o portuarios que son vistos como una amenaza para una parte de la población y cuya principal actividad económica sigue siendo la pesca artesanal. El estudio anterior concluye en un listado de 21 actores con los que se propone sea realizado el trabajo de planificación y la posterior administración del AMCP-MU, una vez decretada.

Por otra parte, en el año 2019 mediante Resolución exenta Nº4603 de Sernapesca, se estableció la formalización de las Mesas de Trabajo que venían desarrollándose en torno a la Reserva Marina de Isla Chañaral de Aceituno de la Región de Atacama, la Reserva Marina de Islas Choros - Damas de la Región de Coquimbo y la Reserva

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Marina La Rinconada de la Región de Antofagasta (**Tabla 2**). El documento establece la creación de tres figuras organizacionales o comités, con funciones y atribuciones diferenciales para la gestión y administración de cada reserva marina, ellos son: Comité Consultivo espacio de socialización y difusión de la información generada y recolección de información sobre requerimientos de los actores relevantes para la gestión; Comité de Administración, cuya función es velar por el cumplimiento del Plan General de Administración (PGA), realizar el monitoreo y seguimiento a las acciones diseñadas; y el Comité de Gestión del PGA, encargado de gestionar el financiamiento, las alianzas estratégicas y evaluar el desarrollo del PGA. En el documento se definen los actores que pueden integrar cada uno ellos, dejando un margen para la adecuación a cada realidad regional. El Comité de Gestión del PGA para cada una de las reservas marinas se define de nivel nacional y que será integrado por Dirección Nacional de Sernapesca, la Subdirección Administrativa de Sernapesca, la Unidad de Conservación y Biodiversidad de Sernapesca y los Directores y Encargado Regional de la Reserva Marina en cuestión. En el caso de la Reserva Isla Chañaral de Aceituno, se formaliza la Mesa de Trabajo, siendo definidos los actores, funciones, formas de funcionamiento y de elección (Res.Ex.Nº144, Sernapesca Región Atacama, 2020); el listado de actores para los Comités que son de carácter regionales, de Administración y Consultivo, quedan conformados como se muestra en la **Tabla 3**.

Tabla 2. Estructura de Gestión Administrativa de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros y Damas

COMITÉ DE GESTIÓN DEL PGA
- Dirección Nacional de Sernapesca - Subdirección Administrativa de Sernapesca - Unidad de Conservación y Biodiversidad de Sernapesca - Directores y Encargado Regional de la Reserva Marina

COMITÉ DE ADMINISTRACION	**COMITÉ CONSULTIVO**
- SERNAPESCA - Subsecretaria de Pesca y Acuicultura - Municipalidad - Gobierno Regional - Direeción General del Territorio Marítimo y la Marina Mercante (Directemar) - Corporación Nacional Forestal (CONAF) - Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) - Ministerio del Medio Ambiente - Academia - Representante del Comité Consultivo	- SERNAPESCA - Representantes o Socios de pescadores - Socios o representantes de Buzos deportivos - Socios o representantes de la comunidad Local - Socios o representantes de Escuela de Buceo (*) - Prestadores de Servicios Turísticos (*) - Otros (instituciones) (*) Si aplica

Fuente: Res.Ex.Nº4603, Sernapesca 2019

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Tabla 3. Estructura de Gestión Administrativa Regional de la Reserva Marina Isla Chañaral

COMITÉ DE ADMINISTRACIÓN **Reserva Marina Isla Chañaral de Aceituno**	**COMITÉ CONSULTIVO** **Reserva Marina Isla Chañaral de Aceituno**
- Director/a Regional de Sernapesca - Dirección Zonal de Subsecretaria de Pesca y Acuicultura - Ilustre Municipalidad de Freirina - Gobierno Regional - Gobernación Marítima - CONAF - SERNATUR - Ministerio del Medio Ambiente - Centros de Investigación y Universidades - Representante del Comité Consultivo	- Director/a Regional de Sernapesca - Representantes de pescadores locales - Representantes de Buzos deportivos - Representantes de la comunidad Local - Prestadores de Servicios Turísticos - Representantes de ONG - Representantes de Centros de investigaciones - Servicios públicos

Res.Ex.N°144, Sernapesca Región Atacama, 2020

En las siguientes tablas se presenta una nueva revisión de actores, proponiendo un listado para efectos del trabajo de planificación que compromete la socialización y justificación del AMCP-MU archipiéalgo de Humboldt. Se propone que la tarea de definición de la forma de gobernanza que asumirá el AMCP-MU, debe ser resultado de la dinámica de trabajo desarrollado en la etapa de planificación. Esta lista constituye un punto de partida y puede servir como base para la definición del órgano que deberá realizar la gestión y administración del AMCP-MU, que debe ser en todo caso un grupo de actores (número, atribuciones y legitimidad) que permita una gestión eficiente y eficaz, que considere instancias de participación de otros actores que se relacionan directamente o indirectamente con el AMCP-MU en tanto instituciones o usuarios de los distintos servicios ecosistémicos desarrollados en ella.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Tabla 4. Actores Públicos claves para el proceso de planificación participativo

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
1	Seremi del Medio Ambiente	Coquimbo	Leonardo Gros Pérez (SEREMI)	Av Juan Cisternas 1957; La Serena Fono: 22473761	Liderar en la región el desarrollo sustentable, a través del apoyo a la generación de políticas públicas, regulaciones eficientes, promoviendo buenas prácticas y mejorando la educación ambiental ciudadana.	Líneas estratégicas de trabajo son la protección y conservación de la diversidad biológica y de los recursos naturales renovables e hídricos, promoción del desarrollo sustentable, la integridad de la política ambiental y de su regulación normativa.
2		Atacama	Natalia Urith Penroz Acuña (SEREMI)	Portales Nº 830, Copiapó. Fono: (56-52) 2352862		
3	SEREMI Bienes Nacionales	Coquimbo	Marcelo Salazar Pérez (SEREMI)	Arturo Prat 225, of. 410; La Serena Fono: 2566500	administrar y resguardar el patrimonio fiscal, colocándolo al servicio de las necesidades sociales, ambientales, culturales y económicas del país en beneficio de todas y todos los habitantes del territorio regional	líneas de trabajo: reducir el déficit de suelo para viviendas dignas; restitución de tierras a pueblos originarios; fortalecimiento de espacios de memoria y derechos humanos; protección y el acceso al patrimonio natural; impulso de las energías renovables no convencionales, entre otros.
4		Atacama	Mónica Marín Aguirre (SEREMI)	Atacama 810, Copiapó Fono: (52) 252 6803 – (52) 252 6810		
5	SEREMI Vivienda y Urbanismo	Coquimbo	José Manuel Peralta León (SEREMI)	Almagro Nº 372, La Serena Fono: 2213744	Su misión es concretar la política nacional de vivienda y urbanismo en su área territorial, respondiendo a necesidades y demandas de los habitantes del territorio y a la sostenibilidad de la inversión pública, el medioambiente y la economía del país, con foco en la calidad de vida de las	Realiza actividades de planificación, programación, evaluación, control y promoción de dicha política. Además, vela por el cumplimiento de SERVIU, en sus respectivas jurisdicciones, de todos los planes, normas e instrucciones impartidas por el MINVU y especialmente, que sus inversiones se ajusten estrictamente a los presupuestos
6		Atacama	Rocío Díaz Gómez (SEREMI)	Atacama N° 711, Copiapó Fono: (52) 2526551 - (52) 2526539		

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
					personas más vulnerables y sectores medios.	aprobados para cada uno de ellos.
7	Seremi de Economía, Fomento y Turismo	Coquimbo	Pía Castillo Bosselaar (SEREMI)	Balmaceda N° 441 oficina 23 2do. Piso La Serena Fono: 2214814	Su propósito es implementar las políticas del Ministerio en el territorio en vistas a lograr un crecimiento sostenido, sustentable y con equidad.	Líneas de acción: promoción de la modernización y competitividad de la estructura productiva del país; promoción de la iniciativa privada y la acción eficiente de los mercados; desarrollo de la innovación en los distintos rubros; consolidación de la inserción internacional de la economía del país. Servicios: SERCOTEC, CORFO, SERNATUR, SENCE, SERCOTEC, INDESPA; SERNAC, SUBPESCA, SERNAPESCA, INE y INAPI).
8		Atacama	Makarena Isabel Arias Vargas (SEREMI)	Colipi N°780 Fono: 52 – 2212642		
9	Gobierno Regional de Coquimbo	Coquimbo	Krist Naranjo Peñaloza (Gobernadora)	Arturo Prat 350; La Serena.	Misión: Liderar el desarrollo social, cultural y económico, de forma equitativa a través de una planificación desde el territorio y de una gestión de inversión en forma armónica, eficiente, sustentable y participativa para el mejoramiento continuo de la calidad de vida de las personas en la Región de Coquimbo	Objetivos Estratégicos: Elaborar e implementar instrumentos de planificación regional que favorezcan al desarrollo equitativo de los territorios, la descentralización y los vínculos internacionales e interregionales; Materializar la planificación regional, a través de la coordinación de Planes y programas de Inversión Pública Regional, para satisfacer los

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
						requerimientos que demanda el desarrollo del territorio; Asegurar la calidad en la ejecución del FNDR gestionando en forma oportuna y eficiente los recursos propios.
10	Gobierno Regional de Coquimbo	Atacama	Miguel Vargas Correa (Gobernador)	Los Carreras 645; Copiapó. Fono: (52) 2 207200	Misión: Gestionar eficazmente la inversión pública, coordinando políticas, planes y programas, con el fin de contribuir al desarrollo económico, social y cultural de la región y sus territorios, propendiendo a mejorar la calidad de vida de sus habitantes.	Objetivos Estratégicos: Orientar el Proceso de Planificación y Ordenamiento Territorial; Fortalecer el rol articulador de la Institución a efectos de mejorar la oportunidad en la ejecución de la Inversión Pública Regional; Ejecutar en forma coherente, eficiente y eficaz el presupuesto de inversión asignado a la Región; Monitorear y evaluar la efectividad de la ejecución física y financiera de la inversión pública.
11	Dirección Zonal de Pesca de la macrozona Regiones III y IV	Coquimbo y Atacama	Javier Chávez Vilches (Director)	Raúl Marín Balmaceda N° 847, Coquimbo Fono: (32) 2502940	Lleva a cabo la gestión de la subsecretaría de pesca en esta zona, representa la autoridad pesquera y preside el Consejo Zonal de Pesca.	Enfoca su quehacer en el apoyo directo en temas pesqueros, acuícolas y medioambientales, participando en las mesas públicas-privadas de algas pardas, la mesa de Comabach (Bahía Chasco), mesas de pesca en las diversas provincias, en las comisiones regiones de uso del borde costero y en el Consejo Estratégico de la Pesca Artesanal, entre otras.

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
12	SERNAPESCA	Coquimbo	Cecilia Solís Fernández (Directora)	Calle Videla 340, Piso 6. La Serena Fono: +56 (51) 2677600 - +56 (51) 2677627 - +56 (51) 2677629	Contribuir a la sustentabilidad del sector y a la protección de los recursos hidrobiológicos y su medio ambiente, a través de una fiscalización integral y gestión sanitaria que influye en el comportamiento sectorial promoviendo el cumplimiento de las normas.	Fortalecer la seguridad y transparencia del rol fiscalizador; Facilitar el cumplimiento de la norma a los/as usuarios/as sectoriales para disminuir las conductas transgresoras; Enfoque de fiscalización integral eficaz para generar una disuasión efectiva de las conductas transgresoras; Participar de la agenda normativa sectorial; Potenciar el proceso modernizador en Sernapesca. Cuenta con Oficina en Punta Choros .
13		Atacama	Claudio Ramírez de La Torre (Director (S))	Arturo Prat 84, Caldera Fono: +56 (52) 2315290 - +56 (52) 2315523		
14	Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (Directemar)	Coquimbo	Capitán de Navío LT Jaime Gatica Calderón (Gobernador Marítimo)	Avda. Costanera 640. Coquimbo Fono: +56 51 2558100	Contribuir al desarrollo marítimo de la nación, proteger la vida humana en el mar, proteger el medio ambiente acuático y los recursos naturales marinos, regular las actividades y cautela el cumplimiento de las leyes y acuerdos internacionales.	Áreas: Seguridad Marítima, Intereses Marítimos, Hidrografía e investigaciones, Asuntos internacionales, Inspección de Naves, Formación, Meteorología. Capitanía de Coquimbo considera Alcaldías de mar en Caleta Hornos, Caleta Punta Choros, Bahía Cruz Grande, Totoralillo Centro; Capitanía de Huasco considera Alcaldía de Mar en Aceituno de Chañaral.
15		Atacama	Capitán de Fragata LT Cristian Ortega Valdivia (Gobernador Marítimo)	Avenida Wheelwright 441. Caldera. Fono: +56 52 2315551 / +56 52315276		

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
16	Municipalidad de La Higuera	Coquimbo	Yerko Galleguillos Ossandon (Alcalde)	Pedro Pablo Muñoz Nº 15 Fono: 512 429 901	Misión: Brindar a la comunidad de forma próxima y cordial un servicio oportuno y de calidad, suscitando la participación ciudadana de los actores locales para el desarrollo de la comuna, sus habitantes y colaboradores.	Lineamientos: mejorar conexión, infraestructura comunitaria y espacios de esparcimiento; foco de crecimiento económico, con proyectos de inversión aumenten fuentes de trabajo, con el sector agrícola diversificando su oferta, y sorteando la crisis hídrica de forma exitosa; aumenta sentido de pertenencia y seguridad; comuna maneja adecuadamente sus residuos, para un mejor cuidado del medioambiente, y un mejor entorno; gestión municipal da buen servicio con buen clima laboral.
17	Municipalidad de Freirina	Atacama	Cesar Orellana Orellana (Alcalde)	O'Higgins 1016, Freirina Fono: 512518713	Mejor estándar de calidad de vida de los habitantes de la Comuna de Freirina a través de generar un adecuado equipamiento básico, alcanzar un mayor nivel de ingresos de las personas, con un adecuado cuidado del medio ambiente y una disminución de la percepción de inseguridad.	Plan de Trabajo: potenciar diversos polos de desarrollo y fortalezas productivas de la comuna; mejorar la calidad de atención al público, generar espacios de participación ciudadana, fomentar el deporte y la cultura, y fortalecer el Departamento Social para responder a las necesidades de las familias más vulnerables.

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
18	Municipalidad de La Serena	Coquimbo	Roberto Jacob Jure (Alcalde)	Arturo Prat, La Serena Fono: 512206501	Entregar a la comunidad de forma cercana y amable un servicio oportuno y de calidad, promoviendo la participación ciudadana de los actores locales para el desarrollo de la comuna, sus habitantes, la Municipalidad y sus funcionarios y funcionarias.	
18	Corporación Nacional Forestal (CONAF)	Coquimbo	José Miguel Torres. (Director Regional)	Regimiento Arica 90, Coquimbo Fono/Fax: (56) 512244769	Contribuir al desarrollo del país a través del manejo sostenible de los ecosistemas forestales y de los componentes de la naturaleza asociados a éstos a través de los objetivos estratégicos de Fortalecimiento y mejoramiento institucional; Fomento, protección y desarrollo sostenible del recurso forestal; Desarrollo y conservación de las áreas silvestres protegidas; y, Prevención y control de incendios forestales	Líneas acción: fomento, establecimiento, restauración y manejo de los bosques y formaciones xerofíticas; el aumento del arbolado urbano; la mitigación y adaptación de los efectos del cambio climático; la fiscalización de la legislación forestal y ambiental; y la protección de los recursos vegetacionales; desarrollo y gestión del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE); control incendios forestales.
19		Atacama	Sandra Edith Morales Pérez (Director Regional)	Juan Martínez 55, Copiapó Fono: (56) 522213404		
20	Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR)	Coquimbo	Angélica Funes Tapia (Directora Regional)	Av. Matta 461, oficina 108, piso 1, La Serena Fono: +51 222 51 38	Impulsar el desarrollo sustentable de la actividad turística, incentivando la especialización, la calidad y la competitividad de la	Promover y difundir productos y destinos turísticos del país; Promover la competitividad de la industria turística, formalizando la oferta e incorporando

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
21		Atacama	Alejandro Martín Caro (Director Regional)	Los Carrera 691, Copiapó	industria y promocionando los destinos y atractivos turísticos nacionales, para contribuir al desarrollo económico, social y cultural del país.	estándares de calidad, seguridad y sustentabilidad; Reducir la estacionalidad de la industria y promover el desarrollo regional y local; generar una oferta turística país integrada, especializada, diversa y sustentable; Desarrollar y especializar al capital humano en el sector como factor estratégico
22	Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)	Coquimbo	Jorge Mautz (Director Regional (S))	Pedro Pablo Muñoz 200, La Serena Fono: (051) 224849; (051) 218859	Apoyar el desarrollo de la agricultura, los bosques y la ganadería, a través de la protección y mejoramiento de la salud de los animales y vegetales.	Funciones son: evitar la introducción desde el extranjero de enfermedades o plagas que puedan afectar a los animales o vegetales y dañar gravemente a la agricultura; participa en su certificación sanitaria para la exportación; realiza acciones para conservar y mejorar los recursos naturales renovables asociados a la producción agrícola, ganadera y forestal; controla que los alimentos y medicamentos elaborados para animales sean seguros y no provoquen alteraciones en su salud; controla que productos químicos y biológicos de control de plagas cumplan con normas nacionales de fabricación.
23	Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)	Atacama	Mei Siu Maggi Achu (Directora Regional)	Chacabuco 546, Edificio Copayapu, Oficinas Nº 23, 41 y 44 Fono: (52) 212681; (52) 212858		

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
24	Instituto de Fomento Pesquero (IFOP)	Coquimbo y Atacama	Alejandro Dal Santos	Doctor Marín 340, Coquimbo Fono: 2313765	Misión: Asesorar la toma de decisiones de la institucionalidad de pesca y acuicultura nacional, mediante la elaboración de antecedentes científicos y técnicos de valor público para la administración y sustentabilidad de los recursos de la pesca, de la acuicultura y de sus ecosistemas.	Líneas: genera, desarrolla y transfiere conocimiento de valor público para el sector de la acuicultura y la pesca orientado a conservar y/o preservar la base productiva clave para potenciar el desarrollo sustentable del país; apoyar a la Autoridad con los resultados de los programas de investigación, con proyectos de acción transversales orientados a solucionar problemas detectados con la Autoridad y los agentes en los ámbito de la pesca y la acuicultura.
25	Dirección de Obras Portuarias (DOP)	Coquimbo	Lilian Ireland Astudillo (Directora Regional)	Cirujano Videla 200, 1er Piso, La Serena. Fonos:(51) 542002	Misión: proveer servicios de infraestructura portuaria y costera, marítima, fluvial y lacustre necesarios para el mejoramiento de la calidad de vida, el desarrollo socioeconómico del país y su integración física nacional e internacional.	Contribuir: al desarrollo del potencial económico del país para el turismo, comercio exterior, cabotaje y pesca, con visión integradora y de largo plazo, a través de la provisión de servicios de infraestructura portuaria de integración de zonas aisladas y conectividad, de cuidado del borde costero marítimo, fluvial y lacustre, y de protección de ribera; lograr estándares de eficiencia en el uso de estos recursos a través de la aplicación de planes de conservación de obras.
26		Atacama	Luis Verdugo Cerón (Director Regional)	Rancagua 499, 4º piso, Copiapó Fono: (52) 2522002		

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
27	Corporación Nacional de Fomento (CORFO)	Coquimbo	Andrés Zurita Silva (Director regional)	Av. Juan Cisternas 1975, La Serena. Fono: (+51) 247 14 51	Misión: Fomentar la inversión, la innovación y el emprendimiento, fortaleciendo, además, el capital humano y el desarrollo tecnológico para mejorar la productividad del país y alcanzar posiciones de liderazgo mundial en materia de competitividad.	En la región trabajan por el crecimiento y la reactivación de nuestros territorios a través de estrategias para fomentar la competitividad del turismo y astroturismo, los bioproductos marinos, el sector caprino y pisquero, la tecnología, las industrias creativas, la pesca, la acuicultura y la minería, para así ser un referente en materia de sostenibilidad y desarrollo regional.
28		Atacama	Pedro Maturana (Director regional (S))	Copayapu 823, Copiapó Fono: (+52) 235 10 57		Corfo en Atacama tiene como rol apoyar el emprendimiento, la innovación y la productividad de las micro, pequeñas y medianas empresas, fortaleciendo además el capital humano y las capacidades tecnológicas. Nuestro principal objetivo es promover una sociedad de más y mejores oportunidades para contribuir al desarrollo económico de la zona.
29	Instituto Nacional de Desarrollo Sustentable de la Pesca Artesanal y de la Acuicultura de Pequeña Escala (Indespa)	Coquimbo	Yuri Smith (Profesional Encargado)	Raúl Marín Balmaceda Nº 847, Coquimbo Fono: 32 2502945	Fomentar el desarrollo sustentable del sector y la adaptación de los métodos al cambio climático para asegurar el abastecimiento de alimentos frescos y	Apoya a pescadores artesanales, pescadoras, buzos, recolectores de orilla, acuicultores de pequeña escala y sus respectivas organizaciones, facilitándoles el

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
30		Atacama	Alvaro Valenzuela (Profesional encargado:)	Prat 84, Caldera Fono: +56 9 66473647	sanos, y, garantizar el bienestar de las comunidades costeras sin que éste dependa de una mayor extracción de recursos del mar	acceso a iniciativas que les permitan aumentar su capacidad productiva y comercial mediante la agregación de valor y diversificación de ingresos.
31	Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI)	Coquimbo	Oficina PIDI	Francisco de Aguirre N° 477, La Serena Fono:(051) 2562000.	Promover, coordinar y ejecutar la acción del Estado en favor del desarrollo integral de las personas y comunidades indígenas	Cuenta con 3 Fondos: Fondo de Desarrollo orientado a aumentar el bienestar de las familias, comunidades y organizaciones indígenas, mediante la elaboración, implementación y evaluación de programas y proyectos de apoyo con pertinencia cultural, identitaria y de género. Fondo de Cultura y Educación que coordina, planifica, asesora y ejecuta programas y proyectos para promocionar, difundir, preservar, recuperar, revitalizar y valorar las culturas, y lenguas indígenas del país Fondo de Tierras y Aguas Indígenas consistente en una serie de instrumentos tendientes satisfacer distintas demandas de los pueblos originarios asociadas a los recursos de tierra y agua
32		Atacama	Claudio Araya (Coordinador oficina)	Los Carreras Nº 599 oficina 7 piso 3. Copiapó. Fono: 52-2537157 caraya@conadi.gov.cl rgutierrez@conadi.gov.cl		

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Tabla 5. Actores privados con intereses directos en el borde costero

Nº	INSTITUCIÓN/SECTOR	REGIÓN	Representante/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
1	Organizaciones de Pescadores Artesanales	Coquimbo	A.G. De Mariscadores Y Pescadores de Los Choros	Los Choros, comuna de La Higuera	Organización cuya personalidad es otorgada por el Ministerio de Economía, tiene por objeto de promover el desarrollo y protección de las actividades que son comunes a sus integrantes pescadores artesanales y actividades conexas a dichas actividades comunes.	Cuentan con 1 AMERB en el Apolillado que tiene por objetivo los recursos: Taca, Culengue, Erizo, Huiro Negro, Huiro Palo, Lapa Negra, Loco
2		Coquimbo	A.G. De Trabajadores Del Mar Independientes De Caleta Punta De Choros	Caleta Los Choros, Comuna La Higuera	Organización cuya personalidad es otorgada por el Ministerio de Economía, tiene por objeto de promover el desarrollo y protección de las actividades que son comunes a sus integrantes pescadores artesanales y actividades conexas a dichas actividades comunes.	Cuentan con 2 AMERB que tiene por objetivo los recursos: Taca, Culengue, Erizo, Lapa Negra, Lapa Rosada, Loco, y en Isla Choros los recursos: Taca, Culengue, Erizo, Lapa Negra, Lapa Rosada, Loco
3		Coquimbo	Organización Comunitaria Funcional De Pescadores Unidos, Comuna De La Higuera	Choreadero, Comuna La Higuera	Organización cuya personalidad jurídica la otorga el Municipio del territorio en que habitan sus miembros, tiene carácter funcional pues su finalidad es representar y promover objetivos y	Cuentan con 2 AMERB que tiene por objetivo los recursos: Macha;

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Nº	INSTITUCIÓN/SECTOR	REGIÓN	Representante/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
					valores específicos definidos por sus integrantes al momento de su constitución.	
4		Coquimbo	STI De Pescadores Artesanales, Buzos Mariscadores Y Recolectores De Orilla La Cruz De Chungungo	La Peña, Comuna La Higuera	Organización cuya personalidad jurídica depende de la Inspección del Trabajo, tiene como objetivo principal procurar el bienestar y mejorar la calidad de vida de sus miembros, así como su representación.	Cuentan con 1 AMERB que tiene por objetivo los recursos: Huiro Negro, Huiro Palo, Lapa Negra, Lapa Rosada, Loco, Macha
5		Coquimbo	S.T.I. De Buzos, Ayudantes, Pescadores Y Recolectores De La Caleta Chungungo	Caleta Chungungo (Sector D, Temblador), Comuna La Higuera	Organización cuya personalidad jurídica depende de la Inspección del Trabajo, tiene como objetivo principal procurar el bienestar y mejorar la calidad de vida de sus miembros, así como su representación.	Cuentan con 2 AMERB que tiene por objetivo los recursos: Huiro Negro, Huiro Palo, Lapa, Loco; otra con Huiro Negro, Huiro Palo, Lapa Negra, Loc
6		Coquimbo	A.G. De Trabajadores Independientes De Chungungo, Comuna La Higuera	Caleta Chungungo (Sector C y A), Comuna La Higuera	Organización cuya personalidad es otorgada por el Ministerio de Economía, tiene por objeto de promover el desarrollo y protección de las actividades que son comunes a sus integrantes pescadores artesanales y actividades conexas a dichas actividades	Cuentan con 2 AMERB que tiene por objetivo los recursos: Erizo, Huiro Negro, Lapa, Loco y otra con Culengue, Erizo, Huiro Negro, Lapa Negra, Loco

Nº	INSTITUCIÓN/SECTOR	REGIÓN	Representante/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
					comunes.	
7		Coquimbo	S.T.I. Pescadores Artesanales Totoralillo Norte, De La Comuna De La Higuera (Sipetch)	Totoralillo Norte (Sector A, B, C), Comuna La Higuera	Organización cuya personalidad jurídica depende de la Inspección del Trabajo, tiene como objetivo principal procurar el bienestar y mejorar la calidad de vida de sus miembros, así como su representación.	Cuentan con 2 AMERB que tiene por objetivo los recursos: Huiro Negro, Lapa Negra, Loco; Otra Huiro Negro, Lapa, Loco; otra con Huiro Negro, Huiro Palo, Lapa Negra, Loco; y una Concesión al norte de Punta Totoralillo para los recursos Ostión del Norte y Ostión del Sur.
8		Coquimbo	Organización Comunitaria De Buzos Mariscadores Los Castillo	Caleta Chungungo (Sector B), Comuna La Higuera	Organización cuya personalidad jurídica la otorga el Municipio del territorio en que habitan sus miembros, tiene carácter funcional pues su finalidad es representar y promover objetivos y valores específicos definidos por sus integrantes al momento de su constitución.	Cuentan con 1 AMERB que tiene por objetivo los recursos: Culengue, Lapa Negra, Loco, Piure, Taquilla.
9		Coquimbo	A.G. De Trabajadores Del Mar Panamericana Norte -	Caleta Hornos (Sector B, IV y C), Comuna La Higuera	Organización cuya personalidad es otorgada por el Ministerio de Economía, tiene por objeto de promover el desarrollo y protección de las actividades que son comunes a sus integrantes pescadores artesanales y	Cuentan con 3 AMERB que tiene por objetivo los recursos: Huiro Negro, Lapa Negra, Lapa Rosada, Loco; Otra con Huiro Negro, Huiro Palo, Lapa Negra, Lapa Rosada, Loco;

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Nº	INSTITUCIÓN/SECTOR	REGIÓN	Representante/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
					actividades conexas a dichas actividades comunes.	
10		Coquimbo	S.T.I. N° 1 De Buzos Y Pescadores Artesanales Caleta Hornos, Comuna De La Higuera	Las Minitas y Ensenada El Arrayán, Comuna La Higuera	Organización cuya personalidad jurídica depende de la Inspección del Trabajo, tiene como objetivo principal procurar el bienestar y mejorar la calidad de vida de sus miembros, así como su representación.	Cuentan con 1 AMERB que tiene por objetivo los recursos: Huiro Negro, Lapa Negra, Loco; otra en comuna La Serena con Huiro Negro, Lapa Negra, Loco
11		Coquimbo	Agrupación De Trabajadores Independientes Del Mar De Caleta Hornos	Morro Grueso, Comuna La Serena	Organización cuya personalidad jurídica la otorga el Municipio del territorio en que habitan sus miembros, tiene carácter funcional pues su finalidad es representar y promover objetivos y valores específicos definidos por sus integrantes al momento de su constitución.	Cuentan con 1 AMERB localizada en comuna de La Serena que tiene por objetivo los recursos: Huiro Negro, Huiro Palo, Lapa Negra, Lapa Rosada, Loco
12		Coquimbo	Cooperativa Pesquera y Comercializadora Los Choros	Los Choros, comuna de La Higuera	Las cooperativas son una figura legal que depende del Ministerio de Economía. Son organizaciones de personas, en este caso, que se constituyen para	Se crea en mayo del año 2011 su objetivo inicial es el mejoramiento del proceso productivo y comercial de algas

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Nº	INSTITUCIÓN/SECTOR	REGIÓN	Representante/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
13		Coquimbo	Cooperativa Pesquera y Comercializadora Punta Norte	Los Choros, comuna de La Higuera	funcionar como empresas asociativas. Uno de los objetivos principales es el mejorar las condiciones económicas y sociales del conjunto de sus miembros.	Conformada por 142 pescadores artesanales, quienes extraen como principal recurso, el loco, además de otros moluscos; los recursos extraídos por la Asociación Gremial, son procesados en la planta de la cooperativa, y se comercializan como producto congelado y fresco enfriado.
14		Atacama	Sindicato de Trabajadores Independientes Algueros y Otros	Caleta Los Burros Sur (Los Burros Sur, Punta Las Tetilla)	Organización cuya personalidad jurídica depende de la Inspección del Trabajo, tiene como objetivo principal procurar el bienestar y mejorar la calidad de vida de sus miembros, así como su representación.	Cuentan con 2 AMERB que tiene por objetivo los recursos: Erizo, Huiro Negro, Huiro Palo, Huiro Flotador, Lapa Negra, Lapa Reina, Lapa Rosada, Loco.
15		Atacama	S.T.I. De Buzos, Mariscadores Y Pescadores En Todas Sus Categorías De La Caleta Chañaral De Aceituno	Caleta Chañaral de Aceituno y Chañaral de Aceituno (Sector C)	Organización cuya personalidad jurídica depende de la Inspección del Trabajo, tiene como objetivo principal procurar el bienestar y mejorar la calidad de vida de sus miembros, así como su representación.	Cuentan con 2 AMERB que tiene por objetivo los recursos: Huiro Negro, Huiro Palo, Lapa Negra, Lapa Rosada, Loco en ambos casos
16		Atacama	Sindicato de Trabajadores Independientes de Actividades Extractivas y. Diversificación Productiva Marítima La Reina	La Reina	Organización cuya personalidad jurídica depende de la Inspección del Trabajo, tiene como objetivo principal procurar	Cuentan con AMERB, cuyos recursos objetivos son: Chasca, Erizo, Huiro Negro, Huiro Palo, Lapa Negra, Lapa Reina, Lapa Rosada, Loco

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Nº	INSTITUCIÓN/SECTOR	REGIÓN	Representante/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
					el bienestar y mejorar la calidad de vida de sus miembros, así como su representación.	
	Comunidades Indígenas	Atacama	Comunidad Indígena Diaguita Tierra y Mar	Caleta Burros Sur	Organización integrada por personas pertenecientes a una etnia reconocida que se constituyen formalmente y se inscriben en el Registro de Comunidades y Asociaciones Indígenas de CONADI	Están solicitando un ECMPO (Espacios Costeros Marinos de Pueblos Originarios) en la zona de Punta Las Tetillas (87,81 Hás) de porción de agua y fondo, playa y terreno de playa. Ingresado el en julio de 2017, está en trámite de ser enviado a la CRUCB.
17	Asociación de Industriales y Armadores Pesqueros de la Región de Coquimbo (AIP),	Coquimbo	Osciel Velásquez (Presidente) Hector Tellez (Gerente)	Costanera 900, Coquimbo Celular: +56 993279239	Asociación gremial sin fines de lucro de pesqueras chilenas de la IV y V región, dedicadas a la pesca, elaboración y exportación de crustáceos demersales como el Camarón Nailon, Langostino Amarillo y Langostino Colorado. Busca el desarrollo sostenible de la industria pesquera, siendo su principal objetivo la preservación y protección de las especies. Se crea en 1988 con armadores de pesca pelágica, con cerco jareta y muda pesca de crustáceos demersales,	Trabajan Certificación MSC, certificación internacional para alcanzar estándares de pesquerías sustentables, certificando en la región las pesquerías de camarón, langostino colorado y amarillo, y, el jurel. Impulso en 2014 de trabajo de reciclaje de redes de pesca en desuso. Firma de Acuerdos de Producción Limpia. Mantiene activas relaciones con entidades como UCN, CEAZA, UDEC.

Nº	INSTITUCIÓN/SECTOR	REGIÓN	Representante/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
					capturados con el arte de pesca Arrastre de Fondo	

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Nº	INSTITUCIÓN/SECTOR	REGIÓN	Representante/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
18	OSTIMAR S.A.	Coquimbo	Hans Schurter (Gerente General) Christian Tapia (Gerente De Producción)	Mar del Plata 2111; Providencia, Stgo. Fono: (+56 2) 2580 5200 scallops@ostimar.cl	Ostimar S.A., es una empresa de capitales chilenos dedicada al cultivo, procesamiento y comercialización del Ostión del Norte (*Argopecten purpuratus*).	Cuenta con dos Concesiones en la comuna de La Higuera una para los recursos Ostión del Norte y Ostión del Sur, con una extensión de 26,36 há en la Caleta Temblador; y otra con 6,62 Há para Ostión del Norte, Ostión del Sur, Ostra chilena, Ostra del Pacífico o Japonesa localizada en caleta Totoralillo al oeste de Punta Rincón. La mayor parte de sus cultivos se localizan en la zona de Tongoy, cuenta con planta de procesamiento en Coquimbo como Pacific Sur S.A. y la empresa que comercializa sus productos es Alimentos Marinos S.A., la empresa matriz, con apoyo del equipo comercial de Invermar S.A., una empresa filial. En el año 2019, se elimina el nombre Invertec de las empresas, quedando Ostimar S.A. y Pacific Sur S.A., a la que se añade Alimar en el 2020.
19	COMERCIAL PANAMERICANA S.A.	Coquimbo	Alfredo Prieto Hevia	LUIS PASTEUR 6105, VITACURA	EMPRESA CHILENA asociada a recursos ostión y abalón	Cuenta con concesión de 19,86 Há en Caleta Temblador para los recursos Ostión del Norte, Ostión del Sur, Ostra chilena, Ostra del Pacífico o Japonesa.

Nº	INSTITUCIÓN/SECTOR	REGIÓN	Representante/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
20	Compañía Minera del Pacífico	Coquimbo y Atacama	Francisco Carvajal (Gerente General) Claudia Monreal (Subgerente De Desarrollo)	Of Generales: Pedro Pablo Muñoz N° 675, La Serena. Fono (51) 2668 000 - Fax (51) 2668 10 Of. Copiapó: O'Higgins N° 744, oficina 705. Fono (52) 2 547293	CMP se crea en 1981 como producto de una nueva estructura orgánica de Compañía de Acero del Pacífico S.A. (actualmente CAP S.A.), convirtiéndose en una Sociedad Limitada Sociedad de Responsabilidad Civil y el establecimiento de su actividad productiva y servicios en un empresa filial con operaciones independencia y gestión responsabilidad. CMP es propietario y desarrollador de la explotación de los yacimientos mineros que antes era propiedad de CAP S.A. Ellos son: “El Algarrobo”, comprada por CAP S.A. en 1959 de la empresa holandesa Mijnen NV; “El Romeral”, comprado en 1971 de Bethlehem Iron Mines Co.; y otras propiedades del mineral de hierro en las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo.	Desarrolla programa de relación con la comunidad tanto en la comuna de La Higuera con Freirina, apoyando financieramente diferentes iniciativas. Forman parte del Primer Consejo Asesor Externo de Vinculación con el Medio de la Universidad Católica del Norte en el que también participa el Gobierno Regional de Coquimbo. El mayor conflicto estaría en torno a la construcción de un puerto que la Compañía Minera del Pacífico (CMP), pretende construir a cinco kilómetros de donde se ubicaría el puerto de la minera Dominga.

Nº	INSTITUCIÓN/SECTOR	REGIÓN	Representante/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
21	Andes Iron SpA, Proyecto Dominga	Coquimbo	Iván Garrido (Gerente General)	Cerro El Plomo 5630, Piso 19, Las Condes, Santiago Fono: (56) 2 2360 4700	Esta compañía de capitales nacionales, desarrolla el proyecto minero portuario Dominga, ubicado en la comuna de La Higuera, en la Región de Coquimbo. Andes Iron SpA, fundada en 2011, adquirió el proyecto Dominga de manos de su antiguo propietario, Minería Activa.	Dominga es un proyecto minero portuario cuyo objetivo es producir anualmente 12 millones de toneladas de concentrado de hierro y 150 mil toneladas de concentrado de cobre. Actualmente el proyecto se encuentra rechazado por el Comité de Ministros para la Sustentabilidad en sesión ordinaria de fecha 18 de enero del 2023.

Tabla 6. Actores privados y de la sociedad civil

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
1	Proyecto: Fortalecimiento de la gestión y la gobernanza para la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad de importancia mundial en los ecosistemas marinos costeros en Chile" Proyecto ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente.	Coquimbo - Atacama	Katerina Varas Belemmi (Coordinadora Biregional Zona Norte)		Se propone contribuir a crear un ambiente facilitador que permita avanzar hacia la conservación y el uso sostenible y resiliente de los ecosistemas marinos costeros para mantener su integridad biológica, diversidad y servicios ecosistémicos para las generaciones presentes y futuras.	El objetivo es desarrollar e implementar un sistema de gobernanza que integre, coordine y articule las instituciones públicas, privadas y de la sociedad civil para la conservación y el uso sostenible de los ecosistemas marinos costeros. Ordenado en tres componentes: 1) Sistema de gobernanza para la conservación y uso sostenible de los ecosistemas marino-costeros; 2) Integración de objetivos y métodos de conservación de la biodiversidad en la planificación municipal costera y en la política y práctica de pesca artesanal; y 3) Monitoreo y Evaluación.
2	Facultad de Ciencias del Mar de Universidad Católica del Norte	Coquimbo	Juan Macchiavello A. (Decano)	Larrondo 1281, Coquimbo. Fono+56 51 2209891	Misión: crear, cultivar y difundir la generación de nuevos conocimientos del ambiente marino y sus productos, y lograr un aprovechamiento que armonice el desarrollo de las actividades humanas con la conservación y la preservación del medio ambiente, y el uso sustentable del ambiente y sus recursos. Busca contribuir a la formación de profesionales del área acuícola, del manejo	Programas docentes de pregrado y post grado; Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA); Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Algas (CIDTA). Desarrollo de programas con el Programa de Acuicultura en Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AAMERB)”

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
					ambiental asociado a actividades productivas, de la seguridad, la salud ocupacional y del medio ambiente.	
3	Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA),	Coquimbo	Carlos Olavarría (Dirección ejecutiva)	Raúl Bitrán #1305, La Serena y Av. Ossandón 877, Coquimbo. Fono:(+51)2 204378	Corporación de derecho privado sin fines de lucro es un centro de investigación científica y tecnológica cuyo propósito es promover el desarrollo científico y tecnológico, a través de la realización de ciencia avanzada a nivel interdisciplinario en zonas áridas, ciencias biológicas y ciencias de la tierra, desde la región de Coquimbo con un alto impacto en el territorio y orientado a mejorar la calidad de vida de las personas, promoviendo la participación ciudadana en la ciencia a través de actividades de generación y transferencia del conocimiento.	Líneas de trabajo: apoyar instancias de formación de capital humano avanzado, aumentar el grado de vinculación con el entorno estableciendo nexos con el medio productivo, tecnológico, científico y administrativo; investigación y desarrollo tecnológico; divulgación y transferencia de conocimientos.

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
4	OCEANA	Coquimbo - Atacama	Liesbeth van der Meer (Directora Ejecutiva de Oceana Chile)	Suecia 0155, oficina 1001, Providencia, Santiago Fono: +56 2 29255600	Fue fundada en 2001 por las fundaciones The Pew Charitable Trusts, Oak Foundation, Marisla Foundation (anteriormente Homeland Foundation) y el Rockefeller Brothers Fund. Es una organización internacional centrada exclusivamente en la conservación de los océanos, las delegaciones en todo el mundo trabajan juntas para ganar campañas estratégicas, destinadas a conseguir resultados tangibles que nos ayuden a recuperar la salud y la biodiversidad de los océanos. Se dedica a promover una gestión pesquera basada en la ciencia y en la recuperación de los océanos del mundo.	Desarrollan campañas en las áreas: Contaminación de los océanos; Protección de áreas marinas; regulación de la actividad salmonera; recuperación de pesquerías; desarrollo de aspectos constitucionales. En relación a la zona de AMC-MU impulsa el rechazo al proyecto Dominga presentando Informe con lo que consideran son falencias técnicas y ambientales que justifican porqué dicha iniciativa minero-portuaria no puede ser aprobada, que además refuerza la incompatibilidad que este proyecto tiene con el ecosistema del archipiélago Humboldt, una de las zonas prioritarias para la conservación y que ha sido vastamente estudiada por la comunidad científica.
5	Juntas de Vecinos	Coquimbo	J.V. Nº20 Caleta Hornos	Caleta Hornos	Organización territorial que obtiene su personalidad en el Municipio y agrupan a vecinos de un mismo territorio	
6			J.V. Nº 22 Chorrillos, Hornos	Caleta Hornos		
7			J.V. Nº3 Los Choros	Los Choros		
8			J.V. Nº18 Chungungo	Caleta Chungungo		
9			J.V. Nº16 Totoralillo Norte	Caleta Totoralillo		

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
				Norte		
10			J.V. Nº21 Los Llanos de los Choros	Los Llanos de los Choros		
11			J.V. Nº1 Caleta Hornos	Caleta Hornos		
12		Atacama	J:V.Los Burros Sur			
13			J.V. Nº12 Chañaral de Aceituno	Chañaral de Aceituno		
14			J:V:Carrizalillo			
15	Organizaciones funcionales	Coquimbo	Agrupación Gastronómica DAPTCHA	Punta Choros		
16			Agrupación cultural y social del pueblo de los Changos	Punta Choros		
17			Las delicias de Punta Choros y su artesanía	San Agustín, Punta Choros		
18			Organización comunitaria el Tofo por siempre	Caleta Chungungo		
19			Comité productivo de Hornos	Hornos		
20			Movimiento den Defensa del Medio Ambiente de la Comuna de La Higuera	La Higuera		
21		Atacama	Agrupación Esfuerzo Alguero Caleta Los	Caleta Los Burros Sur		

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
			Burros Sur			
22			Taller laboral Los Delfines	Caleta Chañaral de Aceituno		
23			Agrupación delfines	Caleta Chañaral de Aceituno		
24			Agrupación de descendientes del último constructor de balsas de cuero	Caleta Chañaral de Aceituno		
25			Asociación turística de caleta Chañaral de Aceituno	Caleta Chañaral de Aceituno		
26			Asociación de mujeres changas del mar	Caleta Chañaral de Aceituno		
27			Asociación red archipiélago de Humboldt	Freirina		
28			Consejo ecológico cultural, turístico y comunal Casa de Piedra	Freirina		
29	Comunidades Indígenas	Coquimbo	Comunidad Indígena Juana Vergara	Punta Choros	Organización integrada por personas pertenecientes a una etnia reconocida que se constituyen formalmente y se inscriben en el Registro de Comunidades y Asociaciones Indígenas de CONADI	Se acreditan como changos a partir del tronco familiar de abuela Juana Vergara. Uno de sus objetivos es la protección del borde costero, proteger el territorio . Inician el trabajo como agrupación changa en 2017. Otro objetivo es seguir visibilizándose como pueblo chango

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
30		Atacama	Comunidad Indígena Changos Álvarez Hidalgo y Descendencia	Chañaral de Aceituno	Organización integrada por personas pertenecientes a una etnia reconocida que se constituyen formalmente y se inscriben en el Registro de Comunidades y Asociaciones Indígenas de CONADI	Es la primera comunidad indígena constituida por los changos en el país. La comunidad espera preservar la zona de Chañaral de Aceituno por su importancia ambiental y cultural, reconociendo es un destino turístico de importancia internacional. Se encuentran en proceso de revitalización de su cultura, así como de las balsas de cuero de lobo de sus abuelos, la memoria gastronómica de las abuelas, los lugares donde procesaban pescados y mariscos, etc. Está integrada por 19 socios, siendo su directiva liderada por el presidente, Felipe Rivera Marín; la secretaria, Yasna Marín Álvarez; el tesorero, Daniel Álvarez Aguirre; y el consejero, Alfonso Álvarez Ávalos

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

3 Oceanografía

El sistema costero de Atacama y Coquimbo es parte de la zona de transición templada del Sistema de la Corriente de Humboldt, y una de las tres áreas más importantes de surgencia costera del centro-norte de Chile y el más intenso de la zona centro-norte de Chile (Figueroa & Moffat 2000).

Los afloramientos producidos por el Sistema de la Corriente de Humboldt se caracterizan por presentar aguas frías (Figura 2) y rica en nutrientes, lo que resulta en aguas altamente productivas de fitoplancton (Figura 3), instaurando una base trófica esencial para el desarrollo de las tramas más complejas como grupos de invertebrados, macroalgas bentónicas, peces y mamíferos marinos, como ballenas jorobadas, de aleta y azul; además de aves que nidifican en las islas y en el sector costero (Gaymer *et al.,* 2021).

Complementariamente, existen otras variables que se deben considerar en conjunto para explicar la significativa productividad biológica del área, como las características topográficas del sector centro norte de Coquimbo y sur de Atacama, que cuentan con una importante presencia de islas, islotes, una línea de costa altamente accidentada formando bahías y ensenadas, que condicionan la respuesta oceánica (surgencia y circulación costera) a los vientos predominantes y con ello la productividad en los sistemas de surgencia (Kämpf & Chapman, 2016; Largier, 2020) (Gaymer *et al.,* 2021).

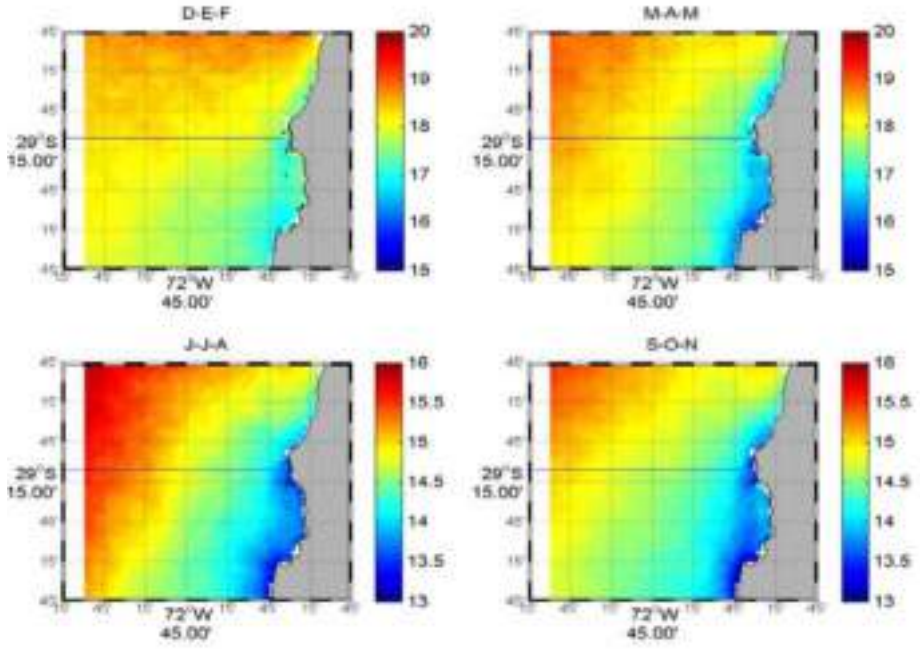


Figura 2. Climatología estacional de la temperatura superficial del mar (obtenida desde imágenes satelitales). Las bajas temperaturas (azul) indican las principales zonas de surgencia del sistema costero de Coquimbo-Atacama (Gaymer *et al.,* 2021).

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

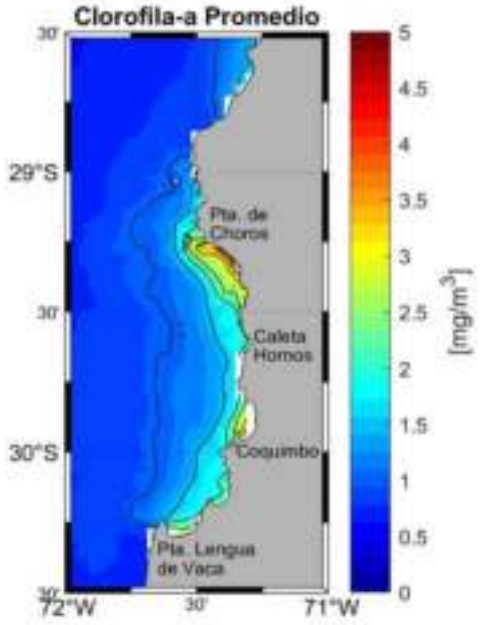


Figura 3. Promedio de largo periodo (09/1997 a 12/2016) de la Clorofila-a satelital desde información obtenida en Ocean Colour-CCI (http://www.oceancolour.org) (Gaymer *et al.,* 2021).

Gaymer *et al.,* 2021 reporta estudios relacionados con el transporte y conectividad desde y hacia Punta Choros con las bahías del sur, específicamente Hornos y Chungungo, evidenciando una conexión entre las diferentes áreas que resulta tanto por las características estructurales como por los vientos del sur predominantes en el área. La circulación de corrientes tendría como consecuencia la llegada de gran cantidad de larvas desde el sur, las cuales son retenidas en estas zonas a través de procesos locales, donde los sistemas de islas son fundamentales (Gaymer *et al.,* 2008), destacando también ciertas características locales y regionales como factores que podrían influir en este proceso.

Estudios acústicos realizados en el área bajo diferentes condiciones oceanográficas, reportaron significativos resultados de densidad acústica zooplanctónica para el primer periodo de estudio (2018), derivando en importantes avistamientos de ballenas cerca de la costa y que pareciera estar condicionado a una mayor concentración de clorofila-a y que estuvo asociada a un importante evento de surgencia durante la primavera previa del año 2018 (Gaymer *et al.,* 2021). Esto reafirma la hipótesis de que las constantes condiciones de surgencia existentes en el área, promueve la existencia de aguas altamente productivas, resultando en el aumento de la riqueza y abundancia de especies superiores que ven en este sistema costero marino, las condiciones óptimas para su establecimiento, ya sea como un ecosistema de alimentación, reproducción o hábitat (Figura 4) .

A su vez, OCEANA (2010) hace mención también a que la topografía de la bahía de Coquimbo, compuesta en parte por la barrera submarina que forman las islas de la bahía, favorece la retención de los nutrientes y el crecimiento del fitoplancton y

zooplancton, potenciando la concentración y abundancia de especies de los niveles tróficos superiores.

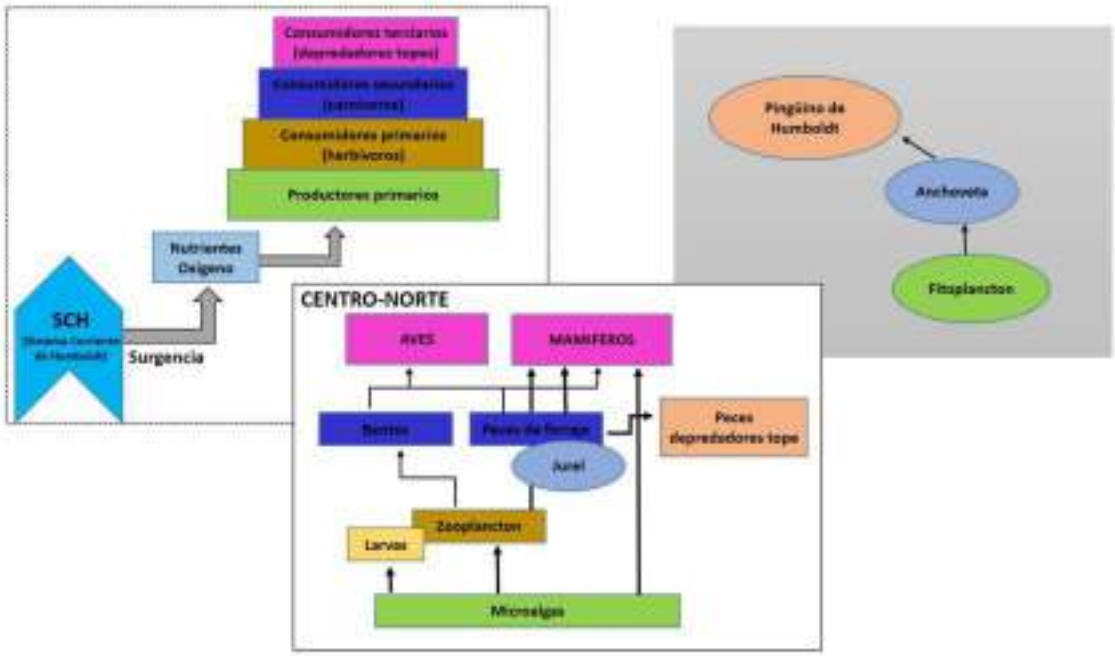


Figura 4. Mapa conceptual de cadenas tróficas (Oceana 2010).

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

4 Productividad

Monitoreos anuales realizados por IFOP desde el año 2007 al 2021, evidencian que el archipiélago de Humboldt concentra la mayor productividad primaria de la zona centro-norte de Chile, ubicada entre las zonas de Paposo (25°S) y Los Vilos (32°S) (**Figura 5**). Adicionalmente el estudio de Gaymer *et al.,* 2021, da cuenta de una alta productividad secundaria, dada por componentes zooplactónicos que constituyen alimento para los consumidores secundarios, como son los copépodos, eufáusidos (krill) y otros crustáceos pelágicos. Además, informa de presencia de altas concentraciones de huevos de anchovetas y larvas de langostino amarillo que sostienen las pesquerías más importantes de esta especie en Chile.

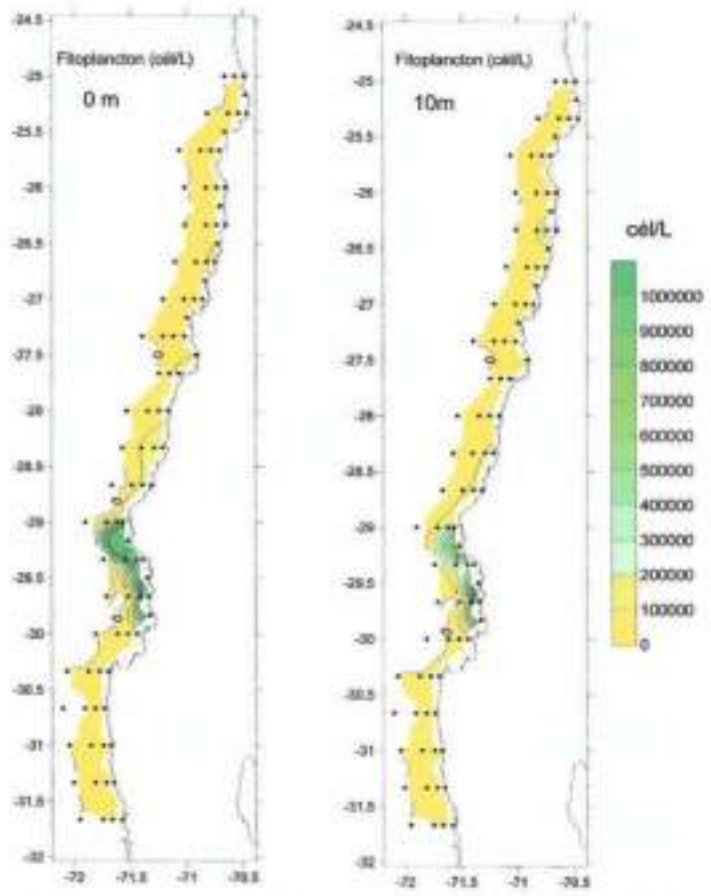


Figura 5. Productividad primaria medida como abundancia de fitoplancton (cel/L) en el centro- norte de Chile. La zona de mayor productividad (verde) corresponde al archipiélago de Humboldt (Fuente: citado en Gaymer *et al.,* 2021).

Por otra parte, el estudio hidroacústico realizado por Oyanadel, 2019 / Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas no publicados (citado en Gaymer *et al.,* 2021), en la Isla Chañaral en los años 2018 y 2019, da cuenta de que al sur y al oeste de la isla existen concentraciones de zooplancton asociados a quiebres topográficos, lo que sugieren el efecto de la batimetría para generar una zona de retención alrededor de la isla Chañaral donde se concentran los organismos planctónicos, como el krill. Estas zonas, con presencia de alta densidad de estos organismos es en donde se concentra

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

el forrajeo de ballenas, particularmente la ballena fin o de aleta (Gaymer *et al.,* 2021) (**Figura 6 y 7**).

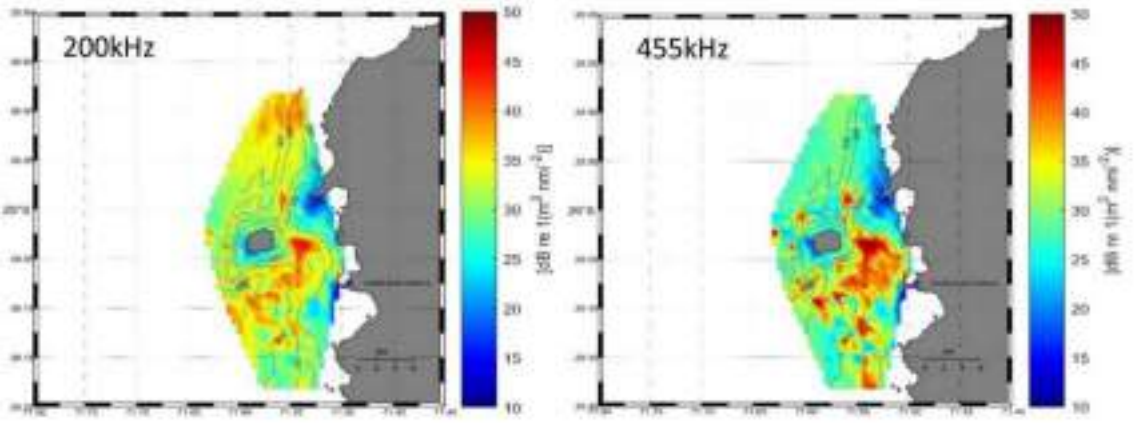


Figura 6. Distribución espacial de retrodispersión acústica de zooplancton alrededor de la isla Chañaral en febrero 2018 medida con un Acoustic Zooplankton and Fish Profiler (AZFP), observando en los canales de 200kHz y 455 kHz (Fuente: Gaymer *et al.,* 2021).

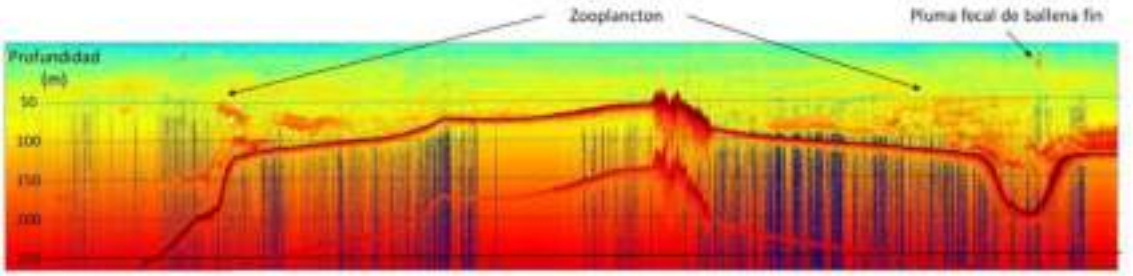


Figura 7. Perfil horizontal de transectos realizada con el canal 200 kHz del Acoustic Zooplankton and Fish Profiler (AZFP) en el sector suroeste de isla Chañaral, mostrando profundidad de la columna de agua (metros), el fondo marino (línea oscura sólida), concentraciones de organismos planctónicos y pluma fecal de ballena fin. (Fuente: Gaymer *et al.,* 2021).

5 Biodiversidad

Gaymer *et al.,* 2021, hace mención de estudios regionales, que muestran evidencia de entre 400 y 500 especies de las cuales al menos 100 (25%) son especies de importancia ecológica, como, por ejemplo, las macroalgas, los hidrocorales y las esponjas por su rol ecológico fundamental como bio-ingenieros, y otras especies que forman parte de recursos pesqueros de importancia comercial. Esta biodiversidad la componen 187 especies macrobentónicas (macroalgas e invertebrados), 122 especies de aves, 15 especies de mamíferos marinos y 68 especies de peces (Gaymer *et al.,* 2021). Por su parte, Squeo *et al.,* 2015, en el informe "Identificación de la Áreas de Alto Valor para la Conservación (AAVC) en la eco-región Chile Central y la provincia biogeográfica de Juan Fernández", establece Objetos de Conservación presentes en las regiones de Atacama y Coquimbo, que corresponden a filtro "medio" como corales de agua fría, comunidades de macroalgas, ecosistemas bentónicos, loberas

reproductoras, mantos de piure, rutas migratorias de cetáceos, y Objetos de Conservación de filtro fino, donde están el grupo de las algas (*Lessonia berteroana, Lessonia spicata, Macrosystis*), crustáceos (*Tylos chilensis, Tylos spinulosus,* Camarón de río), moluscos (loco, ostiones y macha), otros (piure), aves (*Spheniscus sp,* Aves playeras migratorias), mamíferos marinos (ballenas, cetáceos, chungungo, delfin nariz de botella) y peces (merluza, peces asociados a bosques de macroalgas, peces costeros de ecosistemas arenosos: rollizo, barraco, jerguilla; peces costeros de ecosistemas rocosos: vieja, pejeperro, bilagay y peces de roca (**Tabla 7**) (Squeo *et al.,* 2015).

Tabla 7. Objetos de conservación de filtro medio y fino identificados para la III y IV región. (Fuente: Squeo *et al.,* 2021).

OdC DE FILTRO MEDIO PROPUESTO	**REGIÓN**
Área de tránsito de albacora	III-IV
Borde costero - potencial registro fósil	III-IV
Bosques costeros	IV
Cañones submarinos	IV
Comunidades de macroalgas	III- IV - V
Corales de agua fría	IV
Ecosistema de Bahías Expuestas	IV-V
Ecosistema de Islas Cercanas	III-IV-V
Ecosistemas bentónicos	IV
Ecosistemas bentónicos profundos	IV
Hábitat aves migratorias	III-IV
Humedales costeros	IV
Loberas reproductoras	IV-V
Mantos de piure (servicio ecosistémico)	III-V
Plataforma continental	IV
Reservas Marinas	III-IV
Rutas migratorias de cetáceos	III-IV
Sistema de playas	IV
Sistema de playas rocosas	II-V
Sistema mixto arena-roca	IV
Sistemas de Bahía	IV-V
Sistemas de dunas	IV-V
Sitios de anidamiento de aves	III-IV-V
Sitios de descanso de cetáceos	IV
Valles transversales	IV
Zona de surgencia	III-IV-V
Zona paisajística costera	III-IV
Zonas de afloramiento de metano	IV-V
Zonas de playas de arena	II-III-IV-V
Zonas estuarinas	III-IV
OdC DE FILTRO FINO PROPUESTO	**REGIÓN**
Aves	III-IV-V
Aves playeras migratorias	IV
Ballenas	III-IV
Camarón de río	IV

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

OdC DE FILTRO MEDIO PROPUESTO	REGIÓN
Cetáceos	III-IV
Chungungo (*Lontra felina*)	IV
Loco (*Concholepas concholepas*)	III-IV
Delfín nariz de botella	IV
Lessonia berteroana	II-IV
Lessonia spicata	IV-V
Macrocystis sp	II-IV
Macha (*Mesodesma donacium*)	IV
Merluza (*Merluccius gayi gayi*)	IV
Nutria marina	IV
Ostiones	IV
Peces asociados a bosques de macroalgas	IV
Peces costeros de ecosistemas arenosos: rollizo-barraco-jerguilla	III-IV
Peces costeros de ecosistemas rocosos: vieja-pejeperro-bilagay	III-IV
Peces de Roca (todas las especies)	IV
Pejeperro	IV
Piure (*Piura chilensis*)	II-III-IV-V
Spheniscus sp	II-III-IV
Tylos chilensis (isópodo endémico)	III-IV
Tylos spinulosus	IV

5.1 Bentos

5.1.1 Bentos somero

De acuerdo con Gaymer *et al.,* 2021, en el archipiélago de Humboldt existe fauna marina asociada al fondo del mar poco profundo (bentos somero), descrita como una zona única y de gran fragilidad. En esto, estudios recientes demuestran que la zona entre Caleta Hornos y Chañaral de Aceituno representa una zona única de contacto de diferentes biotas del norte y del sur, con densidad de especies y diversidad genética que no se encuentra en otras partes de Chile. En cuanto al bentos, al menos el 10% de las especies cumplen un rol ecológico fundamental como bioingenieros (corales y esponjas), generando una alta diversidad de especies que se alimentan, reproducen y crían en los hábitats generados por estos bioingenieros. Dentro de estos bioingenieros destacan las colonias de gorgonias, presentes en forma de parches alrededor de cada isla (Gaymer *et al.,* 2021; Oceana, 2010). Estos gorgonidos, aparte de ser especies vulnerables según la UICN y su alta importancia ecológica, representan un atractivo para el buceo de observación ubicados alrededor de las islas.

Otro aspecto importante, es que en esta zona cohabitan especies de las provincias biogeográficas del norte y del sur. Por ejemplo, el huiro negro del sur (*Lessonia spicata*), que ocupa toda la costa del sur de Chile, cohabita en esta misma zona con el huiro negro del norte (*L. berteroana*), que monopoliza las costas de todo el norte de Chile hasta el norte del Perú. Thiel & Vasquez 2000, señalan que estas especies de algas albergan una gran diversidad de invertebrados en sus discos de fijación, y también tienen rasgos ecológicos divergentes, e.g. en sus concentraciones de

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

compuestos anti-herbivoría, altos en *L. berteroana* y bajos en *L. spicata* (Koch et al. 2015). Según Montecinos *et al.,* 2012 y Lopez *et al.,* 2017, diversas algas muestran una diversidad genética única en la zona entre Caleta Hornos y Chañaral de Aceituno (como se citó en Gaymer *et al.,* 2021).

Los resultados de Gaymer *et al.,* 2007, 2008, reportaron la presencia de aproximadamente 150 especies bentónicas entre la isla Chañaral hasta las islas Choros y Damas. A su vez, OCEANA (2010) con filmaciones en isla Chañaral (hasta 100 metros), Damas (hasta 50 metros) e islote Pájaros (50-70 metros de profundidad), reveló la presencia de unas 89 especies, de las cuales 58 no se habían registrado anteriormente en el área. En conjunto, estos estudios suman un total de 187 organismos bentónicos, con 29 especies de macroalgas y 158 especies de invertebrados, encontrando que dentro de los grupos más diversos y abundantes se encuentran los moluscos, crustáceos, cnidarios y poríferos. En particular, la gran mayoría de las especies de invertebrados y macroalgas se distribuye desde isla Chañaral hasta los islotes Pájaros, siendo el sector Choros - Damas levemente más diverso en macroalgas (25 de 29 especies) e invertebrados (110 de 158 especies) (como se citó en Gaymer *et al.,* 2021).

5.1.2 Bentos profundo

Las filmaciones submarinas realizadas por OCEANA en el bentos del sublitoral profundo ubicado entre los 43 y 300 m de profundidad, registraron más de 150 morfoespecies de invertebrados y peces, contabilizando cerca del 56% de estas relevantes para la conservación, o también llamados objetos de conservación u objetos (especies) que garantizan la sustentabilidad de los ecosistemas (como se citó en Gaymer *et al.,* 2021).

La composición de especies macrobentónicas en fondos con sustrato duro, se caracteriza por ser altamente variable en relación con la profundidad. Allí existen tres agrupaciones de especies bentónicas 1) en el rango de 25 a 30 m, donde se encuentran individuos del grupo de los poriferos, especialmente *Clionaopsis platei* y otras esponjas incrustantes, hidrocorales (Cnidaria), así como equinodermos como la estrella *Henricia obesa;* 2) de 30 a 100 m, donde habita la fauna más diversa; y en aguas más profundas de 100 m., con presencia de decápodos, demospongiae y antozoos (Gaymer *et al.,* 2021).

Filmaciones realizadas en el 2016 en islotes Pájaros, del Bajo el Toro y de Isla Chungungo, en profundidades entre los 43 y 243 m, evidencian la presencia de 55 morfoespecies (especies sin identificación taxonómica con nombre temporal). El alto número de morfoespecies encontradas revela la importancia de esta área en términos de su abundante biodiversidad. De las especies encontradas, 44 correspondieron a invertebrados representados por actinias (anémonas de mar), corales duros y blandos, gorgonias, esponjas, braquiópodos y briozoos. Además de crustáceos decápodos, como langostinos, camarones y jaibas, y equinodermos presentes con cuatro especies de estrellas de mar. El bajo El Toro e islotes Pájaros representan los lugares más ricos, con 38 y 37 especies respectivamente, mientras que en la costa frente a isla Chungungo, se registraron 16 especies (Gorny *et al.,* 2017, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021).

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

5.1.2.1 El Bajo El Toro

El Bajo el Toro, se ubica al sur de la Isla Choros, a la altura de Punta Mar Brava, comuna de La Higuera. Parte del registro de especies importantes para la conservación, son la presencia de 2 especies de coral negro (*Antipatharia*), el cual corresponde al primer registro en aguas someras del norte de Chile obtenido en profundidades entre 70 y 107 m. Cabe destacar que solo 20 especies del género *Antipatharia* han sido registrados anteriormente en Chile, pero exclusivamente en las islas oceánicas o frente a la costa continental y en profundidades mayores de 1000 m. El registro en el bajo El Toro extiende el rango de distribución de corales negros a aguas someras de la plataforma continental de América del Sur por 3000 km hacia el sur, desde Ecuador (~1°S) hacia cerca de Coquimbo (~29°S). Además, el Toro, destacó por poseer la mayor densidad de peces de roca, como la castañeta (*Chromis crusma*), especies que en otros lugares de la tercera y cuarta región son poco frecuentes (Gaymer *et al.,* 2021).
Pertenecientes al grupo de los crustáceos, a una profundidad de 70 m, se observaron varios individuos de camarón de roca, probablemente *Rhynchocinetes typus* (especies que con anterioridad se registraron solo en aguas someras hasta 20 m). También se observó, en las partes arenosas, una alta abundancia de la jaiba limón *Cancer porteri.*
En cuanto a peces bentónicos, se encontró una alta abundancia, con presencia de cardúmenes de la castañeta *Chromis crusma* hasta profundidades de 70 m. Otras especies de peces observadas fueron el bilagai (*Cheilodactylus variegatus*), la jerguilla (*Aplodactylus punctatus*) y el rollizo (*Pinguipes chilensis*) (Gaymer *et al.,* 2021).

5.1.2.2 Islote Pájaros

El Islote Pájaros se ubica al sur de El Bajo el toro, altura de Yerbas Buenas, comuna de La Higuera. Este registró una alta presencia y abundancia de los crustáceos pertenecientes a las especies langostino amarillo *Cervimunida johni* y del camarón nailon *Heterocarpus reedi*, y en los fondos rocosos se registró la jaiba marmola *Cancer edwardsii* (Gaymer *et al.,* 2021). En cuanto a peces bentónicos, sólo se observó un ejemplar de la borrachilla *Scartichthys variolatus* en 54 m de profundidad (Gaymer *et al.,* 2021).

5.2 Peces

En relación a los grupos tróficos superiores, se reporta una alta productividad primaria en el archipiélago de Humboldt, que favorece la existencia de una alta biomasa de peces planctívoros como la anchoveta (*Engraulis ringens*) y la sardina (*Sardinops sagax*); peces predadores como el jurel (*Trachurus murphyi*), la merluza (*Merluccius gayi*) y la Palometa (*Seriola lalandi*), entre otros (Thiel *et al.*, 2007; Pérez-Matus & Cea, 2021, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021). En cuanto a la riqueza de especies más costeras, Pérez-Matus *et al.,* (2014) registraron 25 especies de peces litorales asociados a bosques de macroalgas (*Lessonia trabeculata* y *Macrocystis integrifolia*) entre los 18° y 33°S. Por su parte, OCEANA y expertos locales (pescadores artesanales, deportivos, y centros de buceo) han documentado diversas especies de peces en las filmaciones submarinas alrededor de las islas Chañaral, Choros y Damas e islotes Pájaros (como se citó en Gaymer *et al.,* 2021).

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

En general, todos estos antecedentes indican la presencia aproximada de 61 especies de peces en el área, 40 óseos y 21 cartilaginosos, algunas en distintos estados de conservación según la IUCN 2022, sin embargo, no se encuentran en el listado de la RCE (**Tabla 8**). Algunas de las especies costeras, o también conocidas como peces de roca son: el pejeperro (*Semicossyphus darwini*), la vieja (*Graus nigra*), el apañado (*Hemilutjanus macrophthalmos*), el San Pedro (*Oplegnathus insignis*), el pejesapo (*Sicyases sanguineus*), la cabrilla (*Paralabrax humeralis*), la vieja colorada (*Acanthistius pictus*), la cabinza (*Isacia conceptionis*) y el bilagay (*Cheilodactylus variegatus*), entre otras (**Tabla 8**). Cabe destacar que durante los últimos años, buzos y pescadores expertos locales han comunicado un aumento en el avistamiento de especies de peces de roca como viejas y pejeperros, que habían virtualmente desaparecido de la costa de Chile probablemente a causa de la sobreexplotación. Así mismo, se han realizado avistamientos frecuentes de especies descritas como endémicas del archipiélago de Juan Fernández en los alrededores de isla Chañaral, como la vieja de Juan Fernández (*Malapterus reticulatus*) (Centro de Buceo Yunco, com. pers., como se citó en Gaymer *et al.,* 2021) y el jurel de Juan Fernández (*Pseudocaranx chiliensis*) (Bearez & Villaroel, 2018, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021).

Con respecto a la anchoveta (*Engraulis ringens*), se señala como una de las especies claves del ambiente pelágico del Sistema de Corriente de Humboldt (SCH), y también como el alimento de numerosas especies de peces, aves y mamíferos marinos en la zona (Quispe *et al*., 2020; Pérez-Matus & Cea, 2021, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021).

En cuanto a especies de importancia comercial, el jurel chileno (*Trachurus murphyi*) es una de las principales especies para la pesca industrial a nivel mundial y, en territorio nacional. La Región de Coquimbo cuenta con una de las mayores cuotas de desembarque del país, sin embargo, Vásquez & Acuña, 2002 y Subpesca, 2014, informan de un descenso sostenido durante las últimas décadas (como se citó en Gaymer *et al.,* 2021). A pesar de esto, estudios realizados por Petit *et al*., 2019; Pérez-Matus & Cea, 2021, describen las zonas costeras del centro norte de Chile como zonas de reclutamiento y crecimiento del jurel, donde se han observado elevadas biomasas de esta especie asociadas a bosques de macroalgas pardas *Macrocystis pyrifera* (como se citó en Gaymer *et al.,* 2021).

Respecto de los peces cartilaginosos, la zona cuenta con una alta presencia de condrictios, los cuales son representados por un total de 21 especies de tiburones, rayas y quimeras, lo que implica casi un 23% del total de especies de condrictios descritos (50 especies de tiburones, 39 rayas, y 4 quimeras) (Lamilla *et al.,* 2005, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021).

Actualmente, todas las especies de condrictios en la zona tienen importancia comercial, ya sea como pesca objetivo o pesca incidental de la flota artesanal, siendo el azulejo (*Prionace glauca*), el maco (*Isurus oxyrhynchus*), la raya águila (*Myliobatis chilensis*), y el pejegallo (*Callorhynchus callorhynchus*) los ejemplares más importantes en la III y IV región (Lamilla *et al.,* 2005, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021).

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Tabla 8. Especies de peces óseos y cartilaginosos reportados para el archipiélago de Humboldt y su estado de conservación según la IUCN 2022 (Fuente: Gaymer *et al.,* 2021). EN: en peligro; CR: en peligro crítico; VU: vulnerable; LC: preocupación menor; NT: casi amenazada; DD: datos insuficientes. y RCE del MMA).

Nombre científico	**Clase**	**Familia**	**Nombre común**	**Estado de conservación RCE**	**Estado de Conservación UICN**
Acanthistius pictus	*Actinopterygii*	Serranidae	Vieja colorada	-	LC
Aplodactylus punctatus	*Actinopterygii*	Aplodactylidae	Jerguilla	-	-
Auchenionchus microcirrhis	*Actinopterygii*	Labrisomidae	Chalaco	-	LC
Cheilodactylus variegatus	*Actinopterygii*	Cheilodactylidae	Bilagay	-	-
Chromis crusma	*Actinopterygii*	Pomacentridae	Burrito	-	LC
Cilus gilberti	*Actinopterygii*	Sciaenidae	Corvina	-	DD
Congiopodus peruvianus	*Actinopterygii*	Congiopodidae	Pez chanchito	-	LC
Coryphaena hippurus	*Actinopterygii*	Coryphaenidae	Palometa	-	LC
Engraulis ringens	*Actinopterygii*	Engraulidae	Anchoveta	-	LC
Genypterus blacodes	*Actinopterygii*	Ophidiidae	Congrio dorado	-	-
Genypterus chilensis	*Actinopterygii*	Ophidiidae	Congrio colorado	-	-
Genypterus maculatus	*Actinopterygii*	Ophidiidae	Congrio negro	-	-
Girella laevifrons	*Actinopterygii*	Kyphosidae	Baúnco	-	-
Gobiesox marmoratus	*Actinopterygii*	Gobiesocidae	Pejesapo veteado	-	-
Graus nigra	*Actinopterygii*	Kyphosidae	Vieja o Mulata	-	-
Helcogrammoides chilensis	*Actinopterygii*	Tripterygiidae	Trombollito de tres aletas	-	LC
Hemilutjanus macrophthalmos	*Actinopterygii*	Serranidae	Apañado	-	DD
Hippoglossina macrops	*Actinopterygii*	Paralichthyidae	Lenguado ojos grandes	-	LC
Hypsoblennius sordidus	*Actinopterygii*	Blenniidae	Trombollito robusto	-	LC

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Nombre científico	Clase	Familia	Nombre común	Estado de conservación RCE	Estado de Conservación UICN
Isacia conceptionis	*Actinopterygii*	Haemulidae	Cabinza	-	LC
Labrisomus philippii	*Actinopterygii*	Labrisomidae	Tomoyo	-	LC
Merluccius gayi gayi	*Actinopterygii*	Merlucciidae	Merluza común	-	DD
Mola mola	*Actinopterygii*	Molidae	Pez Luna	-	DD
Oplegnathus insignis	*Actinopterygii*	Oplegnathidae	San Pedro	-	DD
Paralabrax humeralis	*Actinopterygii*	Serranidae	Cabrilla común o española	-	DD
Paralichthys adspersus	*Actinopterygii*	Paralichthyidae	Lenguado	-	LC
Paralichthys microps	*Actinopterygii*	Paralichthyidae	Lenguado ojos chicos	-	LC
Pinguipes chilensis	*Actinopterygii*	Pinguipedidae	Rollizo	-	-
Prolatilus jugularis	*Actinopterygii*	Pinguipedidae	Blanquillo	-	-
Sardinops sagax	*Actinopterygii*	Culpeidae	Sardina española	-	LC
Scartichthys gigas	*Actinopterygii*	Blenniidae	Borrachilla	-	LC
Scartichthys viridis	*Actinopterygii*	Blenniidae	Borrachilla verde	-	LC
Scomber japonicas	*Actinopterygii*	Scombridae	Caballa	-	-
Sebastes capensis	*Actinopterygii*	Seabastidae	Cascajo	-	LC
Semicossyphus darwini	*Actinopterygii*	Labridae	Pejeperro	-	DD
Seriola lalandi	*Actinopterygii*	Carangidae	Dorado o Palometa	-	LC
Seriolella violacea	*Actinopterygii*	Centrolophidae	Cojinova	-	LC
Sicyases sanguineus	*Actinopterygii*	Gobiesocidae	Pejesapo común	-	-
Thyrsites atun	*Actinopterygii*	Gempylidae	Sierra	-	-
Trachurus murphyi	*Actinopterygii*	Carangidae	Jurel	-	DD
Aculeola nigra	*Chondrichthyes*	Etmopteridae	Tiburón gato	-	NT
Alopias vulpinus	*Chondrichthyes*	Alopiidae	Tiburón zorro	-	VU
Apristurus nasutus	*Chondrichthyes*	Scyliorhinidae	Tollo narigón	-	LC

Nombre científico	Clase	Familia	Nombre común	Estado de conservación RCE	Estado de Conservación UICN
Callorhynchus callorhynchus	*Chondrichthyes*	Callorhinchidae	Pejegallo	-	-
Centroscyllium nigrum	*Chondrichthyes*	Etmopteridae	Tollo de profundidad	-	LC
Centroscymnus crepidater	*Chondrichthyes*	Somniosidae	Tiburón zapata negra	-	NT
Coelorinchus aconcagua	*Chondrichthyes*	Macrouridae	Pejerrata	-	-
Coelorinchus chilensis	*Chondrichthyes*	Macrouridae	Pejerrata	-	-
Etmopterus granulosus	*Chondrichthyes*	Etmopteridae	Tollo	-	LC
Galeorhinus galeus	*Chondrichthyes*	Triakidae	Cazón	-	CR
Isurus oxyrinchus	*Chondrichthyes*	Lamnidae	Tiburón marrajo (Maco)	-	EN
Mustelus mento	*Chondrichthyes*	Carcharhiniformes	Tollo	-	EN
Myliobatis chilensis	*Chondrichthyes*	Mylobatidae	Raya águila	-	VU
Myliobatis peruvianus	*Chondrichthyes*	Myliobatidae	Peje-águila	-	VU
Myliobatis spp.	*Chondrichthyes*	Myliobatidae	Peje-águila	-	DD
Pseudobatos planiceps	*Chondrichthyes*	Rhinobatidae	Pez guitarra	-	VU
Pteroplatytrygon violacea	*Chondrichthyes*	Dasyatidae	Raya látigo	-	LC
Schroederichthys chilensis	*Chondrichthyes*	Scyliorhinidae	Tiburón pinta roja	-	LC
Squatina armata	*Chondrichthyes*	Squatinidae	Angelote	-	CR
Zearaja chilensis	*Chondrichthyes*	Rajidae	Raya volantín	-	EN
Prionace glauca	*Chondrichthyes*	Carcharhinidae	Azulejo	-	NT

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

5.3 Aves Marinas

El sistema del archipiélago de Humboldt contempla alrededor de 40 islas costeras, distribuidas a lo largo de una gradiente latitudinal que va desde los 5º S (sur de Chile) hasta los 38º S (norte de Perú), las que están asociadas al Sistema de la Corriente de Humboldt y se ubican sobre la plataforma continental de la placa Americana. En estas, nidifican un total de 11 especies de aves marinas, la mayoría de las cuales son endémicas del Sistema de la Corriente de Humboldt (Luna-Jorquera *et al.*, 2003, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021). Simeone *et al.,* 2003, Luna-Jorquera *et al.*, 2012, señalan que en las islas del archipiélago de Humboldt nidifican entre 2 a 7 especies de aves marinas, destacando particularmente las islas Chañaral y Choros que ofrecen hábitat reproductivo para al menos 4 y 7 especies endémicas del Sistema de la Corriente de Humboldt, respectivamente. En islas más pequeñas, como el Islote Chungungo, nidifican también cuatro aves marinas, con la particularidad de que este islote es el uno de los pocos sitios en la costa de Chile y Perú, en el cual nidifica la golondrina de mar chica, especie que se forma parte del Plan RECOGE (Recuperación, Conservación y Gestión) de las Golondrinas de Mar del Norte de Chile (Hertel & Torres-Mura, 2003, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021) (**Tabla 9**).

Simeone *et al.,* 2003, Luna-Jorquera *et al.,* 2012, destacan que en las islas del archipiélago de Humboldt se encuentran las colonias de aves marinas más importantes en términos de abundancia del centro y norte de Chile, a pesar de que no todas las islas están protegidas (como se citó en Gaymer *et al.,* 2021). En el caso de la Isla Choros, que goza de protección al ser parte de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, se ha registrado un aumento en el número de parejas de tres especies de cormoranes, de piquero común y de gaviotín monja (Sepúlveda *et al.,* 2020). En isla Choros la población reproductiva de yuncos ha aumentado de forma sostenida desde 1980, hasta llegar en 2014 a ca.11900 parejas reproductivas, que equivale al 95% del total de yuncos para Chile (Fernández *et al.,* 2020). La recuperación de esta especie, que ha sufrido extinciones locales de sus poblaciones en Chile (ver Cristofari *et al.,* 2019, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021), es un ejemplo que demuestra la efectividad de las medidas de protección. Esta protección también ha favorecido al Pingüino de Humboldt que mantiene en las islas Choros y Chañaral importantes colonias reproductivas, que en el caso de Chañaral muestra fluctuaciones importantes en el número de parejas y cuyas causas no han sido investigadas.

En otras islas, tales como las islas Pájaros 1 y 2 y la Isla Tilgo (todas sin protección), existen importantes colonias reproductivas de Pingüino de Humboldt que contribuyen a mantener una población regional que representa un número significativo de parejas a nivel global.

La viabilidad de las poblaciones de aves marinas depende no sólo de la disponibilidad y calidad del hábitat reproductivo que ofrecen las islas del archipiélago (ver Luna-Jorquera *et al.,* 2012, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021). Como ya se ha mencionado, el sistema oceanográfico de Coquimbo es altamente productivo, lo que es la base del hábitat trófico en el cual las aves marinas encuentran alimento en cantidades suficientes para mantener sus poblaciones. Esta alta disponibilidad de

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

alimento permite la presencia de 41 especies de aves marinas que no nidifican en el archipiélago, pero visitan el sistema de bahías de Coquimbo para alimentarse (Weichler *et al.,* 2004, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021, **Tabla 9**). De igual manera, las aves residentes (o nidificantes), tienen sus áreas de alimentación alrededor de las islas, sobre todo durante la época de nidificación, como por ejemplo los cormoranes, piqueros, yuncos y pingüinos de Humboldt (ver Weichler *et al.,* 2004, Ludynia *et al.,* 2010; Fernández 2019, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021). El tamaño de las áreas de alimentación de los pingüinos alrededor de sus colonias de nidificación, es un factor determinante que les permite balancear la adquisición de alimento (energía) para sí mismos y sus polluelos, y el costo energético de la natación (Luna- Jorquera & Culik 2000, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021). Adicionalmente, Quispe *et al.,* 2020 constató por medio de rastreo, los viajes individuales del pingüino de Humboldt en busca de alimento para sus crías, con desplazamiento de 22 km aproximados alrededor de la isla Tilgo, con un radio máximo de 43 km, lo que coincide con lo descrito por otros autores, donde mencionan que los adultos reproductores pueden alimentarse hasta 90 km alrededor de una colonia (Culik & Luna-Jorquera 1997, Culik 2001, como se citó en Quispe *et al.,* 2020), aunque suelen encontrarse dentro de 35 km alrededor de la colonia durante el periodo de cuidado parental (Luna-Jorquera y Culik 2000, Taylor *et al.,* 2002, Boersma *et al.,* 2007, como se citó en Quispe *et al.,* 2020).

En el AMCP-MU archipiélago de Humboldt, se encuentran en la fase de implementación, dos Planes de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies (RECOGE), correspondientes a las aves Fardela blanca (*Ardenna creatopus*) y Golondrinas de mar del norte de Chile, aprobados mediante decreto N°21 del 2020 y N°6 del 2022, respectivamente. Este último incluye a la golondrina de mar negra (*Hydrobates markhami*), clasificada como En Peligro (DS N° 79/2018 MMA), a la golondrina de mar chica (*Oceanites gracilis*), clasificada como Datos Insuficientes (DS N° 79/2018 MMA (Decreto N°6 del 2022), la golondrina de mar de collar (*Hydrobates hornbyi*) y golondrina de mar peruana (*Hydrobates tethys*), ambas clasificadas como Vulnerable (DS N° 16/2020 MMA). Por su parte, la Fardela blanca, se encuentra en la categoría de En Peligro (DS N° 50/2008 de MINSEGPRES) (Decreto N°21 del 2022), de acuerdo al Reglamento Clasificación Especies.

Adicionalmente, se encuentra en proceso la elaboración del Plan RECOGE del Pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*) mediante Resolución Exenta N° 720 de 30 de junio de 2022. El Pingüino de Humboldt se registra bajo la categoría Vulnerable según el Decreto Supremo N°50 del 2008.

Lo mencionado en los párrafos precedentes, evidencia la importancia de una efectiva conservación de las aves marinas, que incluya la protección de su hábitat de nidificación y de su hábitat de forrajeo, en especial durante el periodo de nidificación en el cual las aves marinas están obligadas a volver a sus nidos para el cuidado parental (Gaymer *et al.,* 2021).

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Tabla 9. Aves marinas registradas en las islas del archipiélago de Humboldt y en el mar en el sistema de bahías de Coquimbo. Cho: Choros; Paj 1: Pájaros 1; Paj 2: Pájaros 2; Cha: Chañaral; Chun: Chungungo; Til: Tilgo; Da: Damas. *Especie que nidifica ocasionalmente en la bahía de la Herradura; §Especie que nidifica ocasionalmente en isla Chañaral. El estado de Conservación de acuerdo a la UICN 2022 y RCE, (MMA mayo 2022) DD = Datos insuficientes, EN = En Peligro, LC = Preocupación menor, NT = Casi amenazada, VU = Vulnerable (Fuente: Gaymer *et al.,* 2021, MMA 2022).

Aves marinas que nidifican en el archipiélago de Humboldt				
Especie	**Nombre común**	**Isla**	**Estado de conservación RCE**	**Estado de conservación UICN**
Larosterna inca	Gaviotín monja	Cho	NT	NT
Larus dominicanus	Gaviota dominicana	Cho; Paj 1; Paj 2; Cha; Chun; Til; Da	-	LC
Phalacrocorax bougainvillii	Guanay	Cho; Paj 2	NT	NT
Phalacrocorax brasilianus	Yeco	Cho; Paj 1; Cha; Coq	-	LC
Phalacrocorax gaimardi	Lile	Cho; Paj 1; Cha; Chun	NT	NT
Sula variegata	Piquero	Cho; Paj 1; Paj 2, Cha	LC	LC
Oceanites gracilis	Golondrina de mar chica	Chun	DD	DD
Pelecanoides garnotii	Yunco	Cho; Paj 2	EN	NT
Spheniscus humboldti	Pingüino de Humboldt	Cho; Paj 1; Cha; Chun; Til; Da	VU	VU

Aves marinas que se observan pero no nidifican en el archipiélago de Humboldt				
Especie	**Nombre común**	**Isla**	**Estado de conservación RCE**	**Estado de conservación UICN**
Larus belcheri	Gaviota peruana		-	LC
Chroicocephalus maculipennis	Gaviota Cáhuil		-	LC
Rynchops niger	Rayador		-	LC
Leucophaeus modestus	Gaviota garuma		VU	LC
Leucophaeus pipixcan	Gaviota de Franklin		LC	LC
Thalasseus elegans	Gaviotín elegante		NT	NT
Sterna hirundinacea	Gaviotín sudamericano	*	-	LC
Stercorarius parasiticus	Salteador chico		-	LC

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Aves marinas que se observan pero no nidifican en el archipiélago de Humboldt				
Especie	**Nombre común**	**Isla**	**Estado de conservación RCE**	**Estado de conservación UICN**
Stercorarius chilensis	Salteador chileno		-	LC
Pelecanus thagus	Pelícano		NT	NT
Sula leucogaster	Piquero café		-	LC
Sula nebouxii	Piquero de patas azules		-	LC
Phaeton aethereus	Ave del trópico de pico rojo	§	-	LC
Diomedea epomophora	Albatros real del sur		VU	VU
Diomedea exulans	Albatros errante		VU	VU
Thalassarche melanophris	Albatros de ceja negra		LC	LC
Thalassarche bulleri	Albatros de buller		NT	NT
Thalassarche salvini	Albatros de Salvin		VU	VU
Hydrobates hornbyi	Golondrina de mar de collar		VU	NT
Oceanites oceanicus	Golondrina de mar		-	LC
Fregetta grallaria	Golondrina de mar de vientre blanco		EN	LC
Fregetta tropica	Golondrina de mar de vientre negro		-	LC
Macronectes halli	Petrel gigante subantártico		-	LC
Macronectes giganteus	Petrel gigante antártico		VU	LC
Fulmarus glacialoides	Petrel plateado		-	LC
Daption capense	Petrel damero		-	LC
Pachyptila vittata	Petrel-paloma de pico ancho		-	LC
Pachyptila desolata	Petrel-paloma antártico		-	LC

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Aves marinas que se observan pero no nidifican en el archipiélago de Humboldt				
Especie	**Nombre común**	**Isla**	**Estado de conservación RCE**	**Estado de conservación UICN**
Pachyptila belcheri	Petrel-paloma de pico delgado		-	LC
Pterodroma defilippiana	Fardela blanca de más a tierra		VU	VU
Pterodroma externa	Fardela blanca de Juan Fernández		EN	VU
Pterodroma neglecta	Fardela negra de Juan Fernández		EN	LC
Procellaria cinerea	Petrel gris		-	NT
Procellaria aequinoctialis	Fardela negra grande		-	VU
Procellaria westlandica	Fardela de Nueva Zelanda		-	EN
Ardenna bulleri	Fardela de dorso gris		-	VU
Ardenna grisea	Fardela negra		NT	NT
Ardenna creatopus	Fardela blanca		EN	VU
Puffinus puffinus	Fardela atlántica		-	LC
Spheniscus magellanicus	Pingüino de magallanes		-	LC

**En gris especies que cuentan con Planes de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies (RECOGE)*
**En verde, especie con Plan RECOGE en proceso.*

5.4 Mamíferos marinos

Sepúlveda *et al*., 2016, 2017 (como se citó en Gaymer *et al.,* 2021), señalan que, en el área del archipiélago de Humboldt, se registran frecuentemente al menos 17 especies de mamíferos marinos que contribuyen tanto a la riqueza biológica como a la singularidad del área. Comparado con otras localidades a nivel mundial, este es uno de los sistemas con mayor diversidad de especies de mamíferos marinos en todo el mundo, siendo un lugar único y de extrema importancia para su conservación (Urbina *et al.,* 2021, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021). En los últimos 30 años se ha observado un alza en la riqueza de especies de este grupo de mamíferos en la zona. Sin embargo, la gran mayoría de estas especies se encuentran dentro de alguna categoría con problemas de conservación, desde especies vulnerables hasta en

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

peligro, según el Reglamento de Clasificación de Especies del Ministerio del Medio Ambiente y la lista roja de la UICN (**Tabla 10**). Entre ellas destacan los grandes cetáceos (ej., ballenas fin, azul y jorobada), especies fuertemente amenazadas y que son importantes de proteger tanto a nivel regional como a nivel global.

Dada la importante diversidad de especies marinas que residen o frecuentan las costas de Chile (como algunas especies de ballenas y delfines, nutrias, lobos marinos, pingüinos y otros), y que contribuyen a la singularidad de estas y representan un significativo valor para el turismo, en el año 2011 se crea el Reglamento General de Observación de Mamíferos, Reptiles y Aves hidrobiológicas y del Registro de Avistamiento de Cetáceos, mediante D.S. Nº38, SUBPESCA, estableciendo las distancias de observaciones recreativas (marítima, lacustre o fluvial), normas de operación y precauciones frente a distintos comportamientos de dichas especies (cambio negativo o estrés).

Adicionalmente, la Ley N° 20.293 del año 2008 “Protege a los cetáceos e introduce modificaciones a la Ley Nº 18.892 General de Pesca y Acuicultura”, donde se establece la prohibición de dar muerte, cazar, capturar, acosar, tener, poseer, transportar, desembarcar, elaborar o realizar cualquier proceso de transformación, así como la comercialización o almacenamiento de cualquier especie de cetáceos que habiten o surquen los espacios marítimos de soberanía y jurisdicción nacional.
Gracias a los procesos ambientales y oceanográficos de la zona, vinculados a los focos de surgencia costera en el sistema de bahías de Coquimbo, y el efecto del archipiélago como una zona de retención de organismos planctónicos, la productividad biológica y la disponibilidad de alimento es más alta que las zonas aledañas. Debido a esta alta disponibilidad de presas, el archipiélago de Humboldt, incluyendo las reservas marinas, ha sido descrito como un hábitat crítico de alimentación para los grandes cetáceos, como las ballenas fin, jorobada y azul. Por ejemplo, la ballena fin utiliza gran parte del archipiélago de Humboldt como zona de alimentación (Sepúlveda *et al.*, 2018, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021), y particularmente en el sector costero. En base al análisis de fecas de ballena fin y azules colectadas en el archipiélago Humboldt entre 2018 y 2019, se determinó que la dieta exclusiva de ambas especies es el krill (Pérez *et al.,* 2006, Buchan *et al.,* 2021, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021).

En relación a lo descrito anteriormente, estudios hidroacústicos de zooplancton y prospecciones visuales de ballenas realizadas alrededor de isla Chañaral en el año 2018 (Buchan *et al., En prep.*, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021), reportaron un claro patrón espacial de mayor densidad de zooplancton y mayor presencia de la ballena fin al sur y al oeste de la isla Chañaral, aparentemente asociado a un pequeño cañón submarino. Este trabajo de pequeña escala espacio-temporal indica la importancia de las características batimétricas complejas y quiebres topográficos en retener el zooplancton, que a su vez fomenta parches de alimentación para las ballenas. Debido a su compleja batimetría es probable que existan otras zonas de retención en el archipiélago de Humboldt. En la literatura científica de otras partes del

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

mundo, esta asociación entre cañones y quiebres topográficos, eufáusidos y ballenas ha sido bien documentada (Croll *et al.,* 2005, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021).
En la zona se encuentra la única población residente de delfín nariz de botella descrita en Chile. Esta población ha permanecido por más de 30 años y se diferencia genéticamente del resto de los delfines nariz de botella transeúntes que van de paso por el sector (Pérez-Alvarez *et al.,* 2018, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021)). Lo anterior hace a esta población única e importe para el desarrollo del turismo de avistamiento local.

En cuanto a estudios recientes de abundancia del chungungo realizados en las islas Chañaral, Choros y Damas indican que la cantidad de individuos registrados corresponden al mayor número de individuos por kilómetro de costa para todo el norte de Chile (Sepúlveda *et al.*, 2020). Esto posiblemente se debe al hecho que los ambientes más protegidos en el lado este de las islas tienen un valor importante como hábitat óptimo para la alimentación (Villegas *et al.,* 2007, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021), posiblemente favoreciendo la crianza del chungungo, aportando a la alta densidad poblacional en las islas.

Tabla 10. Mamíferos marinos reportados para el archipiélago de Humboldt y su estado de conservación (RCE, MMA 2022, IUCN 2022) VU: Vulnerable, LC: Preocupación menor; EN: En peligro, CR: En peligro crítico (Fuente: Gaymer *et al.,* 2021, MMA 2022).

Especie	**Nombre vernacular**	**Estado de conservación RCE**
Balaenoptera musculus	ballena azul	EN
Balaenoptera physalus	ballena de aleta	CR
Balaenoptera bonaerensis	ballena minke	LC
Megaptera novaeangliae	ballena jorobada	VU
Physeter macrocephalus	cachalote	VU
Lagenorhynchus obscurus	delfín oscuro	LC
Delphinus delphis	delfín común	LC
Tursiops truncatus (población residente)	delfín nariz de botella	EN
Tursiops truncatus (transeúntes/ no residentes)	delfín nariz de botella	LC
Orcinus orca	orca	DD
Pseudorca crassidens	orca falsa	DD
Globicephala sp.	calderón de aleta corta y/o larga	DD
Grampus griseus	delfín de Risso	LC
Lissodelphis peronii	delfín liso	DD
Otaria flavescens	lobo marino común	LC
Arctocephalus australis	lobo fino austral	NT
Mirounga leonina	elefante marino del sur	LC
Lontra felina	chungungo	EN

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

6 Pesca artesanal

6.1 Registro de Organizaciones Artesanales inscritas en las regiones de Atacama y Coquimbo

Las regiones de Atacama y Coquimbo concentran un total de 191 organizaciones de pescadores artesanales, contabilizando un total de 22 organizaciones en el AMCP-MU archipiélago de Humboldt (entre caleta Los Burros hasta caleta Hornos), agrupando cerca de 1.350 pescadores artesanales (**Tabla 11 y 12**).

Tabla 11. Número de organizaciones de organizaciones de pescadores artesanales y pescadores artesanales por caleta de las regiones de Atacama y Coquimbo (Fuente: SIAC SERNAPESCA, octubre 2022).

Región	Comuna	Caleta base	N° de organizaciones	N° total de pescadores
Atacama	Chañaral	Chañaral	9	296
		Flamenco	5	162
		Pan De Azucar	1	27
		Torres Del Inca	1	27
	Caldera	Bahia Salada	3	108
		Barranquilla	3	79
		Caldera	32	1239
		El Cisne	1	10
		Maldonado	1	25
		Obispito	3	111
		Pajonales	2	59
		Puerto Viejo	2	96
		Totoral Bajo	1	37
	Huasco	Angosta	1	20
		Carrizal Bajo	2	68
		Huasco	7	228
		Los Pozos	1	47
		Punta Lobos	1	24
	Freirina	Los Bronces	3	76
		Los Burros Sur	4	110
		Chañaral De Aceituno	1	100
Coquimbo	La Higuera	El Apolillado	1	35
		Punta Choros	2	321
		Los Choros(Choreadero)	3	453
		Chungungo	5	154
		Totoralillo Norte	1	37
		Hornos	5	140
	La Serena	San Pedro La Serena	2	320

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Región	Comuna	Caleta base	N° de organizaciones	N° total de pescadores
	Coquimbo	Coquimbo	17	826
		Guanaqueros	2	258
		Guayacan	4	275
		Peñuelas	2	232
		Playa Chica De La Herradura	3	145
		Puerto Aldea (Hornilla)	5	203
		Tongoy	11	830
		Totoralillo Centro	1	58
	Ovalle	El Sauce	2	58
		La Cebada	1	23
		Limari	2	104
		Sierra	3	114
		Talca	1	27
		Talcaruca	1	28
		Talquilla	1	26
		Totoral	1	24
	Canela	Huentelauquen	2	71
		Maitencillo Iv Reg	2	84
		Puerto Manso	1	30
		Puerto Oscuro	1	30
	Los Vilos	Cascabeles	7	325
		Chigualoco	1	42
		Las Conchas	3	118
		Pichidangui	4	136
		San Pedro Los Vilos	6	578
		Totoralillo Sur(Totoralillo)	4	98
TOTAL		54	191	9152

**En gris: caletas que abarca este proyecto.*

Tabla 12. Organizaciones de pescadores artesanales del AMCP-MU archipiélago de Humboldt (Fuente: SIAC SERNAPESCA, octubre 2022).

Región	Comuna	Caleta Base	Nombre Organización	N° ROA
Atacama	Freirina	Chañaral De Aceituno	S.T.I. BUZOS MARISC Y PESC ARTES CALETA CHAÑARAL DE ACEITUNO	103
		Los Burros Sur	S.T.I. ALGUEROS Y OTROS	5404
			S.T.I. BUZOS MARISCADORES Y RECOLECTORES DE ORILLAS EL MAR DE CALETA LOS BURROS	6215
			SINDICATO DE TRAQBAJADORES INDEPENDIENTES DE ACTIVIDADES EXTRACTIVAS Y DIVERSIFICACION PRODUCTIVA MARITIMA	90521

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Región	Comuna	Caleta Base	Nombre Organización	N° ROA
			SINDICATO DE TRABAJADORES INDEPENDIENTES PESCADOR ARTESANAL, PUNTA BASCUÑÁN	97099
Coquimbo	La Higuera	El Apolillado	COOPERATIVA PESQUERA Y COMERCIALIZADORA LOS CHOROS	90264
		Punta Choros	A.G. TRAB DEL MAR INDEP CALETA PTA CHOROS IV REGION	233
		Punta Choros	COOPERATIVA PESQUERA Y COMERCIALIZADORA PUNTA NORTE	90310
		Los Choros(Choreadero)	ORGANIZACION COMUNITARIA FUNCIONAL DE PESCADORES UNIDOS COMUNA LA HIGUERA	1092
		Los Choros(Choreadero)	A.G.DE PESCADORES Y MARISCADORES DE LOS CHOROS	207
		Los Choros(Choreadero)	ORGANIZACION COMUNITARIA FUNCIONAL DE PESCADORES BAHIA CHOROS	208
		Chungungo	S.T.I. BUZOS, AYUDANTE, PESC Y RECOLECTORES DE LA CALETA DE CHUNGUNGO	1070
		Chungungo	A.G. DE TRABAJADORES INDEPENDIENTES DE CHUNGUNGO, COMUNA DE LA HIGUERA IV REGION	248
		Chungungo	A.G.DE TRABAJADORES DEL MAR INDEPENDIENTE DE CALETA CHUNGUNGO	201
		Chungungo	ORGANIZACIÓN COMUNITARIA LOS CASTILLO DE CHUNGUNGO	1067
		Chungungo	SINDICATO DE TRABAJADORES ARTESANALES BUZOS MARISCADORES RECOLECTORES DE ORILLA LA CRUZ DE CHUNGUNGO	1367
		Totoralillo Norte	S.T.I. PESCADORES ARTESANALES TOTORALILLO NORTE DE LA HIGUERA	1061
		Hornos	AGRUPACION FUNCIONAL DE PESCADORES DE CALETA HORNOS	90360
		Hornos	S.T.I. N°1 DE BUZOS Y PESCADORES ARTESANALES CALETA HORNOS COMUNA DE LA HIGUERA	1069
		Hornos	AGRUPACION DE TRABAJADORES INDEPENDIENTES DEL MAR DE CALETA HORNOS	1371
		Hornos	AGRUPACION DE MUJERES EMPRENDEDORAS ESTRELLA DEL MAR	1373
		Hornos	A.G. DE TRAB DEL MAR PANAMERICANA NORTE CALETA HORNOS	231

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

6.2 Desembarque Artesanal

El mayor desembarque en el AMCP-MU archipiélago de Humboldt, y que se mantiene a lo largo de la serie de tiempo 2015-2021, está representado por el grupo de las algas, con el mejor reporte para los recursos huiro negro (48.666 t) y huiro palo (41.462 t), seguido por los recursos loco (5.372 t) y macha (3.753 t) y en menor grado por el grupo de los peces, representado por las especies jurel y dorado (**Figura 8 y 9, Tabla 13**).

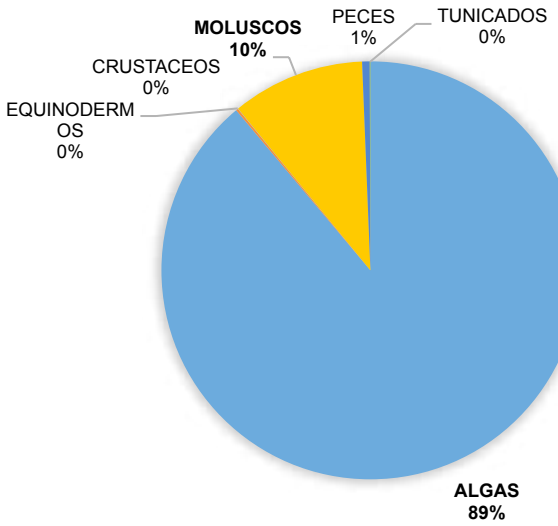


Figura 8. Desembarque (t) por grupo de especies entre 2015-2021 (Fuente: SIAC SERNAPESCA, octubre 2022).

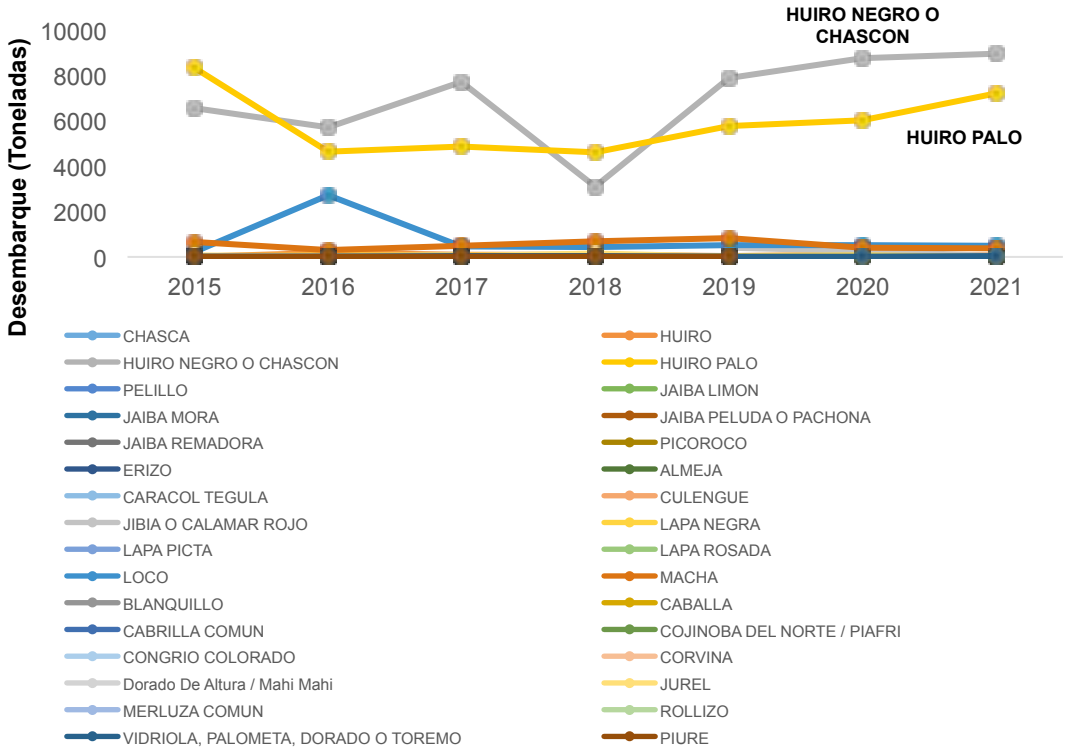


Figura 9. Desembarque (t) de especies entre 2015-2021 (Fuente: SIAC SERNAPESCA, octubre 2022).

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Con respecto al desembarque específico por caleta entre los años 2015-2021, en la región de Atacama, el sector de Los Burros Sur y Chañaral de Aceituno presentaron los mayores desembarques con valores de 28.582 t y 32.595 t respectivamente (**Figura 10 y Tabla 13**). En la región de Coquimbo, el mayor registro de desembarques corresponde a las caletas de Punta de Choros (10.421 t) y Hornos (7.740 t) (**Figura 10 y Tabla 13**). Para ambas regiones, el mayor aporte de desembarques está dado por el grupo de las algas, específicamente por los recursos huiro negro y huiro palo.

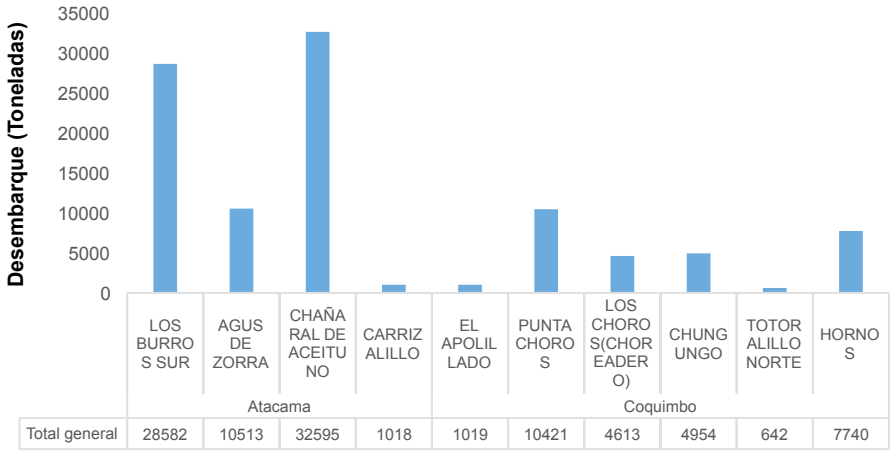


Figura 10. Desembarque total 2015-2021 por caleta del área de estudio (Fuente: SIAC SERNAPESCA, octubre 2022).

Tabla 13. Desembarque de grupo de especies por caleta entre 2015-2021 (Fuente: SIAC SERNAPESCA, octubre 2022).

Región	Caleta	Grupo de especies	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total general
Atacama	LOS BURROS SUR	ALGAS	4650	2500	3484	2847	4858	4780	5421	28540
		CRUSTACEOS							11	11
		EQUINODERMOS	1							1
		MOLUSCOS	3	2				7	16	28
		PECES	2							2
	AGUA DE ZORRA	ALGAS	220	1703	1970	2135	2074	1529	877	10508
		MOLUSCOS	4		1					5
	CHAÑARAL DE ACEITUNO	ALGAS	8779	4306	2832	1486	3821	4984	5917	32125
		MOLUSCOS	77	49	29	26	79	93	111	464
		PECES	3	1	2					6
	CARRIZALILLO	ALGAS		4	853	87	57	12	4	1017
		MOLUSCOS					1			1
Coquimbo	EL APOLILLADO	ALGAS	78	108	101	6	52	277	311	933
		MOLUSCOS						22	64	86
	PUNTA CHOROS	ALGAS	605	669	964	492	1521	1420	1410	7081
		CRUSTACEOS	10	14	8	9	14		1	56
		EQUINODERMO	4	1		9				14

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Región	Caleta	Grupo de especies	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total general
		S								
		MOLUSCOS	97	1668	271	259	362	379	142	3178
		PECES	8	16	14	21	4	4	25	92
	LOS CHOROS(CHOREADERO)	ALGAS	1	6	103	127	256	244	4	741
		EQUINODERMOS	2							2
		MOLUSCOS	677	293	548	699	889	400	364	3870
	CHUNGUNGO	ALGAS	164	372	1326	287	522	441	634	3746
		MOLUSCOS	1	979	55	31	37	55	50	1208
	TOTORALILLO NORTE	ALGAS	17	130	98	7	26	39	44	361
		CRUSTACEOS		2	2		1			5
		EQUINODERMOS		1			3			4
		MOLUSCOS		32	34	14	11	70	29	190
		PECES	2	4	7	41	1	10	4	69
		TUNICADOS		7	4	1	1			13
	HORNOS	ALGAS	399	723	951	332	506	1174	1624	5709
		CRUSTACEOS	15	26	32	16	8			97
		EQUINODERMOS	1			1		2		4
		MOLUSCOS	121	129	191	148	424	279	172	1464
		PECES	72	28	80	186	21	27	10	424
		TUNICADOS	5	16	13	4	4			42
Total general			**16018**	**13789**	**13973**	**9271**	**15553**	**16248**	**17245**	**102097**

6.3 Desembarques en Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB)

Existen un total de 26 AMERBs presentes en el AMCP-MU archipiélago de Humboldt, con una superficie total de 5.522,76 hectáreas, de las cuales 25 áreas reportan desembarques para el periodo 2015-2021, mostrando un registro constante y casi exclusivamente de moluscos y algas, con un total de 8.562,2 t y 16.880,5 t respectivamente para las regiones de Atacama y Coquimbo. El desembarque de moluscos está representado principalmente por los recursos loco y macha, mientras que, para el grupo de las algas, los mayores reportes corresponden a las especies huiro negro y huiro palo (**Figura 11 y Tabla 14**).

Dentro de estas AMERBs, existen 5 solicitudes de Acuicultura en Área de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AAMERB) en trámite para las especies piure, huiro, huiro flotador (*Macrosystis pyrifera*), huiro canutillo (*Macrosystis sp*,), huiro negro (*Lessonia spicata*), huiro palo (*Lessonia trabeculata*) y cochayuyo (*Durvillaea antarctica*). En cuanto a la Acuicultura Experimental en Área de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AEAMERB), existen 3 solicitudes en trámite para los recursos piure, huiro, huiro palo y ostra japonesa (*Crassostrea gigas*) (**Tabla 14**).

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

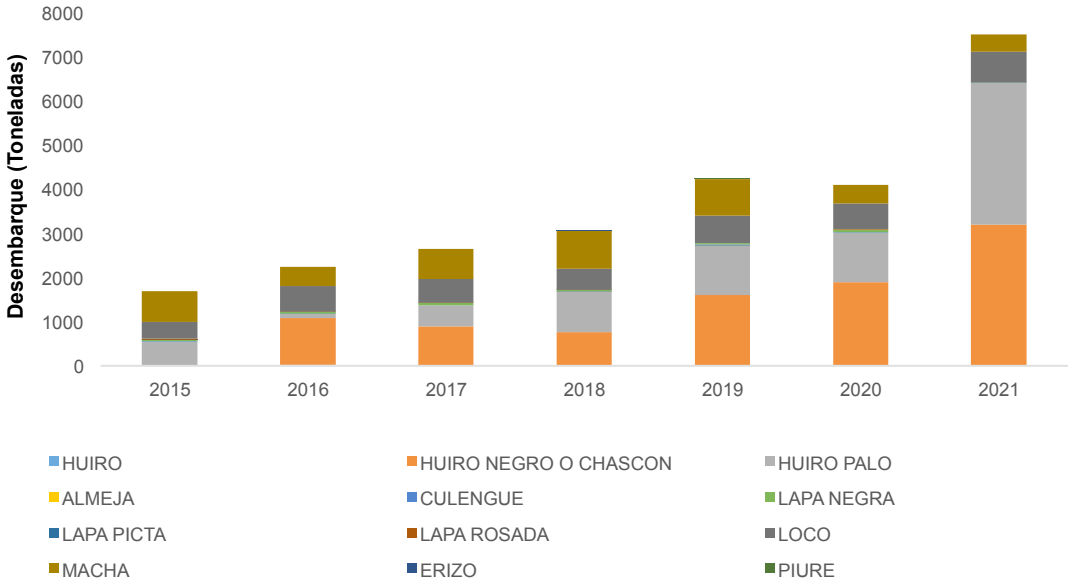


Figura 11. Desembarque de especies en AMERBs del AMCP-MU archipiélago de Humboldt entre 2015-2021 (Fuente: SIAC SERNAPESCA, octubre 2022).

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Tabla 14. AMERB presentes en el archipiélago de Humboldt con desarrollo de AAMERB-AEAMERB y su estado (Fuente: SIAC SERNAPESCA y SUBPESCA, octubre 2022) (AAMERB: Acuicultura en Área de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos; AEAMERB: Acuicultura experimental en Área de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos).

Región	Comuna	Nombre Caleta	Área de Manejo	Superficie (hás)	Nombre Organización	Tipo de Actividad	Estado de Trámite	Especies
Atacama	Freirina	CHAÑARAL DE ACEITUNO	CHAÑARAL DE ACEITUNO, SECTOR B	27,84	S.T.I. BUZOS MARISC Y PESC ARTES CALETA CHAÑARAL DE ACEITUNO	-	-	-
			CHAÑARAL DE ACEITUNO, SECTOR C	236,35	S.T.I. BUZOS MARISC Y PESC ARTES CALETA CHAÑARAL DE ACEITUNO	AAMERB	Rechazada	Huiro flotante
			CHAÑARAL DE ACEITUNO	82	S.T.I. BUZOS MARISC Y PESC ARTES CALETA CHAÑARAL DE ACEITUNO	-	-	-
		LOS BURROS SUR	LOS BURROS SECTOR B	230,73	S.T.I. BUZOS MARISCADORES Y RECOLECTORES DE ORILLAS EL MAR DE CALETA LOS BURROS	-	-	-
			LOS BURRROS SUR	135,51	S.T.I. ALGUEROS Y OTROS	-	-	-
			LA REINA	205,64	SINDICATO DE TRAQBAJADORES INDEPENDIENTES DE ACTIVIDADES EXTRACTIVAS Y DIVERSIFICACION PRODUCTIVA MARITIMA	-	-	-
Coquimbo	La Higuera	EL APOLILLADO	APOLILLADO	135	A.G.DE PESCADORES Y MARISCADORES DE LOS CHOROS	AEAMERB	En tramite	Ostra japonesa (*Crassostrea gigas*)
		PUNTA CHOROS	ISLA CHOROS	407,73	A.G. TRAB DEL MAR INDEP CALETA PTA CHOROS IV REGION	-	-	-
			PUNTA DE CHOROS	722,77	A.G. TRAB DEL MAR INDEP CALETA PTA CHOROS IV REGION	-	-	-
		LOS CHOROS (CHOREADERO)	LOS CHOROS	1278,75	ORGANIZACION COMUNITARIA FUNCIONAL DE PESCADORES UNIDOS COMUNA LA HIGUERA	-	-	-
			CHOREADERO	270,81	A.G.DE PESCADORES Y MARISCADORES DE LOS CHOROS	-	-	-

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

		CHUNGUNGO	CHUNGUNGO, SECTOR A	115,92	A.G. DE TRABAJADORES INDEPENDIENTES DE CHUNGUNGO, COMUNA DE LA HIGUERA IV REGION	AAMERB	En tramite	Piure (*Pyura chilensis*) y huiro
			CHUNGUNGO SECTOR B	6,7	ORGANIZACION COMUNITARIA DE BUZOS MARISCADORES LOS CASTILLO	AAMERB	Rechazada	Piure (*Pyura chilensis*)
						AEAMERB	En tramite	Huiro palo
			CHUNGUNGO, SECTOR C	110,32	A.G. DE TRABAJADORES INDEPENDIENTES DE CHUNGUNGO, COMUNA DE LA HIGUERA IV REGION	-	-	-
			CHUNGUNGO, SECTOR D	28,1	S.T.I. BUZOS, AYUDANTE, PESC Y RECOLECTORES DE LA CALETA DE CHUNGUNGO	-	-	-
			CHUNGUNGO, SECTOR E	21,45	S.T.I. BUZOS, AYUDANTE, PESC Y RECOLECTORES DE LA CALETA DE CHUNGUNGO	-	-	-
			La Peña	455,13	SINDICATO DE TRABAJADORES ARTESANALES BUZOS MARISCADORES RECOLECTORES DE ORILLA LA CRUZ DE CHUNGUNGO	AAMERB	En tramite	Piure (*Pyura chilensis*)
			Temblador	20,42	S.T.I. BUZOS, AYUDANTE, PESC Y RECOLECTORES DE LA CALETA DE CHUNGUNGO	-	-	-
		TOTORALILLO NORTE	TOTORALILLO NORTE, SECTOR A	37,95	S.T.I. PESCADORES ARTESANALES TOTORALILLO NORTE DE LA HIGUERA	AAMERB	En tramite	Huiro flotador (*Macrosystis pyrifera*)
			TOTORALILLO NORTE, SECTOR B	28,86	S.T.I. PESCADORES ARTESANALES TOTORALILLO NORTE DE LA HIGUERA	AAMERB	En tramite	Huiro flotador (*Macrosystis pyrifera*)
			TOTORALILLO NORTE, SECTOR C	31,96	S.T.I. PESCADORES ARTESANALES TOTORALILLO NORTE DE LA HIGUERA	-	-	-
		HORNOS	HORNOS	370,76	A.G. DE TRAB DEL MAR PANAMERICANA NORTE CALETA HORNOS	-	-	-
			HORNOS, SECTOR B	84,32	A.G. DE TRAB DEL MAR PANAMERICANA NORTE-CALETA	AAMERB	En tramite	Piure (*Pyura chilensis*), huiro canutillo

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

					HORNOS			(*Macrosystis sp*,), huiro negro (*Lessonia spicata*), huiro palo (*Lessonia trabeculata*), cochayuyo (*Durvillaea antarctica*)
						AEAMERB	En tramite	Piure (*Pyura chilensis*) y huiro
			LAS MINITAS	165,68	S.T.I. N°1 DE BUZOS Y PESCADORES ARTESANALES CALETA HORNOS COMUNA DE LA HIGUERA	-	-	-
			ENSENADA ARRAYAN	62,38	S.T.I. N°1 DE BUZOS Y PESCADORES ARTESANALES CALETA HORNOS COMUNA DE LA HIGUERA	-	-	-
			MORRO GRUESO	249,68	AGRUPACION DE TRABAJADORES INDEPENDIENTES DEL MAR DE CALETA HORNOS	-	-	-

6.4 Concesiones acuícolas

En el área del AMCP-MU archipiélago de Humboldt se emplazan concesiones de acuicultura sólo en la región de Coquimbo, 3 de ellas en estado otorgada, abarcando un total de 38,48 hás y 4 áreas en trámite (**Tabla 15**).
Considerando la presencia de estas 3 concesiones otorgadas, la consulta SIAC N° AH010T0002255 no entregó información de desembarque para dichas concesiones.

Tabla 15. Concesiones de acuicultura en área de estudio (Fuente: SUBPESCA, 2022).

Región	Comuna	Nombre de Titular	Estado	Superficie (Há)	Grupo Especie	Especies
Coquimbo	LA HIGUERA	S AQUANORTE LTDA	CONCESION OTORGADA	6,62	MOLUSCOS	OSTION DEL NORTE, OSTION DEL SUR, OSTRA CHILENA, OSTRA DEL PACIFICO O JAPONESA
		COMERCIAL PANAMERICANA S.A.	CONCESION OTORGADA	19,86	MOLUSCOS	OSTION DEL NORTE, OSTION DEL SUR, OSTRA CHILENA, OSTRA DEL PACIFICO O JAPONESA
		SIND.TRAB.IND.PESC.ART.TOTORALILLO NORTE	CONCESION OTORGADA	12	MOLUSCOS	OSTION DEL NORTE, OSTION DEL SUR
		SOC. DE INVERSIONES ACUICOLAS LTDA.	SOLICITUD EN TRAMITE	24	PECES	DORADO
		OSTIMAR S.A.	SOLICITUD CON R(SSP) PROYECTO TECNICO APROBADO	26,36	MOLUSCOS	OSTION DEL NORTE, OSTION DEL SUR
		CONCESIONES MARINAS SPA	SOLICITUD EN TRAMITE	12	SALMONES	SALMON CEREZA, SALMON DEL ATLANTICO, SALMON KETA, SALMON PLATEADO, SALMON REY, SALMON ROSADO, TRUCHA ARCOIRIS, TRUCHA CAFE, TRUCHA DE ARROYO, TRUCHA DE LA MONTAÑA
	LA SERENA	SOC. DE INVERSIONES ACUICOLAS LTDA.	SOLICITUD EN TRAMITE	24	PECES	DORADO

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

6.5 Concesiones marítimas

En el área del AMCP-MU archipiélago de Humboldt también se emplazan concesiones marítimas pertenecientes a la Asociación gremial de trabajadores del mar independientes de caleta Punta Choros; al Ministerio de Defensa Nacional, a la Subsecretaria de las Fuerzas Armadas y Ministerio de Obras Públicas, para la dirección de obras portuarias (**Tabla 16**).

Tabla 16. Concesiones marítimas (CCMM) de la comuna de La Higuera.

OTORGADO A	**REGLAMENTO**
ASOCIACIÓN GREMIAL DE TRABAJADORES DEL MAR INDEPENDIENTES DE LA CALETA PUNTA CHOROS	DEX 514/2011
MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL, SUBSECRETARIA DE LAS FUERZAS ARMADAS	DEX 1650/2011
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, PARA LA DIRECCIÓN DE OBRAS PORTUARIAS	DEX 2788/2013
COMPAÑÍA MINERA SANTA DOMINGA	DS 405/2012-379/2014
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, PARA LA DIRECCIÓN DE OBRAS PORTUARIAS	DEX 369/2010-942/2016
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, PARA LA DIRECCIÓN DE OBRAS PORTUARIAS	DEX 2011/2017

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

7 Áreas protegidas o reconocidas para su conservación

En el AMCP-MU archipiélago de Humboldt existen siete áreas que se definen bajo alguna figura de protección oficial o reconocida (no declarada), de ellas, dos son Reservas Marinas (RM), ubicadas en la región de Atacama y la otra en Coquimbo, una Reserva Nacional (RN) con territorio presente en la región de Atacama y Coquimbo, un Santuario de la Naturaleza (SN) en la región de Coquimbo, un Bien Nacional Protegido y dos Sitios Prioritarios, ambos en la región de Coquimbo (**Figura 12**). Si bien, la figura de un ECMPO no entra en la clasificación de "área protegida", secundariamente podría cumplir con acciones de protección y/o conservación de su biodiversidad.

La RM Isla Chañaral abarca una superficie de 2.695,63 hás y es un área importante de anidación y protección del pingüino de Humboldt y área de protección de poblaciones residentes de delfines nariz de botella), además, es un corredor biológico de ballenas y se constituye como un área de reproducción, asentamiento y exportación de larvas de moluscos de importancia económica (locos y las lapas). La tuición de esta área está bajo el Servicio Nacional de Pesca (Decreto N°150-2005; Modificación Decreto N°161-2010). Actualmente se encuentra en proceso de modificación de su polígono, con el objetivo de ordenar y ampliar la superficie de protección.

La RM Islas Choro-Damas cuenta con una superficie de 3.778,32 has. Su importancia radica en la necesidad de conservar la estructura de las comunidades marinas costeras de las Islas Choros y Damas, su valor ambiental, y las poblaciones de recursos hidrobiológicos de interés para la pesca artesanal con el objeto de potenciar las áreas de manejo y la explotación de los recursos bentónicos locales. La tuición de esta área está bajo el Servicio Nacional de Pesca (Decreto N°151-2005; Modificación Decreto N°161-2010). Actualmente se encuentra en proceso de modificación de su polígono, con el objetivo de ordenar y ampliar la superficie de protección.

RN Pingüino de Humboldt comprende 859,3 hás. La componen tres islas: Chañaral (región de Atacama), e islas Choros y Damas (región de Coquimbo). Esta área destaca por la concentración de fauna marina de significación nacional, en la que se destaca el Pingüino de Humboldt, especie considerada en categoría vulnerable en el Reglamento de Clasificación de Especies (RCE). Además de la fauna marina, destaca la formación vegetal denominada desierto costero de Huasco. La tuición y administración de esta área corresponde a la Corporación Nacional Forestal (Decreto N°4-1990 del Ministerio de Agricultura).

SN Humedal La Boca territorio de 1.129 hás. El área se caracteriza por ser un ecosistema de dunas y paleodunas litorales que soporta una fauna y flora única, adaptada a múltiples condiciones de estrés, salinidad, sequedad, sustrato con fuerte drenaje, pobre en nutrientes y constante removilización de sedimentos. Por esto, los objetos de conservación corresponden al humedal costero y su vegetación ribereña, especies endémicas y amenazadas y de fauna nativa asociada; matorral, dunas y

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

playa; aves migratorias y conchales. Esta área está bajo la administración de la Comunidad Agrícola Los Choros y bajo la supervigilancia y custodia del Ministerio del Medio Ambiente (Decreto N°27-2021 del Ministerio del Medio Ambiente).

Sitio Prioritario Punta Teatinos-Caleta Hornos/Sector costero al Norte de la Serena, área identificada en la "Estrategia Nacional de Biodiversidad" del año 2003, con una superficie de 12509,52 hás. Esta área se caracteriza por ser una zona de alto endemismo, riqueza y diversidad de especies en el humedal Laguna Punta Teatinos y a lo largo norte de costa, además, destaca como zona de interés arqueológico y de alto endemismo, riqueza y diversidad de especies de tipo avifauna y flora, destacando al lucumillo (*Myrcianthes coquimbensis*) (Squeo, F., 2001; CONAMA citado en página de Áreas Protegidas del MMA).

Sitio Prioritario Reserva Marina Punta Choros, área identificada en la "Estrategia Nacional de Biodiversidad" del año 2003, con una superficie de 2073,3 hás. Esta área constituye el hábitat de especies emblemáticas y objeto de conservación como el Delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), el Chungungo (*Lontra felina*), el Pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*) y el Yunco (*Pelecanoides garnotii*); además de ser un área donde se produce surgencia permanente; con altas densidades, tasas de retención y reclutamientos de larvas de especies de gran importancia comercial y comunitaria como el Loco (*Concholepas concholepas*), Lapas (*Fissurella spp.*), Erizo (*Loxechinus albus*) y las praderas de algas pardas constituidas por las especies del género *Lessonia spp.* Además, es una de las zonas con mayores tasas de desembarque de pesquerías bentónicas de la región y de gran interés turístico (página de Áreas Protegidas del MMA).

Bien Nacional Protegido (BNP) "Isla Gaviota"
Esta área se ubica en la comuna de La Higuera, región de Coquimbo. Fue creada mediante D. Ex. N°234/2006 y su posterior modificación (D. Ex. N°1312/2012) con el objetivo de conservación y protección del ecosistema insular desierto costero del Huasco, y que abarca una superficie oficial de 182 hás. Esta isla se encuentra en proceso para formar parte de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt

Espacio Costero Marino de Pueblos Originarios (ECMPO)
En el área del AMCP-MU archipiélago de Humboldt se encuentra la solicitud del ECMPO "Punta Las Tetillas", requerida por la comunidad Indígena Diaguita Tierra y Mar, perteneciente a la comuna de Freirina de la región de Atacama. Esta área abarca 87,81 hás que incluyen porción de agua y fondo, playa y terreno de playa.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

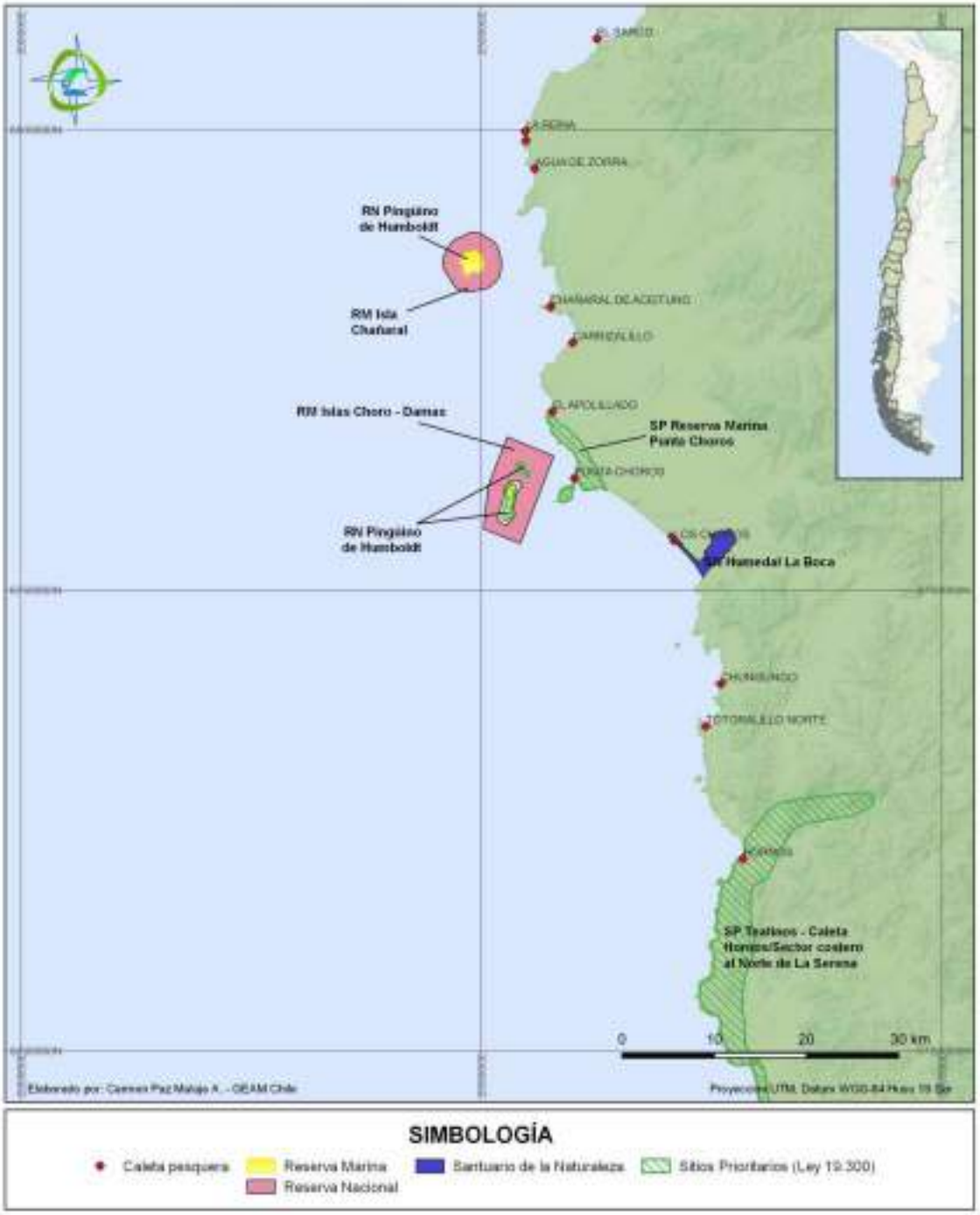


Figura 12. Figuras de protección presentes en el área de estudio.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

8 Objetos de Protección

En múltiples estudios realizados por OCEANA, 2010; Squeo *et al.,* 2015, OCEANA, 2017; Gaymer *et al.,* 2021; y el Informe técnico, MMA 2021, destacan el alto valor de la zona propuesta, principalmente por el Ecosistema Marino de la Corriente de Humboldt, el cual es uno de los 64 grandes ecosistemas marinos en el planeta y uno de los más productivos, por su alta biodiversidad. Estas características que le otorgan un reconocimiento mundial, y que en Chile la ubican dentro de las "Áreas de Alto Valor para la Conservación" (Squeo *et al.,* 2015), destacan específicamente desde Punta Pájaros (región de Atacama) hasta el sur de la Isla Tilgo (región de Coquimbo) (Squeo *et al.,* 2015). A su vez, se identifica como "Sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad" (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 2003), por su alta variabilidad ambiental interanual e interestacional, que produce impactos significativos sobre los servicios ecosistémicos, la productividad y la estructura trófica (OCEANA, 2010; Squeo *et al.,* 2015, OCEANA, 2017; Gaymer *et al.,* 2021; Informe técnico, MMA 2021).

Squeo *et al.,* 2015, destaca, además de las reservas marinas y la Reserva Nacional del Pingüino de Humboldt, una importante surgencia costera, que la hace poseedora de importantes Objetos de Conservación (OdC), entre los que destacan las especies amenazadas pingüino de Humboldt y delfín nariz de botella (Squeo *et al.,* 2015).

A partir de las características de esta área, el Informe técnico del MMA, 2021, se refiere a los objetivos fundamentales de la propuesta de AMCP-MU, que son:

a) Proteger un ecosistema marino único, manteniendo los procesos ecológicos relevantes que ocurren en la zona, como la surgencia, el reclutamiento de especies bentónicas, la alimentación y reproducción de aves y mamíferos marinos, resguardando, además, los servicios ecosistémicos que otorga, como el aprovisionamiento de recursos pesqueros, hábitats de especies emblemáticas, y lugares para la educación, investigación científica y recreación.

b) Conservar especies emblemáticas, principalmente aquellas que se encuentran con problemas de conservación, así como sus hábitats y sectores de alimentación.

c) Planificar el uso del maritorio para avanzar en una gestión integrada y el uso sustentable, evitando el desarrollo de actividades productivas que impacten otras, y elevando los estándares ambientales de los proyectos de inversión.

d) Potenciar los valores culturales asociados al uso de servicios ecosistémicos, principalmente vinculados a la pesca artesanal y el turismo sustentable.

Gaymer *et al.,* 2021, informa que estudios regionales han determinado que en la zona existen entre 400 y 500 especies de las cuales al menos 100 (25%) se consideran como especies de importancia ecológica. Además, OCEANA, 2010, reconoce que el área del AMCP-MU, no sólo es importante por su cantidad de especies (400-500), si no que también por su alta diversidad, destacando 8 hábitats, cuya importancia

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

ecológica se fundamenta en la conservación del espacio físico y los requisitos biológicos de especies vulnerables, amenazadas o en peligro de extinción (OCEANA, 2010).

Los grupos más importantes y diversos representan a 187 especies macrobentónicas (macroalgas e invertebrados), 122 especies de aves, 15 especies de mamíferos marinos y 68 especies de peces. Muchas de estas especies se encuentran en un estado vulnerable y algunas incluso en peligro de extinción según la lista roja de la UICN (UICN 2022) y el Reglamento de Clasificación de Especies de Chile (RCE, 2022). En cuanto a las especies bentónicas, un 33% de las especies cumplen un rol ecológico fundamental como bio-ingenieros (corales y esponjas), por ejemplo, las macroalgas, los hidrocorales y las esponjas, y también un número considerable de estas especies son recursos importantes para la pesca artesanal (OCEANA, 2017, Gaymer *et al.,* 2021).

Los antes mencionado, lleva a priorizar los siguientes objetos de protección:

8.1 Objeto de Protección Hábitat intermareal y submareal que alberga una diversidad de especies hidrobiológicas y recursos bentónicos pesqueros

Una de las características más sustanciales del intermareal y submareal, es que representan ecosistemas de importancia para la fauna endémica y de importancia ecológica para el AMCP-MU. Particularmente se encuentran áreas de extracción de recursos pesqueros, zonas de alta diversidad de peces e invertebrados, entre otras. Además, otorga funciones y servicios ecosistémicos de soporte, abastecimiento y regulación, de gran relevancia para las comunidades costeras (OCEANA, 2010, Informe técnico, MMA 2021).

Al considerar este Objeto de Protección, se está resguardando el área de surgencia costera (o afloramiento) del centro-norte de Chile, que se caracteriza por aguas frías altamente productivas de fito y zooplancton, lo que permite el desarrollo de tramas tróficas complejas como grupos de invertebrados y macroalgas bentónicas, peces, aves y mamíferos marinos entre los cuales destacan cetáceos mayores tales como ballenas jorobadas, fin y azul. Varias de estas especies son importantes en términos económicos y varias de ellas se encuentran protegidas por presentar problemas de conservación, en categoría de amenazadas e incluso en peligro de extinción (Gaymer *et al.,* 2021).

OCEANA, 2010, puntualiza la presencia de dos (2) hábitats (intermareal y submareal) de Importancia Ecológica para la Conservación (HIC) para esta zona en general, que son:

8.1.1 Intermareal

El intermareal, representa la zona entre las líneas de alta y baja marea que está periódicamente expuesta al aire (Zagal y Hermosilla, 2001, OCEANA, 2010). En este

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

hábitat se encuentran dos categorías principales: los hábitats de fondos rocosos de comunidades de distintas especies de macroalgas y su fauna asociada y, por otro lado, las áreas donde habitan especies de forraje para invertebrados bentónicos, formados por poliquetos y crustáceos de tamaños pequeños (OCEANA, 2010).

Para el intermareal, OCEANA, 2010 destaca tres (3) hábitats de Importancia Ecológica para la Conservación (HIC):

1. Hábitats de macroalgas en el intermareal

Considerados como zonas de alta diversidad, protección y crianza para invertebrados y con regulación de explotación por la Subpesca (OCEANA, 2010). Este hábitat representado principalmente por zonas de establecimiento de las algas verdes (*Ulva sp., Chaetomorpha aerea* y de *Gelidium sp*.), representa la mayor diversidad de invertebrados sésiles alrededor de las islas Choros, Damas y Chañaral (OCEANA, 2010).

2. Hábitats de recursos bentónicos (intermareal)

Representado por especies de gasterópodos (lapas) y crustáceos (jaibas); en gran parte sobrepuesto o mixto con los hábitats de macroalgas. Entre los gasterópodos se encuentran la lapa negra (*Fissurella latimarginata*), lapa rosada (*Fissurella cumingi*) y lapa reina (*Fissurella maxima*), que posean un alto valor económico para la pesca artesanal del área (OCEANA, 2010).

3. Hábitats de especies de forraje en el intermareal

Estos hábitats de especies de forraje para invertebrados bentónicos se distribuyen sobre los sustratos duros de bolones y de conchuela (OCEANA, 2010) y en playas arenosas (como la playa “La Damita” ubicada en el sector N-W de la isla Damas) y que garantizan la fuente alimenticia de una gran diversidad de invertebrados, entre ellos especies de importancia pesquera como decápodos anomuros (jaibas) (OCEANA, 2010).

8.1.2 Submareal

El submareal, se refiere a la zona que se extiende desde la línea de marea baja a la orilla externa de la plataforma continental (Zagal y Hermosilla, 2001). Dentro del rango batimétrico del submareal (hasta 100 m de profundidad) se encuentran tres categorías de hábitats de importancia ecológica: hábitats de macroalgas, de bio-ingenieros y sitios de recursos de importancia para la pesca (OCEANA, 2010). En los fondos con sustratos duros (plataformas rocosas y peñascos) alrededor de las islas Chañaral, Choros, Damas y Pájaros, se localizan hábitats formados de bosques de diferentes especies de macroalgas y que son áreas de protección y de crianza para numerosos invertebrados asociados a ellos (OCEANA, 2010).

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Para el submareal, OCEANA 2010 destaca 4 Hábitats de Importancia Ecológica para la Conservación (HIC):

1. Hábitats de macroalgas en el submareal

Corresponden a zonas de alta diversidad, protección y crianza para invertebrados y con regulación de explotación por Subpesca (OCEANA, 2010). En este habitas se encuentran bosques de macroalgas, en los que dominan *Lessonia trabeculata* y *Macrocystis integrifolia*, especies que representan uno de los hábitats más típicos de las costas de América Latina de playas con rocas expuestas al oleaje (Santelices *et al.,* 1980, como se citó en OCEANA 2010) y de la costa chilena entre los 20° y 40°S. Estos bosques de macroalgas representan uno de las componentes más importantes dentro de los ecosistemas marinos, ya que generan una alta diversidad de especies tanto de aquellas que aprovechan el espacio y la protección que ofrecen estas especies, como de aquellas que se alimentan de estas algas (OCEANA, 2010, Gaymer *et al.,* 2021).

De este grupo presente en el área del AMCP-MU, destacan *Lessonia nigrescens* o huiro negro y *Lessonia trabelucata* o huiro palo en fondos rocosos, especies que aparte de contar con una alta diversidad de especies asociadas, tienen una importancia económica como recurso de la pesca artesanal (OCEANA, 2010). La extracción de estas especies se concentra en las caletas de Chungungo y Punta Choros (Stotz, 2006 como se citó en OCEANA 2010).

2. Hábitats de bio-ingenieros en el submareal

Las especies bio-ingenieras cumplen un rol biológico fundamental, generando una alta biodiversidad diversidad de especies que se alimentan, reproducen y crían en los hábitats formados por estos bioingenieros (Gaymer *et al.,* 2021). En el área se caracterizan por la presencia de corales, esponjas y colonias gorgónidos. En Isla Chañaral específicamente, se encuentran los gorgónidos (“corales blandos”) de color grisáceo y los “corales bambú” de color rojo, especies de alto nivel de endemismo, aunque muy poco abundantes, son considerados especies muy frágiles ante perturbaciones físicas y químicas, y además se encuentran en estado vulnerable según la UICN (OCEANA, 2010, Gaymer *et al.,* 2021). Adicionalmente, estas especies representan un atractivo turístico que se desarrolla por medio de buceo de observación (Gaymer *et al.,* 2021).

Estos hábitats se destacan por ejemplo entre el noroeste y sureste de las islas Chañaral, Damas-Choros e isla Pájaros grande, en profundidades que varían entre los 30 y 80 m (OCEANA, 2010, Gaymer *et al.,* 2021).

3. Hábitats de recursos bentónicos (submareal)

Estos hábitats comprenden fondos arenosos y rocosos que albergan una gran cantidad de especies, varias de ellas de importancia económica como recursos pesqueros. Entre estos hábitats, destacan las 26 Áreas de Manejo de Recursos

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Bentónicos (AMERB) presentes en el área del AMCP-MU, con presencia y extracción de recursos, entre los que están principalmente el huiro negro, huiro palo, almeja, culengue, lapa picta, lapa negra, lapa rosada, loco, macha, y erizo (OCEANA, 2010, reporte SIAC SERNAPESCA 2022). Varias de estas AMERBs, comprenden el hábitat crítico del loco, considerando los lugares donde se encuentran los adultos, las áreas de postura y de reclutamiento, siendo caleta Hornos la que cuenta con mayor volumen de desembarque en los últimos años, seguida por Chungungo, Chañaral de aceituno y Punta Choros (OCEANA, 2010, reporte SIAC SERNAPESCA 2022).

Por otra parte, en los fondos blandos del submareal, al este de la isla Damas, se ubica el único hábitat alrededor de las islas donde se encuentran praderas de pasto marino *Heterozoostera tazmanica* (FIP 2006-56*,* 2008, OCEANA, 2010). Este pasto marino es muy sensible a la contaminación antrópica y se puede considerar como un bioindicador del estado de los ecosistemas marinos (FIP 2006-56*,* 2008, OCEANA, 2010).

En los fondos blandos se encuentran comunidades de crustáceos (langostinos, camarones y algunas especies de jaibas) y moluscos. Entre los crustáceos destaca el langostino amarillo (*Cervimunida johni*) y el camarón nailon (*Heterocarpus reedi*), que representan una fuente alimenticia importante para aves y mamíferos marinos, además son recursos pesqueros importantes de la zona (OCEANA, 2010). Por su parte, entre los moluscos, se destaca zonas de abundancia de almeja, macha, y otros recursos.

4. Hábitats de peces pelágicos

Aquí se encuentran especies como el jurel (*Trachurus murphyi*) y la caballa (*Scomber scombrus*), anchoveta (Engraulis ringens), sardina (Sardinops sagax), merluza (Merluccius gayi) y algunos cefalópodos (Gaymer *et al.,* 2021, OCEANA, 2010). Algunas de estas especies sirven de alimento para numerosos recursos de importancia comercial y para la conservación como ballenas, pingüinos, peces etc. (OCEANA, 2010).

Gaymer *et al.,* 2021, encontró en Bajo el Toro, alta abundancia de peces bentónicos como la castañeta *Chromis crusma*, el bilagai (*Cheilodactylus variegatus*), la jerguilla (*Aplodactylus punctatus*) y el rollizo (*Pinguipes chilensis*). En cuanto a la riqueza de especies más costeras, el mismo autor reporta el pejeperro (*Semicossyphus darwini*), la vieja (*Graus nigra*), el apañado (*Hemilutjanus macrophthalmos*), el San Pedro (*Oplegnathus insignis*), el pejesapo (*Sicyases sanguineus*), la cabrilla (*Paralabrax humeralis*), la vieja colorada (*Acanthistius pictus*), la cabinza (*Isacia conceptionis*) y el bilagay (*Cheilodactylus variegatus*), entre otras (Gaymer *et al.,* 2021).

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

8.2 Objeto de Protección Zonas de alimentación y nidificación de aves

El área del archipiélago de Humboldt presenta múltiples islas e islotes, donde habitan colonias de aves marinas importantes en términos de abundancia de la zona centro y norte de Chile (Simeone et al., 2003, Luna-Jorquera et al. 2012, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021), y nidifican un total de once especies de aves marinas, la mayoría de las cuales son endémicas del Sistema de la Corriente de Humboldt (Luna- Jorquera *et al.,* 2003, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021).

En cuanto a zonas reproductivas, se destacan la isla Chañaral con la presencia de 4 especies, Choros con 7 especies, e islote Chungungo donde nidifican 4 especies, y caracterizado por ser uno de los pocos sitios en la costa de Chile y Perú, en el cual nidifica la golondrina de mar chica (Gaymer *et al.,* 2021). Todas estas especies son endémicas del Sistema de la Corriente de Humboldt (Simeone et al., 2003, Luna-Jorquera *et al.,* 2012, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021).

En esta zona, se reconocen también la presencia de poblaciones de especies emblemáticas de aves marinas, como lo son el yunco (*Pelecanoides garnotii*), piquero (*Sula variegata*), albatros, petreles y fardelas, así como, sus hábitat y zonas de descanso, alimentación y reproducción (OCEANA, 2010, Informe técnico, MMA 2021)

Para esta zona, OCEANA 2010 destaca 2 Hábitats de Importancia Ecológica para la Conservación (HIC)

1. Hábitat crítico de aves marinas

Este hábitat representa las zonas de alimentación, crianza y de reproducción, especialmente de especies vulnerables y en peligro de extinción, entre las que están el pingüino de Humboldt (en estado de conservación: vulnerable), el Yunco (en estado de conservación: en peligro) y Piquero (en estado de conservación de preocupación menor) (OCEANA, 2010).

La productividad del área del sistema de Humboldt, permite que especies como el piquero, cormorán, yunco y pingüino de Humboldt, puedan tener disponibilidad de alimento alrededor de las islas, sobretodo en épocas de nidificación (Gaymer *et al.,* 2021). Sin embargo, en ciertas especies como el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldtii*), se encontró que los radios de alimentación se extienden hasta 43 km, lo que establece la importancia de ampliar los rangos de protección (Quispe *et al.,* 2020).

2. Hábitat crítico de la anchoveta

La anchoveta es una especie clave y fundamental de la cadena trófica como presa para aves, mamíferos y peces (incluyendo los tiburones) y por otro lado es un recurso pesquero de importancia económica (OCEANA, 2010, Gaymer *et al.,* 2021). El área alberga tanto adultos y un stock desovante como zonas de reclutamiento (OCEANA, 2010, Gaymer *et al.,* 2021). Estos hábitats se identifican en la franja costera hasta los

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

10 m de toda el área, especialmente el sector entre isla Chañaral e islas Choros-Damas y entre Barrancones y Caleta Hornos; y en los alrededores de islas Pájaros (OCEANA, 2010).

8.3 Objeto de Protección Zonas de alimentación y reproducción de mamíferos marinos

La zona del AMCP-MU, es uno de los sistemas con mayor diversidad de especies de mamíferos marinos en todo el mundo, siendo un lugar único y de extrema importancia para su conservación (Urbina *et al.,* 2021, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021). En los últimos 30 años se ha observado un alza en la riqueza de este grupo de animales. Sin embargo, la gran mayoría de estas especies se encuentran dentro de alguna categoría con problemas de conservación, desde especies vulnerables hasta en peligro de extinción, según el Reglamento de Conservación de Especies del Ministerio del Medio Ambiente y la lista roja de la UICN (Gaymer *et al.,* 2021).

Para esta zona, OCEANA 2010 destaca 1 Hábitat de Importancia Ecológica para la Conservación (HIC), que incluye a dos más específicos:

1. Hábitats críticos de Mamíferos Marinos (HMM)

Entre las poblaciones de especies emblemáticas de mamíferos marinos, destacan las colonias residentes de delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus)*, colonias temporales de ballenas y el chungungo (*Lontra felina*), así como sus hábitats y zonas de descanso, alimentación y reproducción (Informe técnico, MMA 2021). A su vez, la IUCN-MMPATF, 2023, reportó que de 12 especies de mamíferos marinos (9 especies de cetáceos, 3 especies de pinnípedos y la nutria marina) que se observan con frecuencia en el Sistema de surgencia de la Corriente de Humboldt (que abarca desde Cerro azul en Perú, hasta Mejillones Chile), 6 se encuentran con frecuencia en esta área y presentan problemas de conservación, estando incluidas en el Reglamento chileno para la clasificación de especies silvestres en categorías de conservación. La población residente de delfines nariz de botella (*Tursiops truncatus*), se encuentra “En peligro de extinción” según la legislación chilena, el rorcual común (*Balaenoptera physalus*) se encuentra “Vulnerable” en la Lista Roja de la UICN y “En Peligro Crítico” en Chile, la ballena azul (*Balaenoptera musculus*) se encuentra “En peligro” tanto en la Lista Roja de la UICN como en Chile, la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) tiene categoría de “Preocupación menor” a nivel mundial, pero “Vulnerable” en Chile, el elefante marino del sur (*Mirounga leonina*) se encuentra en “Preocupación menor” a nivel mundial, pero “Vulnerable” en Chile y la nutria marina (*Lontra felina*) esta “En peligro de extinción” a nivel mundial y en Chile (IUCN-MMPATF, 2023). Esta zona es un área de alimentación para la mayoría de los mamíferos marinos que la utilizan, y alberga la mayor densidad de nutrias marinas del norte de Chile (OCEANA, 2010, IUCN-MMPATF, 2023)

En la Isla Chañaral se encuentra una colonia reproductora del lobo fino sudamericano (*Arctocephalus australis),* con una abundancia de 1.237 individuos en 2019, de los cuales 269 fueron clasificados como crías (Oliva *et al.,* 2020, como se citó en IUCN-

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

MMPATF, 2023). La Isla Chañaral es ahora la colonia reproductiva más austral de la población peruano/chilena del lobo fino sudamericano en la costa del Pacífico (IUCN-MMPATF, 2023).

1.1. Hábitat del delfín de nariz botella (*Tursiops truncatus*)

Existe una sola población residente de delfines nariz de botella comunes (*Tursiops truncatus*) y ha sido reportada en la Reserva Marina Isla Chañaral y la Reserva Marina Choros-Damas (Pérez-Alvarez *et al.,* 2018, como se citó en IUCN-MMPATF, 2023). Estudios tróficos (Santos-Carvallo *et al.,* 2015, como se citó en IUCN-MMPATF, 2023), genéticos y conductuales (Pérez-Alvarez *et al.,* 2018, como se citó en IUCN-MMPATF, 2023) demostraron que esta población es diferente a la población transitoria o no residente de delfines nariz de botella. El tamaño de los grupos suele ser de 15 a 20 individuos, y algunos individuos residentes muestran una residencia prolongada (15 años) y una fuerte fidelidad al sitio, utilizando el área para alimentarse, amamantar y parir dentro de un área de distribución de 2 a 40 km (Gibbons, 1992; Thomas, 2005, como se citó en IUCN-MMPATF, 2023, OCEANA, 2010).

1.2. Hábitat de alimentación y de reposo de ballenas

El área del Sistema de Humboldt es reconocida como un sitio de alimentación importante para las ballenas barbadas, particularmente las ballenas de aleta, azul y jorobada (*Megaptera novaeangliae*) (Sepúlveda *et al.,* 2020; Buchan *et al.,* 2021, como se citó en IUCN-MMPATF, 2023). Estudios de composición de dieta, observacionales y de seguimiento demuestran que los rorcuales comunes se alimentan en el área, particularmente depredando krill (*Euphasia mucronata*) (Pérez *et al.,* 2006; Toro *et al.,* 2016; Buchan *et al.,* 2021, como se citó en IUCN-MMPATF, 2023). El krill es la especie más abundante y endémica del Sistema de la Corriente de Humboldt y está asociado a zonas costeras de surgencia (Antezana, 2010; Riquelme *et al.,* 2016, como se citó en IUCN-MMPATF, 2023), lo que a su vez explica la relevancia del área como punto crítico de alimentación para un importante grupo de ballenas (Brediñana-Romano *et al.,* 2022, como se citó en IUCN-MMPATF, 2023).

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

9 Amenazas

Durante el proceso de caracterización del área del archipiélago de Humboldt, que involucra a las regiones de Atacama y Coquimbo, diversos autores como OCEANA, 2017; Gaymer e*t al.,* 2021 y el Informe técnico MMA, 2021, han identificado amenazas específicamente para esta zona, y que se describen a continuación:

9.1 Tráfico Marítimo y colisiones

Entre las actividades marítimas que significan una amenaza para especies marinas y sus hábitats se encuentra la navegación de embarcaciones mayores y menores, fondeaderos y atracaderos (Gaymer e*t al.,* 2021, Informe técnico MMA, 2021).

El tráfico marítimo, representa un problema principalmente por la muerte o heridas graves que provocan las colisiones de embarcaciones mayores con animales, principalmente mamíferos marinos, y las heridas provocadas por impactos de hélices de embarcaciones menores (Gaymer *et al.,* 2021, Informe técnico MMA, 2021). Las colisiones significan una de las dos principales causas de muerte no natural en ballenas a nivel global, donde particularmente las crías y juveniles muestran una mayor prevalencia a choques con embarcaciones, con una muy alta tasa de mortalidad (Gaymer *et al.,* 2021).

Gaymer *et al.,* 2021, señala que, en años recientes en Chile, a través de publicaciones científicas o de prensa, se ha reportado un incremento de ballenas muertas o heridas por colisiones con embarcaciones (Alvarado-Rybak et al., 2020, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021). Específicamente en la bahía de Coquimbo se identifican las especies: calderón de aleta corta (*G. melas*), ballena fin o ballena aleta corta (*B. physalus*), el cachalote (*P. macrocephalus*) y delfín de nariz botella (*T. truncatus*), entre otras (Gaymer *et al.,* 2021; Informe técnico MMA, 2021), demostrando que el tráfico de barcos se superpone con el hábitat crítico de las ballenas (García-Cegarra y Pacheco, 2019; Bedriñana-Romano *et al.,* 2021, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021).

En el caso de las aves, las embarcaciones mayores (incluyendo las de la pesca industrial), han generado que especies de aves marinas en vuelo, choquen contra el puente, mástiles y otras infraestructuras que sobresale del casco (Informe técnico MMA, 2021).

Lo anteriormente mencionado cobra relevancia si se trata de poblaciones con problemas de conservación, en donde unas pocas mortalidades al año, sobre todo de juveniles, pueden generar un gran efecto sobre el crecimiento de una población (Gaymer *et al.,* 2021).

Otra de las amenazas existentes es el derrame de combustible u otros líquidos químicos, y desechos que son arrojados al mar, que, producto de las corrientes marinas, terminan en la costa, afectando especies, ecosistemas y procesos ecológicos (Informe técnico MMA, 2021).

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

9.2 Contaminación acústica

La contaminación acústica provocada por incremento del ruido ambiente en los océanos produce un efecto de enmascaramiento de las señales acústicas utilizadas por la fauna marina, que utilizan el sonido para una amplia gama de funciones biológicas, que van desde vocalizaciones de comunicación y cortejo en mamíferos y peces, hasta localización de presas de forma pasiva o por ecolocalización (biosónar) (Aguilar y Tejedor, 2012). Así mismo, el sonido es utilizado con fines de orientación tanto por mamíferos marinos (Richardson et al., 1995) como por larvas de peces, que navegan hacia la costa para asentarse utilizando estímulos acústicos biológicos (Montogomery *et al.,* 2006, como se citó en Aguilar y Tejedor, 2012). Este impacto puede provocar cambios de comportamiento o desorientación, que puedan desembocar en daños o incluso mortandad (Rommel et al., 2007; Guerra et al., 2004, Fernández et al., 2005: Cox et al., 2006, como se citó en Aguilar y Tejedor, 2012), o bien a través de cambios en la calidad del hábitat que puedan generar estrés (Wright *et al.,* 2008 como se citó en Aguilar y Tejedor, 2012).

Evidencia de esto son los cetáceos, especies que son particularmente sensibles al ruido submarino. Particularmente en las ballenas, el ruido de baja frecuencia, como el ruido de motor de barcos, se solapa directamente con sus vocalizaciones de baja frecuencia. Se ha visto a nivel mundial que el ruido del tráfico marítimo causa: i) un alza en el estrés fisiológico (niveles de cortisol), ii) una pérdida de espacio de comunicación y por tanto una interrupción de las comunicaciones sociales y reproductivas, y iii) cambios en el uso de hábitat, que en este caso sería la interrupción de actividades de alimentación y de socialización (Southall *et al.,* 2007, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021). Frente a cualquier ruido molesto se ha constatado que los cetáceos abandonan su hábitat crítico debido al ruido perturbador del tráfico, lo que en el caso del archipiélago de Humboldt esto implicaría la pérdida de este hábitat de alimentación. Asimismo, se ha constatado que un ruido constante ocasiona efectos acumulativos (estrés, pérdida de espacio de comunicación y pérdida de hábitat crítico de alimentación) y pueden causar un daño irreversible sobre las poblaciones de ballenas y delfines que hoy presentan importantes problemas de conservación (Thomsen *et al.,* 2011, Williams *et al.,* 2020, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021).

9.3 Contaminación lumínica

Cuando las fuentes de luz son excesivas o inapropiadas, se produce un fenómeno denominado contaminación lumínica, que afecta a las aves marinas por la atracción hacia fuentes de luz y su posterior caída (fallout), siendo los petreles y fardelas las especies más afectadas (Silva *et al.,* 2020). A nivel global la contaminación lumínica es la causa de la muerte de al menos 200.000 aves marinas entre los años 2002 a 2017, de las cuales el grupo más afectado son los petreles y fardelas (Rodríguez *et al.,* 2017, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021). En Chile el número de especies afectadas es de 17 aves marinas, principalmente en ciudades, pueblos e islas costeras (Silva *et al.,* 2020).

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Gaymer *et al.,* 2021, señala que particularmente en Punta Choros se registró de manera no sistemática, la caída de al menos 190 ejemplares de yuncos entre las temporadas reproductivas de 2011 a 2017. Así mismo, al año siguiente (temporada 2018-2019), en un recuento sistemático se registró la caída de 92 yuncos, con un máximo de 16 individuos en una noche; la causa de este alto número de incidentes coincide con la instalación de luces LED blancas y halógenas en dos sectores de Punta Choros (Gaymer *et al.,* 2021).

9.4 Pesca artesanal no regulada y pesca ilegal

La pesca artesanal no regulada y pesca ilegal, representa una de las mayores amenazas para la biodiversidad de la franja costera del submareal y el intermareal rocoso, tanto para recursos bentónicos como para los peces pelágicos costeros (Gaymer *et al.,* 2021). Esta práctica aumenta la presión no sólo sobre los recursos que se extraen pudiendo generar una sobreexplotación, sino también tiene efecto sobre los hábitats bentónicos, mamíferos y aves marinas por la amenaza de destrucción de hábitats, tales como los bosques de macroalgas pardas a través del "barreteo" o extracción de plantas de macroalgas con un fierro y buceo y de perturbación por pérdida de hábitat para algunas especies de aves marinas como el pelícano (*P. thagus*) o el yunco (*P. garnotii*) (Informe técnico MMA, 2021). Así mismo se destacan los islotes Pájaros, área que no se encuentra bajo ninguna protección o manejo pesquero que regule la extracción de mariscos, peces o macroalgas (Informe técnico MMA, 2021).

9.5 Pesca incidental

La pesca incidental se define como aquella conformada por especies que no son parte de la fauna acompañante y que está constituida por reptiles marinos, aves marinas y mamíferos marinos (Ley 20625). La pesca incidental puede ser conservada o descartada, ya sea porque una especie determinada de fauna acompañante excede la cuota permitida o porque su valor económico es muy bajo y por ende no es considerada dentro de los desembarques totales (OCEANA, 2017). Esto, sumado al descarte, ha provocado gran inquietud por las consecuencias ecológicas que puede tener sobre la biodiversidad marina, sobretodo porque afecta a especies de importancia comercial y emblemáticas o con problemas de conservación (OCEANA, 2017, Informe técnico MMA, 2021).

Gaymer *et al.,* 2021, la describe como una amenaza particularmente relevante para los condrictios, ya que la mortandad de tiburones y rayas en aparejos y artes de pesca de baja selectividad es una problemática mundial que está afectando fuertemente la conservación de este grupo (Gaymer *et al.,* 2021). La razón principal, tiene que ver con que estas especies son de crecimiento lento, baja fecundidad, maduración sexual tardía y extensos períodos de gestación (Lamilla *et al.,* 2005, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021).

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

9.6 Pesca de arrastre

Gaymer *et al.,* 2021, reporta que la pesca de arrastre representa una de las amenazas de larga data afectando la biodiversidad del bentos profundo del Archipiélago de Humboldt. A esto se suma que, mediante el articulo N°47 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, se permite la operación de la flota industrial dentro de franja del mar territorial de 5 millas marinas designada como Área de Reserva para la Pesca Artesanal (ARPA), y que, en la región de Coquimbo, se autorizan sobre los recursos camarón nailon, langostino amarillo, langostino colorado, gamba, sardina española y anchoveta (OCEANA, 2017, Gaymer *et al.,* 2021). Sin embargo, en estas medidas no se han considerado los aspectos ambientales que implica el uso de redes de arrastre de fondo (OCEANA, 2017).

Estudios de OCEANA señalan la fragilidad de ciertos espacios del bentos dentro de las 5 millas del área que pretende ser protegida y que están siendo gravemente amenazados por la posibilidad de que buques arrastreros de fondo ejerzan su actividad en ellos (OCEANA, 2017). Así mismo, la fauna acompañante de la pesquería de langostino y camarón incluye numerosas especies de tiburones, y peces óseos, que no son objetivo de pesca y son sacrificados (Gaymer et al., 2021, Informe tecnico MMA, 2021).

Este tipo de pesca industrial, la pesca de arrastre, tanto de fondo como de media de agua, no es selectivo, pues consiste en un arte activo que va agresivamente en busca de aquellos que viven sobre el fondo marino o cerca del mismo (Walting & Norse, 1998, como se citó en OCEANA, 2017). De esta forma, la red de arrastre no sólo extrae los peces que son objetivo de la pesca, sino que también captura una gran diversidad de otros organismos que constituyen el llamado “bycatch” o fauna acompañante y además daña el fondo marino donde se encuentran estas especies (Hiddink *et al.,* 2006; Tillin *et al.,* 2006; Puig *et al.,* 2012, OCEANA 2016, como se citó en OCEANA, 2017). Este daño significativo en las comunidades que habitan el fondo oceánico, contribuyen a la declinación de las pesquerías, ya que tales comunidades proporcionan las condiciones para resguardar y proteger el crecimiento de una gran variedad de especímenes juveniles de peces e invertebrados marinos (Gray *et al.,* 2006, como se citó en OCEANA, 2017, Gaymer *et al.,* 2021). En definitiva, una vez que el hábitat esencial ha sido destruido producto de la pesca de arrastre de fondo, stocks de peces de valor comercial, así como otras especies que dependen del fondo marino para su desove, cría, protección, alimentación y refugio, declinan drásticamente y pueden desaparecer, si no se limitan estas prácticas oportunamente (Gray *et al.,* 2006, como se citó en OCEANA, 2017).

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

9.7 Basura marina o residuos sólidos

La basura marina, es un fenómeno antrópico que se puede apreciar a lo largo de toda la costa Chilena (Hidalgo-Ruz *et al.,* 2018, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021), y las cantidades generalmente son similares que en otros países de América Latina (Gaibor *et al.,* 2019, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021), pero menores que en Alemania (Honorato-Zimmer et al. 2019, como se citó en Gaymer *et al.,* 2021). Aunque no hay muestreos cuantitativos realizados en la costa del Archipiélago de Humboldt, un estudio realizado en Caleta Hornos, Chungungo y Punta Choros indica la preocupación de los habitantes por la basura marina, sobre todo por el efecto que produce y que implica, donde el número de especies marinas reportadas por impacto por basura antropogénica ha aumentado dramáticamente en las últimas décadas y continúa creciendo (Gall y Thompson, 2015, como se citó en Cristi *et al.*, 2020). Además, se estima que al menos el 17% de las especies reportadas por ingestión o enredo con desechos marinos aparecen en la Lista Roja de la UICN en categoría amenazada, vulnerable, en peligro o en peligro crítico (Gall y Thompson, 2015, como se citó en Cristi *et al.*, 2020).

9.8 Turismo no regulado

El turismo es una de las principales actividades productivas que se desarrolla en la zona, principalmente vinculado a las observaciones de especies marinas en la Reserva Marina Choros-Damas y la visitación de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, ubicadas al norte de la comuna de La Higuera (Informe técnico MMA, 2021). Debido a periodos de sobreexposición mediática del sector de Punta de Choros, el turismo creció de manera exponencial en los últimos años, generando nuevos ingresos para las comunidades locales, pero que, sin embargo, ha generado efectos e impactos significativos, debido a la carencia de planificación y regulación (Informe técnico MMA, 2021).

El turismo descontrolado, sin una planificación adecuada y desregulada, se trasforma en una amenaza actual para los objetos de protección, y potencial para otros sectores que aún no desarrollan el potencial turístico de la zona (Informe técnico MMA, 2021). El manejo de residuos, que finalmente son arrojados al mar, el tráfico marítimo excesivo, que altera los hábitats de las especies, el acoso constante que sufren especies de mamíferos marinos, el impacto que genera el ruido de las embarcaciones, las presiones antrópicas de los visitantes, son sólo algunos de los impactos negativos que puede generar el turismo (Informe técnico MMA, 2021). En cuanto a la observación de especies marinas, cabe mencionar que existe un Reglamento General de Observación de Mamíferos, Reptiles y Aves Hidrobiológicas y del Registro de Avistamientos de Cetáceos (D. S. N° 38, de 2011, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo), que no es fiscalizado ni respetado por los operadores turísticos, según lo reportado por los mismos actores locales en los talleres participativos en las comunas de Freirina y La Higuera (Talleres realizados por la Consultora GEAMCHILE en noviembre del 2022).

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

9.9 Cambio climático

Chile es un país altamente vulnerable al cambio climático, cumpliendo con la mayoría de los nueve criterios de vulnerabilidad enunciadas por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Cilmático (CMNUCC), a saber: posee áreas costeras de baja altura; zonas áridas y semiáridas; zonas de bosques; territorio susceptible a desastres naturales; áreas propensas a sequía y desertificación; zonas urbanas con problemas de contaminación atmosférica; y ecosistemas montañosos (Plan de acción nacional de cambio climático 2017-2022).

En cuanto a la franja de mar, Chile presenta una gran variedad de ecosistemas y de especies marinas que estarían siendo afectadas por cambios en las condiciones hidrológicas y ambientales derivadas del cambio climático (Informe técnico MMA, 2021). Esto afectaría a las especies marinas pelágicas, demersales y bentónicas, en la medida en que se modifiquen las condiciones físicas, químicas y biológicas que determinan su productividad, desarrollo, alimentación, reproducción, abundancia y distribución (Informe técnico MMA, 2021). Así mismo, el "Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022", informa que el cambio climático podría reducir significativamente la capacidad reproductiva de peces pelágicos (anchoveta, jurel, sardina) en la surgencia de Humboldt (Brochier *et al.,* 2013, como se citó en el Plan de acción nacional de cambio climático 2017-2022). Además, agrega que, según Fuenzalida *et al.,* (2007), el nivel medio del mar se incrementaría entre 5 y 10 cm al año 2050 y entre 12 y 28 cm al año 2100. Este cambio en el nivel del mar, puede que no tenga efectos directos sobre los recursos cultivados, pero sí sobre los centros de cultivo, por cambios de la salinidad de las aguas estuarinas. Además, es factible que dicho efecto favorezca la incidencia de plagas y/o enfermedades en los centros de cultivo (Plan de acción nacional de cambio climático 2017-2022).

Cabe señalar que los recursos pelágicos, y probablemente también los demersales, presentan marcadas fluctuaciones en su abundancia en estos ecosistemas dinámicos, con colapsos abruptos de alternancia de especies. Estos últimos se reflejan en cambios de régimen del ecosistema entero, los cuales tienen notable impacto en la estructura, dimensión y dinámica de las pesquerías. Se considera, además, que las pesquerías sobreexplotadas o en agotamiento son las más vulnerables al cambio climático (Informe técnico MMA, 2021).

El Informe técnico MMA, 2021, a partir de información extraída del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático para Pesca y Acuicultura, elaborada en el marco del Plan Nacional de Acción al Cambio Climático, destaca que dentro de la incertidumbre que genera los posibles efectos generados en los océanos y sectores costeros, como consecuencia del cambio climático, estudios han permitido establecer cuáles podrían ser estos. En el caso de Chile, los cambios observados y esperados son los siguientes:

- Alteración en la temperatura superficial del mar.
- Disminución del oxígeno disuelto.
- Modificación en el nivel medio del mar.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

- Acidificación de los océanos.
- Oscilación del sur (ENOS y de El Niño-La Niña y cambios interdecadales.
- Aumento de frecuencia e intensidad de marejadas.

Además, informa que los pescadores artesanales de La Higuera ya han podido identificar algunos impactos del cambio climático, como mayor abundancia y frecuencia de las marejadas, que impiden el desarrollo de turismo de navegación, las alteraciones estacionales de las especies comerciales, el cambio de la temperatura del mar, entre otros (Informe técnico MMA, 2021).

9.10 Actividades humanas en el borde costero.

Frente al aumento poblacional, existe una amenaza permanente por el uso del borde costero, vinculada a los procesos de urbanización y de asentamientos humanos permanentes o temporales, las actividades asociadas a estos asentamientos, y la posible industrialización o instalación de megaproyectos (Informe técnico MMA, 2021).

Los principales impactos derivados de la urbanización y de asentamientos humanos, así como la construcción de rutas y caminos de acceso, tienen relación con la pérdida de hábitat para especies marinas que habitan el intermareal, como el chungungo, así como especies de flora y fauna terrestres. A esto se suman otros impactos que resultan por ejemplo de las actividades recreativas, los ruidos, la mala disposición de residuos sólidos y la instalación de emisarios submarinos, que pueden significar presiones antrópicas importantes, que afectan a ecosistemas y especies residentes en dichos espacios (Informe tecnico MMA, 2021).

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

10 Factibilidad de Protección

10.1 Análisis para la identificación de problemas, causas y alternativas de solución

De acuerdo al análisis realizado de la información secundaria disponible así como de la información levantada en las actividades realizadas (entrevistas y reuniones con servicios y actores claves, visita al territorio y talleres de socialización en el territorio), los problemas más relevantes a la creación e implementación del AMCP-MU serían los siguientes:

Conflictos de intereses, visiones e identidades en el territorio que tiene un origen tanto en la historia de las caletas y poblamiento del territorio como en sus diferenciales desarrollos; algunos asociados al tradicional desarrollo minero de la zona, como Chungungo y Totoralillo, otras más pesqueras como Punta Choros, Chañaral de Aceituno y Los Burros, o, agrícola como Los Choros y Yerbas Buenas. Estas identidades se han visto tensionadas por el diferencial desarrollo del turismo así como visiones distintas respecto de la conveniencia de desarrollos de grandes complejos industriales que permite el acceso a beneficios directos a corto plazo para la población aledaña. Además, para una parte importante de la población se mantiene muy vigente la experiencia asociada a la declaración de la Reserva Marina Isla Choros-Damas, la que se percibe como un proceso poco claro, en el que los beneficios que iban a ser para el conjunto de los pescadores, mermó las posibilidades de pesca para los sindicatos de las caletas Hornos, Totoralillo y Chungungo, favoreciendo a algunos de Punta Choros, lo que generó desiguales beneficios entre ellos; en el caso de la Reserva Marina de Chañaral de Aceituno se repite la percepción de diferencia entre lo que se prometió respecto de la explotación de algas y lo que se implementó, percibiendo sólo como restricciones sin beneficios. A estas diferencias, se suma un desarrollo exponencial de la actividad turística en la zona cercana a la Isla Dama y Choros, en desmedro de las caletas al sur en la comuna de La Higuera, y luego en torno a la Isla Chañaral, en desmedro en este caso de las caletas ubicadas cerca de Chañaral de Aceituno en la comuna de Freirina. Esta percepción de falta de equidad territorial ha sido exacerbada con las prácticas utilizadas por los grandes proyectos de inversión en que benefician económicamente a algunas localidades por sobre otras y en que, en la búsqueda de aliados en el territorio, se promueven las diferencias y rencillas locales, a la vez que se promueven los temores y desconfianzas en base a los ya existentes y a la difusión de información inexacta o interpretaciones intencionadas. Adicionalmente, se pueden observar la existencia de visiones diferentes respecto de la conveniencia e impacto del desarrollo de actividades mineras y de grandes inversiones portuarias, lo que produce conflictos entre distintos grupos al interior de algunas de las localidades pesqueras/costeras o se amplifican los conflictos existentes, dificultando las tareas de negociación, difusión de información y trabajo en conjunto, presentando desafíos a la tareas de gobernanza del AMCP-MU.

Por otra parte, respecto del desarrollo que pudiera verificarse a partir del AMCP-MU existe en algunos sectores temor a ser poco considerados en las decisiones de inversión y apoyo al desarrollo económico social, a quedarse rezagados; así como un reconocimiento de falta de competencias necesarias para hacer uso o

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

aprovechamiento de las oportunidades que se generen a partir de los cambios que se produzcan con la modificación del estatus de protección. Y por otro lado, existe una desconfianza que lo que se asegura respecto del acceso a los recursos en zonas libres, en base a la experiencias pasadas, que se restrinja el acceso y explotación de ellas, así como que no se respeten los derechos constituidos asociados a las AMERB.

Además de las rivalidades territoriales asociadas a antiguos procesos de desarrollo y rezagos, es necesario considerar que las identidades locales se ven subsumidas en una identidad territorial mayor, que por ahora no tiene existencia real pues no se ha conformado, y cuyo nombre propuesto de archipiélago de Humbolt, aparece asociado al polo de desarrollo turístico de Punta Choros y Chañaral de Aceituno, dificultando la identificación de las otras caletas y poblados con el AMCP-MU. La dificultad del nombre es como mantener la idea de archipiélago de Humbolt, adicionando algún elemento que facilite la apropiación identitaria a una mayoría, especialmente a aquellos que hoy son más reticentes a la creación del AMCP-MU.

Otro tema que genera diferencia y desconfianza en algunos, está asociado a la biregionalidad del AMCP-MU en relación a las “Zonas de Pesca”, que por ley establecen estrictos límites regionales, que impiden a pescadores artesanales de la Región de Atacama pescar en aguas de la Región de Coquimbo y viceversa, y que por ende los diferentes usuarios de una región no deberían tener injerencia en las decisiones de la otra. Esto puede ser resuelto en la figura de gobernanza del AMCP-MU, que deberá tener en cuenta además la gran extensión del maritorio y borde costero a administrar y gestionar.

Si bien algunos de los problemas sociales de desarrollo e identidad no son factibles de resolver en el contexto de la creación e implementación posterior de una AMCP-MU, si algunos son posibles de enfrentar mediante al socialización y difusión sistemática respecto de temas asociados al área para despejar los temores y falta de información, generando espacios para la participación activa. Asimismo, algunos constituyen problemas para resolver y enfrentar en la definición e implementación del sistema de gobernanza.

Finalmente, es posible que los conflictos actuales disminuyan en la medida que la población de las localidades costeras del área accedan a oportunidades que permitan mejorar sus condiciones de vida. Esto, es tal vez es viable si bajo el alero de la creación de un AMCP-MU, se hacen esfuerzos para coordinar instrumentos y apoyos que permitan al conjunto de localidades tener la posibilidad de desarrollar sus potencialidades (gastronómicas, turísticas, investigación, pesca artesanal, etc.) o de apoyar la creación de condiciones que les permitan aprovechar o generar nuevas oportunidades de desarrollo.

En relación al tema de los pueblos originarios se levanta como demanda en forma reciente, siendo aún bastante desconocidas, sus reivindicaciones en el área del AMCP-MU, específicamente entre las caletas de Punta Choros y Chañaral de Aceituno. Aunque existe una solicitud en trámite de un Espacio Costero Marino de

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Pueblos Originarios (ECMPO) por parte de una comunidad Diaguita en la zona norte, comuna de Freirina, esta es bastante desconocida y pareciera no contar con legitimidad entre algunos de los pescadores locales, especialmente porque no se les vincula al mar como al pueblo chango que parece contar con mayor reconocimiento en su relación con el maritorio y el borde costero. Se tiene la impresión que ambos pueblos están proceso de constitución como pueblo y por tanto no cuentan con una perspectiva distintiva como pueblo respecto de la existencia de un área protegida. Adicionalmente, las áreas libres en el borde costero son reducidos, lo que deja poco espacio para nuevas solicitudes de ECMPO, aunque hay interés en saber si esta figura puede ser útil para la conservación del maritorio, entre aquellos integrantes que están a favor de la creación del AMCP-MU.

2. Riesgos y Compatibilidad de Usos, muchos de los actuales usos que se desarrollan en el área del polígono propuesto para la AMCP-MU son compatibles directamente o lo son en la medida que las prácticas se ajusten y alineen con los objetivos de protección que anima su creación, como el turismo de avistamiento, surf, velerismo, buceo recreativo, circulación de naves, entre otros. Sin embargo, existen otros que representan un riesgo para los objetivos de conservación del área, como la pesca industrial, la instalación de puertos y desarrollo de complejos industriales en el borde costero.

La pesca industrial que se realiza actualmente en área, si bien cuenta con las autorizaciones de los organismos competentes (Subpesca, Sernapesca, Directemar), pueden por su propia naturaleza poner en riesgo la conservación de sus recursos objetivos y de la pesca incidental que captura dada la forma en que se desarrolla la actividad. En todo caso, será necesario evaluar sus efectos y generar espacios para desarrollar mejoras a las prácticas y artes de pesca, de modo de evitar posibles daños ambientales o ecosistémicos. Para el logro de este objetivo se recomienda que el sector esté representado en el sistema de gobernanza, que participen en la toma de decisiones, compromisos de trabajo y búsqueda de alternativas que hagan posible tanto el desarrollo sustentable de la actividad como la protección efectiva de los objetos de protección. A su vez, la pesca artesanal semi-industrial realizada por lanchas que se dedican a la explotación de pequeños pelágicos (sardina y anchoveta) en sectores más cercanas a la costa, se consideran como amenaza ya que extraen cuotas muy altas de recursos y cuya operación de pesca, también podría interactuar con algunas aves y mamíferos marinos.

Las actividades portuarias industriales, son percibidas por una parte de la comunidad como una oportunidad de desarrollo para la comuna de La Higuera, específicamente para la zona sur, lo que ha generado una fuerte presión por impulsar su desarrollo, obteniendo apoyo en la población comunal y de algunas localidades costeras. Aún cuando, se han desestimado algunos proyectos en consideración al posible impacto ambiental que pudieran producir, existe al menos un proyecto aprobado para la construcción de un puerto aunque no cuenta con la concesión marítima. Por lo mismo, es necesario considerar que el desarrollo y ejecución de proyectos industriales ya aprobados por el sistema de evaluación de impacto ambiental antes de la creación del

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

AMCP-MU, como el caso Cruz Grande en Chungungo, obligaría a la administración del AMCP-MU a realizar un seguimiento acucioso del proceso, fiscalizar que se cumplan con los requerimientos y compromisos ambientales asociados, con el fin de evitar el deterioro y /o degradación de los objetos de protección.

Asimismo, se debe considerar a futuro la prohibición de actividades que generen un alto impacto en el medio ambiente como aquellas mencionadas en la Decreto 827 de 1995 "*prohibir cualquier actividad que pueda causar efectos adversos sobre las especies, ecosistemas o procesos biológicos que protegen tales áreas, así como sobre su carácter de patrimonio nacional, científico, ecológico, económico, histórico, cultural, arqueológico o turístico*", y la necesidad que los proyectos o actividades que potencialmente generen un impacto negativo (aunque sea leve) sobre el ecosistema del AMCP-MU archipiélago de Humboldt, deban someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental, para así proteger y conservar la integridad de los objetos de conservación del AMCP-MU.

Desde esta perspectiva, es fundamental que la administración del AMCP-MU sea capaz de generar un Plan de Manejo que comprometa a los distintos actores en su ejecución, que contemple acuerdos, medidas de gestión y planes de manejo para los diferentes recursos relevantes presentes en la zona, así como la determinación de los servicios ecosistémicos y actividades que se considerarán compatibles con los objetivos de conservación.

3. Gobernanza y administración, cada una de las regiones involucradas cuenta con instancias técnicas donde es posible realizar la discusión acerca de las iniciativas de conservación marina, sin embargo dicha institucionalidad debe fortalecerse en pro de facilitar la administración y supervisión de la futura AMCP-MU. Asimismo, a nivel de los servicios, organismos e instituciones, se advierte una falta coordinación, especialmente entre los servicios con competencias de fiscalización y gestión del maritorio, donde se aprecian visiones diferenciales sobre la mejor forma de llevar adelante la gobernanza del AMCP-MU, respecto de los actores a involucrar, niveles de participación de servicios, organizaciones gremiales y sociales, entre otros.

Desde esta perspectiva, la implementación del Proyecto GEF de Gobernanza Marina puede constituirse como un elemento catalizador, si es eficiente en el logro de su propósito de "*Desarrollar e implementar un sistema de gobernanza que integra, coordina y articula a las instituciones públicas, privadas y de la sociedad civil para la conservación y uso sostenible de ecosistemas costeros marinos*". Por el contrario, si no se logra consolidar un espacio de negociación o sistema de gobernanza público-privado constituyendo una buena experiencia de participación, podría transformarse en un obstáculo para el desarrollo de un sistema de gestión y administración ampliado del AMCP-MU, lo que sumado a las tensiones por el desarrollo portuario industrial, podría obligar a iniciar un proceso de implementación del AMCP-MU, con un sistema de gobernanza de participación acotada, donde las decisiones residan en un primer período en las instituciones con competencias legales, lo que es contrario al espíritu de manejo integrado de zonas costeras así como de la metodología de estándares

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

abiertos que impulsa el Ministerio del Medio Ambiente para el desarrollo de las distintas áreas protegidas.

4. Nivel de conocimiento respecto del sistema de áreas marinas protegidas en general y de las AMCP-MU en particular, los esfuerzos realizados hasta ahora para difundir y socializar las características del AMCP-MU han resultado insuficientes, reportando falta de información que dificulta la comprensión de las implicancias, beneficios y posibilidades de participación que esta figura legal presenta para la articulación de los objetivos de conservación con el desarrollo de los servicios ecosistémicos vitales para la población. Del mismo modo, no se comprende el potencial de participación del conjunto de actores y usuarios del maritorio, el respeto por las destinaciones y concesiones, así como de los usos ya establecidos y el alcance de la metodología de estándares abiertos mediante el cual se llevan a cabo los procesos de creación e implementación de las AMP. Es necesario encontrar formas de difusión y comunicación más efectiva con las comunidades, que les permitan no sólo entender el proceso de creación y las implicancias de la figura de protección, sino la necesidad de conservación de un patrimonio que no es sólo local, regional o nacional, sino global y que nos compromete con las generaciones futuras, es decir, dar perspectiva más allá de los intereses de corto plazo aunque la proyección sea una tarea difícil de llevar adelante.

Debido a la diversidad de usos, intereses, conflictos y actores, los desafíos para la gobernanza son diversos y de escalas diferentes, por lo que para garantizar que la administración del AMCP-MU se efectiva y eficiente, es fundamental mejorar y seguir avanzando en los procesos de socialización, optimizar los mecanismos de comunicación y difusión, asegurar espacios de participación de los distintos actores claves y usuarios, de modo que una vez creada el área, se pueda asegurar la continuidad de las acciones y compromisos, contar con financiamiento suficiente, un equipo de trabajo acorde, contar con recursos para el desarrollo de investigación y capacitación de acuerdo a los requerimientos que vayan surgiendo, es decir, generar un Plan de Manejo con sus respectivos planes operativos anuales.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

11 Relación entre el AMCP-MU, comunidades locales y pescadores artesanales

Las personas que habitan en las localidades costeras, tienen una relación económica y alimentaria con los recursos marinos, por lo que naturalmente surge preocupación por el estado de estos recursos (Fonseca y Solís, 2005; FAO, 2012). Evidencia de esto son las iniciativas de conservación que son impulsadas por sindicatos de pescadores artesanales, organizaciones y comunidades locales. Una de estas son los refugios marinos en la región de Valparaíso, que corresponde al resguardo o protección de un sector específico de un AMERB (aproximadamente una superficie de 15 hectáreas con iniciativas en algunas áreas de Maitencillo, Zapallar, Ventanas, La Ballena, y Cachagua) y cuya meta es alcanzar objetivos de conservación y protección de especies marinas, estableciendo medidas restrictivas hacia la extracción de recursos y caza furtiva (https://www.capitalazul.cl/).

Dentro de las áreas protegidas, el AMCP-MU Pitipalena-Añihué, creada en febrero del 2014 y con Plan de Manejo aprobado en enero del 2020, sienta un precedente, donde por primera vez en Chile, organizaciones locales se involucran en la conservación y el desarrollo sustentable de su territorio proponiendo ser parte de la gestión del área protegida, tomando responsabilidades, pero también los beneficios ambientales, económicos y sociales que se espera entreguen la AMCP-MU en el largo plazo. Esto se lleva a cabo a través de la conformación de una Fundación del AMP, integrada por representantes de diversas entidades de Raúl Marín Balmaceda (Sindicato de Pescadores de RMB, AG de Turismo RMB, Junta de Vecinos, Asociación Indígena Millaray y Asociación Cultural las Dunas) y apoyada por la SEREMI de Medio Ambiente de Aysén, la Municipalidad de Cisnes, Fundación Melimoyu y Reserva Añihué (Noticia WWF, 2016).

La conservación marina es un desafío complejo y su éxito está generalmente determinado por factores sociales. Consecuentemente, antes de promover la creación de áreas marinas protegidas (AMP), resulta necesario contemplar cuál es la visión de los diferentes actores sociales sobre las mismas, sus percepciones, intereses y expectativas, para minimizar conflictos y lograr el apoyo y la aceptación necesarios para su implementación y manejo efectivo (Fonseca y Solís, 2005; FAO, 2012; Guarda y Vila, 2020). Además, se debe reconocer la contribución que hace la pesca artesanal a la generación de trabajo, a los ingresos, seguridad alimentaria y desarrollo de las localidades (FAO, 1995; Fonseca y Solís, 2005; FAO, 2012). El reconocimiento de la percepción local sobre la dinámica marina y recursos pesqueros, como fuente de conocimiento ecológico tradicional complementario al saber científico, legitima a las comunidades a participar de forma activa y directa en la gestión del AP (Burgos y Fernández, 2014; FAO 2012).

El estudio realizado por Guarda y Vila, en el 2020, da cuenta de la percepción de pescadores artesanales de la región de Magallanes con respecto a las AMP, donde los entrevistados percibieron el concepto de área protegida como una zona cerrada en la que tanto el acceso por parte de usuarios como otras actividades humanas están

prohibidos. Adicionalmente, parte de los entrevistados, aseguraron que la creación de estas áreas representa una amenaza para su actividad, tal como ha sido observado en estudios donde los pescadores son los actores que muestran un menor grado de apoyo a la creación e implementación de AMP, por el temor a ver restringido su modo de vida e ingresos (Guarda y Vila, 2020). Esto último refleja la importancia de dar a conocer los conceptos e implicancias de estas figuras, así como el objetivo que se pretende con el establecimiento del AMP, ya que al comprender el alcance de un AMCP-MU en este estudio, los pescadores no percibieron ninguna influencia negativa sobre su actividad y no mostraron una opinión negativa en relación a la creación de una AMP (Guarda y Vila, 2020).

En cuanto a la toma de decisiones, Cárcamo *et al.,* 2014, reportó que la autopercepción respecto de la participación de los pescadores y la sociedad civil relacionados con el área del archipiélago de Humboldt (zona norte que involucra las regiones de Atacama y Coquimbo) fue alta, lo que estaría explicado por el trabajo colaborativo desarrollado por algunas organizaciones de pescadores en torno a áreas de manejo de recursos bentónicos. A su vez, la declaración del AMCP-MU genera un amplio interés por participar en el proceso de toma de decisiones, lo que podría verse como una valoración positiva de la participación en el AMP y un reconocimiento de los beneficios potenciales derivados de ello (Cárcamo et al. al., 2014).

Finalmente, el éxito en el cumplimiento de los objetivos de conservación de estas áreas, estará dado por la inclusión de los principales usuarios del AMP, previo a su declaratoria, de manera de construir una propuesta, planificación e implementación acorde con la visión, necesidades y la percepción de estos actores, sobre todo por el rol que cumplen los usuarios en sus territorios (Fonseca y Solís, 2005; Guarda y Vila, 2020; Cárcamo *et al.,* 2014).

La FAO señala algunos ejemplos de objetivos que motivan la implantación de un AMP y que significan beneficios tanto para los ecosistemas y las comunidades que se emplazan en ellas (FAO, 2012; Callum *et al.,* 2017), entre estos los pescadores:

- Reconstituir las poblaciones ícticas;
- Asegurar la sostenibilidad de las poblaciones ícticas y las pesquerías;
- Proteger la biodiversidad marina y los hábitats críticos;
- Defender los estilos de vida marinos tradicionales sostenibles y las comunidades locales;
- Aumentar la capacidad de recuperación del medio marino frente a las variaciones climáticas y otros cambios ambientales;
- Simplificar la resolución de los conflictos que puedan surgir entre diversas partes interesadas;
- Facilitar la investigación científica, la educación y las actividades recreativas;
- Proteger los sitios de interés cultural y arqueológico.

Además, se reportan objetivos indirectos como (FAO, 2012): Generar beneficios derivados para la economía costera gracias a la creación de oportunidades de usos alternativos que contribuyen a diversificación económica (por ejemplo, mediante el

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

turismo y la conservación de la biodiversidad o la pesca recreativa) y que pueden a su vez aliviar el estrés de las poblaciones de peces; Proporcionar un mecanismo de protección contra la incertidumbre, es decir una forma de «plan de seguros»; Generar valores no comerciales tales como los valores indirectos o de uso, los valores de existencia o pasivos, y los valores de opción o de uso futuro; Sensibilizar acerca de la importancia de ciertos lugares en los cuales se apoya la producción pesquera y la conservación de la biodiversidad; Demostrar la efectividad de la integración de las medidas de ordenación puestas en práctica en distintos sectores y lograr múltiples objetivos (por ejemplo, el mantenimiento de la pesca y la conservación de la biodiversidad).

El área del archipiélago de Humboldt, presenta características pesqueras y ecológicas que la han convertido en un área de gran interés tanto para la pesca como para la conservación (Luna-Jorquera *et al.,* 2012; Thiel *et al.,* 2007, como se citó en Cárcamo *et al.,* 2014), identificando a la actividad pesquera como una de las principales fuentes de empleo para los pobladores de las pequeñas aldeas y caletas costeras. Es por esto, que resulta de suma importancia, hacer partícipe en la creación e implementación del AMCP-MU a los usuarios de la pesca artesanal y comunidades locales, proporcionar los conocimientos, relegar las conjeturas y falsos comentarios sobre las supuestas restricciones que se podrían establecer con la creación del AMCP-MU, con el fin de potenciar la gobernaza de la población local y con esto, lograr el cumplimiento de los objetivos de conservación a través del uso racional y sustentable de los servicios ecosistémicos del AMCP-MU.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

12 AMCP-MU y sus beneficios ecológicos, ambientales, socioeconómicos y de adaptación al Cambio Climático

Las áreas marinas protegidas (AMP) son una herramienta esencial para revertir la degradación global de la vida oceánica, pesquerías colapsadas, los hábitats destruidos, las pérdidas de biodiversidad y el cambio climático, restaurando la biodiversidad oceánica y resguardando los servicios ecosistémicos (Foro para la Conservación del Mar Patagónico y Áreas de Influencia, 2019; Sala *et al.,* 2021) (**Figura 13**).

Los sistemas marinos y costeros proporcionan múltiples beneficios tanto para los ecosistemas y las comunidades que se emplazan en ellas, lo que puntualiza la importancia de proteger estos sistemas únicos (FAO, 2012; Callum *et al.,* 2017). Entre los aspectos y beneficios más importantes asociados a la creación AMCP-MU archipiélago de Humboldt están:

12.1 Beneficios ecológicos:

- Conservación de la biodiversidad: que incluye especies, sus ecosistemas y las áreas de alto valor (hábitats claves de especies bioingenieras y de forraje; los hábitats críticos de aves, mamíferos marinos y especies de importancia comercial; especies sensibles o en algún estado de conservación), lo que a su vez también permite generar condiciones favorables para la recuperación de las poblaciones de especies marinas, promoviendo así la mantención de la estructura poblacional y funcionamiento natural del ecosistema (FAO, 2012; Foro para la Conservación del Mar Patagónico y Áreas de Influencia, 2019; Sala *et al.,* 2021). Además, se pueden producir beneficios en poblaciones y pesquerías que están situadas más allá de sus límites a causa de la exportación de los huevos y larvas, efecto que refuerza el reclutamiento en el exterior y la migración de individuos (FAO, 2012).
- Contribución a la mitigación y adaptación al Cambio Climático, con el aumento de la capacidad de recuperación del medio marino frente a las variaciones climáticas y otros cambios ambientales (FAO, 2012; Foro para la Conservación del Mar Patagónico y Áreas de Influencia, 2019; Sala *et al.,* 2021).
- Proteger los fondos marinos y océanos, que son el principal sumidero de dióxido de carbono (Brock *et al.,* 2012; Sala *et al.,* 2021).

12.2 Beneficios sociales:

- Proteger los sitios de interés cultural y arqueológico, ayudando a mantener la cultura local y el patrimonio (FAO, 2012; Foro para la Conservación del Mar Patagónico y Áreas de Influencia, 2019).
- Defender los estilos de vida marinos tradicionales sostenibles y las comunidades locales (FAO, 2012)
- Facilitar la investigación científica, la educación y las actividades recreativas (FAO, 2012)

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

- Sensibilizar acerca de la importancia de ciertos lugares en los cuales se apoya la producción pesquera y la conservación de la biodiversidad (FAO, 2012; Sala *et al.,* 2021).
- Demostrar la efectividad de la integración de las medidas de ordenación puestas en práctica en distintos sectores y lograr múltiples objetivos (por ejemplo, el mantenimiento de la pesca y la conservación de la biodiversidad) (FAO, 2012; Sala *et al.,* 2021).

12.3 Beneficios económicos

- Desarrollo de las pesquerías de importancia comercial y suministro de alimentos: en áreas protegidas, aumenta la biomasa de peces e invertebrados, y dadas las condiciones biológicas adecuadas, también puede mejorar la productividad en las áreas de pesca fuera del AMP a través de la dispersión de larvas, células reproductivas y adultos. Además, en áreas de sobrepesca, las AMP pueden revertir ese escenario y aumentar el aprovisionamiento de alimentos, a través de un buen manejo y gestión de las pesquerías explotadas (por debajo del rendimiento máximo sostenible) (FAO, 2012; Foro para la Conservación del Mar Patagónico y Áreas de Influencia, 2019; Sala *et al.,* 2021).
- Genera beneficios derivados para la economía costera (Ej. diversificación económica por usos alternativos como el turismo y la conservación de la biodiversidad o la pesca recreativa) (FAO, 2012; Sala *et al.,* 2021).

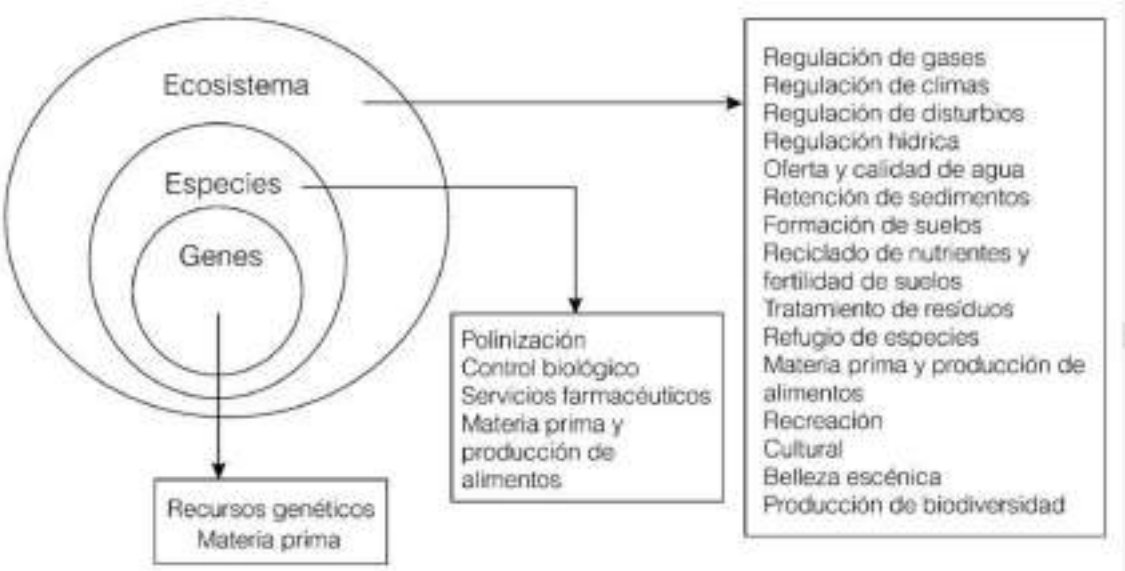


Figura 13. Estructura analítica para los servicios que ofrece la diversidad biológica al sistema económico y social (Fuente: Figueroa, 2005).

La gestión basada en ecosistemas, busca asegurar la entrega a largo plazo de múltiples funciones y servicios ecosistémicos que respalden el bienestar humano mediante el mantenimiento de estructuras, funciones y procesos críticos del ecosistema (UNEP, 2011). Lograr acuerdos que generen objetivos compatibles con la

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

conservación, y que reduzcan los conflictos de uso, aportara al mantenimiento de estos servicios (**Figura 14**).

La FAO (2012), al describir los principales factores que determinan los efectos de una AMP, señala que mientras mayor es la concentración de los recursos pesqueros, el hábitat o la biodiversidad dentro del AMP, mayor será el grado de protección que el área pueda ofrecer (FAO, 2012). Sin embargo, esta protección dependerá también de la eficacia de la gestión de todas las actividades humanas que se realicen en el exterior del área, sobre todo por el impacto que estas puedan tener (FAO, 2012).

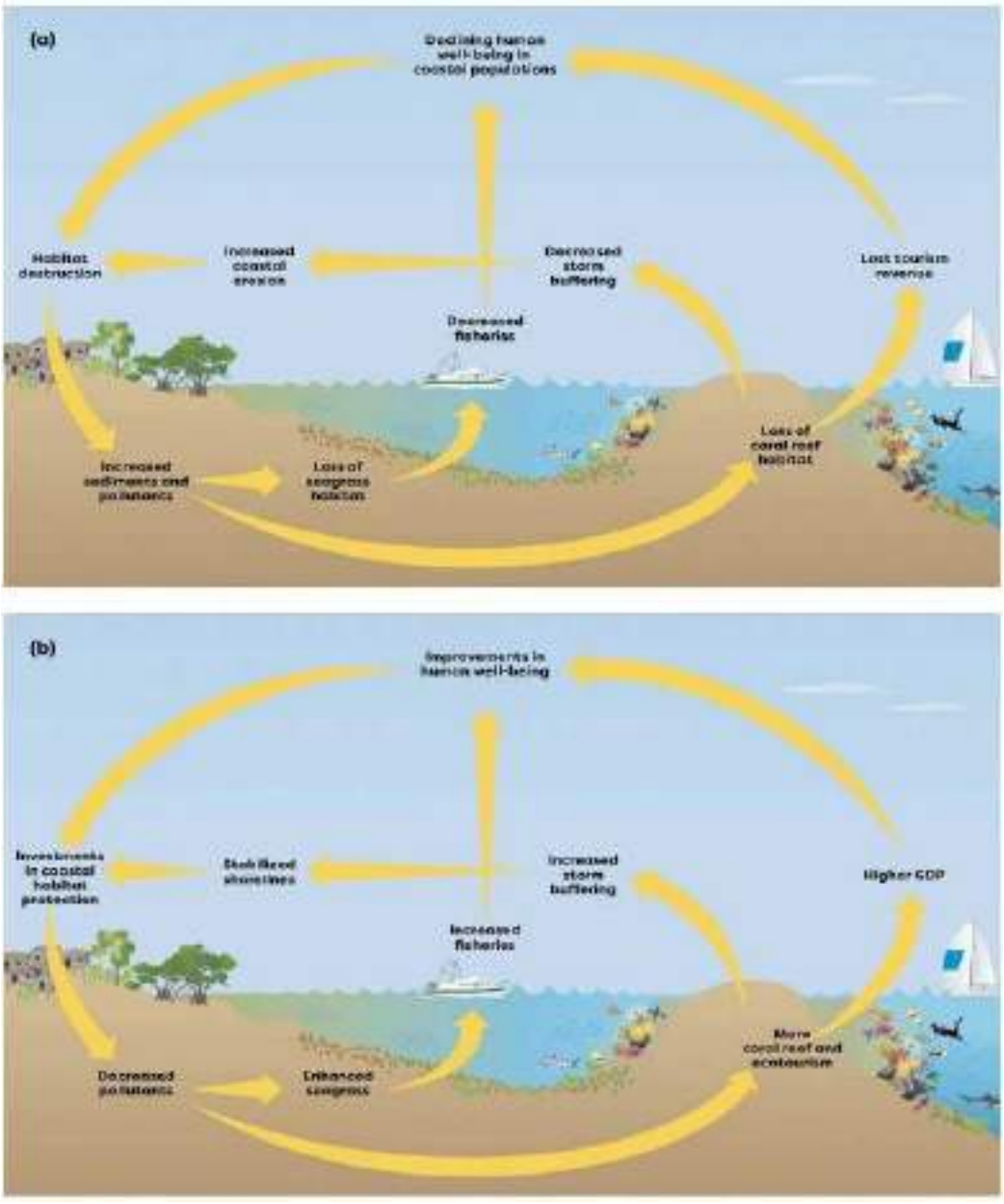


Figura 14. Contribución de la conservación de las áreas (b) en zonas con pérdida de hábitat y biodiversidad (a). (Fuente: UNEP, 2011; FAO, 2022)

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

13 Relación entre el AMCP-MU archipiélago de Humboldt y las políticas ambientales e instrumentos nacionales y regionales

13.1 Nacional y regional

Las características ampliamente descritas en este informe y que hacen al AMCP-MU archipiélago de Humboldt un lugar único, también se ve reforzado por la cantidad de espacios considerados importantes de proteger y que son mencionados en diversos estudios e instrumentos realizados a nivel nacional y regional. Adicionalmente existe una serie de políticas públicas regionales, nacionales e internacionales que son aplicables al AMCP-MU archipiélago de Humboldt y que se describen a continuación.

13.1.1 Nacional

13.1.1.1 Estrategia Nacional de Biodiversidad de Chile (ENB)

13.1.1.1.1 ENB 2003 y su Plan de Acción 2004-2015

Instrumento de política pública, cuyo objetivo principal fue la implementación de medidas para la conservación de la biodiversidad en ambientes terrestres, donde los sitios prioritarios constituyeron una herramienta esencial para la conservación *in situ* de los ecosistemas en nuestro país. A partir de la ENB, se debieron desarrollar Estrategias Regionales de Biodiversidad para cada una de las regiones del país.
Su elaboración permitió avanzar en la generación de dos instrumentos relacionados con el AMCP-MU archipiélago de Humboldt:

- **Política Nacional para la Protección de Especies Amenazadas, 2005 y Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (D. S. N°75/2005)**: La Política Nacional para la Protección de Especies Amenazadas, que luego pasa a ser “Plan de Acción para la Conservación de Especies Nativas” en la ENB 2012, tuvo por objetivo contribuir a la conservación de la flora y fauna nativa mediante la aplicación del Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres.
- **Política Nacional de Áreas Protegidas, 2005**: tiene por objetivo crear e implementar un Sistema Nacional de Áreas Protegidas, terrestres y acuáticas, públicas y privadas, que represente adecuadamente la diversidad biológica y cultural de la nación, garantizando la protección de los procesos naturales y la provisión de servicios ecosistémicos, para el desarrollo sostenible del país, en beneficio de las generaciones actuales y futuras.

13.1.1.1.2 ENB 2012 y su Plan de Acción 2017-2030:

Instrumento de actualización de la ENB 2003, que tiene por objetivo integrar valores de biodiversidad en planes de desarrollo y marcos de planificación sectorial a través de la adaptación participativa de la estrategia de biodiversidad vigente, bajo la orientación del plan estratégico del CBD. Para esto, los objetivos estratégicos fueron: Promover el uso sustentable de la biodiversidad para el bienestar humano, reduciendo las amenazas sobre ecosistemas y especies; desarrollar la conciencia, la participación, la información y el conocimiento sobre la biodiversidad, como base del bienestar de la población; desarrollar una institucionalidad robusta, buena gobernanza y distribución justa y equitativa de los beneficios de la biodiversidad; insertar objetivos de

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

biodiversidad en políticas, planes y programas de los sectores públicos y privados; proteger y restaurar la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.
Su elaboración permitió avanzar en la generación de cinco planes de acción que tienen relación con el AMCP-MU archipiélago de Humboldt:

- **Plan de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad**: Este Plan tiene como objetivo fortalecer la capacidad para responder a los desafíos climáticos y a la creciente presión humana sobre los bienes y servicios de los ecosistemas. Fue creado en el marco del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (PANCCA) y la ENB, y contempla el fortalecimiento del Sistema Nacional de Áreas Protegidas e implementación de medidas de adaptación al cambio climático a nivel de ecosistemas y especies, incluyendo ambientes marinos y costeros. El Plan también contribuye a responder a compromisos internacionales como la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) y el CBD.
- **Plan de Acción de Áreas Protegidas**: tiene por objetivo principal avanzar en la creación y consolidación de un Sistema Nacional de Áreas Protegidas, que permita cerrar las brechas relacionadas a la protección oficial y efectiva de espacios representativos de los ecosistemas terrestres y marinos de Chile.
- **Plan de Acción para la Conservación Marina y de Islas Oceánicas**: contempla la conservación de los ecosistemas marinos y de las islas oceánicas del país, aspectos que no formaron parte de la ENB del año 2003, esto con el objetivo de establecer y mejorar el estado de conservación de la biodiversidad marina, costera y de las islas oceánicas, así como de los servicios ecosistémicos, mediante la aplicación continua de prácticas sustentables relacionadas con su biodiversidad y a través de la implementación de medidas oportunas, eficaces y coherentes para su protección o restauración.
- **Plan de Acción para la Conservación de Especies Nativas**: tiene el propósito de disminuir el riesgo de extinción de las especies nativas, a través de su protección y la de sus hábitats, de la mitigación tanto de los efectos perjudiciales de las especies exóticas invasoras (EEI) como de la fragmentación de dichos hábitat, de la promoción del desarrollo del conocimiento, la formación de alianzas e incentivos para favorecer el uso sostenible de estas especies, además del fortalecimiento del desarrollo de las capacidades, tanto institucionales como privadas, y la implementación de los instrumentos legales, financieros y de gestión que contribuyan a la conservación de las especies nativas.

13.1.1.2 Plan de Adaptación al Cambio Climático para Pesca y Acuicultura (PACCPA) 2015

Este Plan se enmarca en los compromisos de Chile con la ratificación de la Convención de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica (CDB) y de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) y su Protocolo de Kioto. Para esto se busca el desarrollo de iniciativas y políticas país con respecto al cambio climático y al manejo sustentable de los recursos de la pesca, de la acuicultura y en general de la conservación de la biodiversidad marina.

El objetivo principal del Plan es fortalecer la capacidad de adaptación del sector Pesca y Acuicultura a los desafíos y oportunidades del cambio climático, considerando un enfoque precautorio y ecosistémico. Así, sus objetivos específicos buscan promover la implementación del enfoque precautorio y ecosistémico en la pesca y acuicultura como una forma de mejorar la resiliencia de los ecosistemas marinos y de las comunidades costeras, que hacen uso de los recursos hidrobiológicos y del sector en general; desarrollar la investigación necesaria para mejorar el conocimiento sobre el impacto y escenarios de cambio climático sobre las condiciones y servicios ecosistémicos en los cuales se sustenta la actividad de la pesca y de la acuicultura; difundir e informar sobre los impactos del cambio climático con el propósito de educar y capacitar en estas materias a usuarios y actores relevantes del sector pesca y acuicultura; mejorar el marco normativo, político y administrativo para abordar eficaz y eficientemente los desafíos y oportunidades del cambio climático; desarrollar medidas de adaptación directas tendientes a reducir la vulnerabilidad y el impacto del cambio climático en las actividades de pesca y acuicultura.

13.1.1.3 Ley del Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP)

Ley que creará una institución especializada en conservación de la biodiversidad que concentrará competencias y contendrá funciones que no habían sido abordadas por instituciones existentes en materia de conservación y uso sustentable de la biodiversidad, lo que redundará en mejorar las capacidades del Estado para el cumplimiento de las metas nacionales e internacionales en esta materia.

13.1.2 Regional

13.1.2.1 Atacama

13.1.2.1.1 Estrategia para la Conservación de la Biodiversidad Regional de Atacama

Las Estrategias Regionales han permitido ordenar la gestión pública y conciliar los programas sectoriales y regionales de inversión, con una lógica integradora y en una perspectiva de mediano plazo, lo cual facilita la articulación del proyecto regional con la estrategia nacional de desarrollo económico y social, permite armonizar las propuestas de ordenamiento territorial y adoptar medidas compatibles para la preservación del medio ambiente.

- Año 2002: Esta estrategia definió líneas de trabajo regional, e identificó los territorios de mayor expresión y urgencia de protección de la diversidad biológica en la región. Conforme a esto se definió un total de 5 Sitios Prioritarios con prioridad urgente de protección: Desierto Florido, Estuario del Río Huasco - Laguna de Carrizal Bajo, Salar de Pedernales y sus alrededores, Lagunas de Huascoalto y Punta Morro - Desembocadura del Río Copiapó.
- Periodo 2009-2017: Esta estrategia tuvo por objetivo general conservar la biodiversidad del país y de la Región de Atacama, promoviendo su gestión sustentable, con el objeto de resguardar su capacidad vital y garantizar el acceso a los beneficios para el bienestar de las generaciones actuales y futuras.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

13.1.2.1.2 Plan General de Administración Reserva Marina Isla Chañaral

El Plan General de Administración Reserva Marina, que abarca 2.695,63 hás tiene por objetivo general conservar y proteger los ambientes marinos representativos de la Isla Chañaral, asegurando el equilibrio y la continuidad de los procesos bio-ecológicos a través del manejo y uso sustentable de la biodiversidad y el patrimonio natural.

13.1.2.2 Coquimbo

13.1.2.2.1 Estrategia para la Conservación de la Biodiversidad Regional de Coquimbo

Este instrumento tiene por objetivo la protección del patrimonio ambiental y el uso sustentable de los recursos naturales a través del establecimiento y formulación de una estrategia de conservación de la biodiversidad.

13.1.2.2.2 Plan General de Administración Reserva Marina Islas Choros-Damas

El Plan General de Administración de la Reserva que abarca 3.778,32 has, tiene como objetivo conservar y proteger los ambientes marinos representativos del sistema insular constituido por las Islas Choros y Damas, asegurando el equilibrio y la continuidad de los procesos bio-ecológicos a través del manejo y uso sustentable de la biodiversidad y el patrimonio natural.

13.1.2.3 Cobertura Biregional (Atacama-Coquimbo)

Existen instrumentos que incluyen el manejo de áreas que abarcan ambas regiones de Atacama y Coquimbo:

13.1.2.3.1 Plan de Manejo Reserva Nacional Pingüino de Humboldt

El Plan de Manejo Reserva Nacional, de 859,3 hás., tiene como objetivo principal la conservación e investigación de sus recursos naturales, especialmente de la fauna silvestre. Esta área la componen tres islas: Chañaral (región de Atacama), e islas Choros y Damas (región de Coquimbo).

13.1.2.3.2 Plan de Recuperación, Conservación y Gestión (RECOGE)

Instrumento administrativo que contiene el conjunto de acciones, medidas y procedimientos que deberían ejecutarse para recuperar, conservar y manejar especies que hubiesen sido clasificadas en el marco del Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres según estado de conservación. Los Planes RECOGE emplazados en el sector aledaño al AMCP-MU archipiélago de Humboldt son:

- Golondrinas de Mar del Norte de Chile, 2022: incluye a la golondrina de mar negra (*Hydrobates markhami*), clasificada como En Peligro, a la golondrina de mar chica (*Oceanites gracilis*), clasificada como Datos Insuficientes, la golondrina de mar de collar (*Hydrobates hornbyi*) y golondrina de mar peruana (*Hydrobates tethys*), ambas clasificadas como Vulnerable.
- Fardela Blanca, 2020: especie que se encuentra en la categoría de En Peligro, de acuerdo al Reglamento Clasificación Especies.
- Pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*): Plan en proceso.

13.2 Internacional

Chile tiene compromisos internacionales desde 1994, formando parte del Convenio de Diversidad Biológica (CBD), el cual comienza con la promulgación de la Ley de Bases del Medio Ambiente (Nº 19.300) en 1994, donde se crea la CONAMA para coordinar

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

los temas ambientales y el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) (Jorquera-Jaramillo *et al.,* 2012), y posteriormente, en el 2008, se crea el Ministerio del Medio Ambiente mediante la Ley Nº 20.417. A su vez, la implementación nacional de los objetivos de la CDB comienza con la primera Estrategia Nacional de Biodiversidad de Chile en el año 2003. El CDB, fue el primer acuerdo mundial, con la firma de 156 países y cuyos objetivos establecen "*la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos, mediante, entre otras cosas, un acceso adecuado a esos recursos y una transferencia apropiada de las tecnologías pertinentes, teniendo en cuenta todos los derechos sobre esos recursos y a esas tecnologías, así como mediante una financiación apropiada*" (Naciones Unidas, 1992; Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2004). Recientemente, en diciembre del 2022, se celebró la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica (COP15), que dió como resultado el "Marco mundial Kunming-Montreal de la diversidad biológica". El Marco mundial de la diversidad biológica tiene 4 objetivos y 23 metas relacionados con abordar la pérdida de biodiversidad, restaurar los ecosistemas y proteger los derechos de los Pueblos Indígenas (CDB, 2022b). El plan estratégico del marco incluye medidas concretas para detener y revertir la pérdida de la naturaleza, incluida la protección del 30% del planeta y el 30% de los ecosistemas degradados para el 2030 (CDB, 2022a; CDB, 2022b). Conforme a esto, en la meta 3 del Marco mundial de la diversidad biológica, establece que se debe: "*Conseguir y hacer posible que, para 2030, al menos el 30 por ciento de las zonas terrestres, de aguas continentales y costeras y marinas, especialmente las zonas de particular importancia para la biodiversidad y las funciones y los servicios de los ecosistemas, se conserven y gestionen eficazmente mediante sistemas de áreas protegidas ecológicamente representativos, bien conectados y gobernados de forma equitativa, y otras medidas eficaces de conservación basadas en zonas geográficas específicas, el reconocimiento de los territorios indígenas y tradicionales, cuando proceda, integrados en paisajes terrestres, marinos y oceánicos más amplios, velando al mismo tiempo porque todo uso sostenible, cuando proceda en dichas zonas, sea plenamente coherente con los resultados de la conservación, reconociendo y respetando los derechos de los pueblos indígenas y las comunidades locales"* (CDB, 2022a).

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

14 Propuesta del polígono del Área Marina Costero Protegida de Múltiples Usos Archipiélago de Humboldt

14.1 Justificación del AMCP-MU

La propuesta del polígono del AMCP-MU del archipiélago de Humboldt, está determinada en base a la información técnica, científica y sociocultural disponible y levantada durante el presente proceso. En este sentido, investigaciones y revisiones realizadas tanto por OCEANA (2010) como por Squeo *et al.,* 2015., reportan al complejo del archipiélago de Humboldt, isla Chañaral y su área aledaña, como sitios de importancia para la conservación, ya sea por sus procesos oceanográficos únicos y topografía marina, que resulta en un sistema altamente productivo y que presta las óptimas condiciones para el establecimiento de una diversidad de especies, contabilizando múltiples macroalgas, invertebrados bentónicos, peces, avifauna, mamíferos marinos, entre otras. Este sistema natural único, destaca también como parte de la ruta migratoria de un importante número de aves, zonas de alimentación y descanso de una gran diversidad de mamíferos marinos, como delfines, lobos marinos y ballenas, especies indicadoras de un ecosistema saludable, rico en nutrientes y presas para los grandes predadores tope. Destacamos que estos ecosistemas singulares importantes de resguardar y proteger, si bien cuentan con una significativa riqueza taxonómica, se han registrado especies en preocupantes categorías de conservación según el Reglamento de Clasificación de Especies (RCE).

A esto, debemos adicionar las diferentes figuras de protección que existen en el área de estudio, que van desde las Reservas Marinas de Isla de Chañaral e Islas Choro y Damas, el Santuario de la Naturaleza Humedal La Boca y los Sitios Prioritarios para la Conservación de Punta Choros y Punta Teatinos-Caleta Hornos, convirtiendo a esta macrozona como un área de importancia para la conservación y protección de los diversos ecosistemas, contando desde humedales costeros, playas arenosas importantes para el asentamiento de machas, intermareal y submareal rocoso que prestan las condiciones para el asentamiento de diversas especies de moluscos destacando a los recursos loco y lapa y diversas algas pardas. Adicional al valor ambiental, se suman áreas de interés arqueológico y de alto endemismo, altamente turísticas y de desarrollo de múltiples actividades pesqueras artesanales ya sea en áreas de manejo como en áreas de libre acceso.

14.2 Extensión del AMCP-MU

La propuesta del polígono del AMCP-MU archipiélago de Humboldt establece como limite norte al sector de Punta Pájaros (28º53´45,86 S), comuna de Freirina (región de Atacama), límite sur al área de Punta Poroto (29º45´32,10” S), comuna de La Serena (región de Coquimbo) y como límite oeste el meridiano 71°59'60,000". De esta forma, se concentra a una de las cuatro AAVC descritas por Squeo *et al.,* 2015., para la macrozona centro norte de Chile y que presenta características que propician el

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

asentamiento, estadía y avistamientos de un representativo número de especies pertenecientes a distintos grupos taxonómicos.

Esta área abarca una superficie total de 574.955,9 hectáreas, incluyendo porciones de agua, fondo de mar, rocas, playas e islas y una extensión promedio 61,84 kilómetros mar adentro, con una distancia máxima de 72,3 kilómetros en su lado más ancho y una distancia mínima de 50,12 kilómetros en su parte más angosta. Las islas que están incluidas dentro del área, de norte a sur, corresponden a los islotes Las Ventanas, Arrecife El Toro o Bajo el Toro, isla Chungungo, islote Los Farallones, islotes Pájaros (o pájaro 1 y 2) e isla Tilgo (**Figura 15 y 16**).

El AMCP-MU archipiélago de Humboldt no incluye ninguna figura o área que ya presente algún tipo de destinación o concesión marítima, entre las que están las 26 AMERBs decretadas, una solicitud de Espacio Marino Costero de Pueblos Originarios (ECMPO), 3 concesiones otorgadas para el ejercicio de acuicultura, las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choro-Damas, la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt (**Tabla 16**), 4 concesiones marinas (**Tabla 17**) y la isla Gaviota, que es un Bien Nacional Protegido (BNP) y que actualmente se encuentra en proceso de solicitud de ampliación de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt.

Tabla 16. Figuras administrativas que no son incluidas en el AMCP-MU archipiélago de Humboldt.

TIPO	COMUNA	NOMBRE	SUPERFICIE (HÁS)
RESERVAS MARINAS (RM)	FREIRINA	ISLA CHAÑARAL (ACTUALMENTE ESTÁ EN PROCESO DE AMPLIACIÓN DEL POLÍGONO)	3.355,71
	LA HIGUERA	ISLAS CHOROS - DAMAS (ACTUALMENTE ESTÁ EN PROCESO DE AMPLIACIÓN DEL POLÍGONO)	3.778,32
RESERVA NACIONAL (RN)	FREIRINA-LA HIGUERA	PINGÜINO DE HUMBOLDT	859,3
BIEN NACIONAL PROTEGIDO	LA HIGUERA	ISLA GAVIOTA (ACTUALMENTE ESTA EN PROCESO DE SOLICITUD PARA SER PARTE DE LA RN PINGÜINO DE HUMBOLDT	189,87
ÁREAS DE MANEJO Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS BENTÓNICOS (AMERB)	FREIRINA	LOS BURRROS SUR	135,51
		CHAÑARAL DE ACEITUNO	82
		CHAÑARAL DE ACEITUNO, SECTOR B	27,84
		CHAÑARAL DE ACEITUNO, SECTOR C	236,35
	LA HIGUERA	APOLILLADO	135
		ISLA CHOROS	407,73
		PUNTA DE CHOROS	722,77
		LOS CHOROS	1278,75
		CHOREADERO	270,81
		LA PEÑA	455,13
		CHUNGUNGO, SECTOR A	115,92
		CHUNGUNGO SECTOR B	6,7
		CHUNGUNGO, SECTOR C	110,32
		CHUNGUNGO, SECTOR D	28,1
		CHUNGUNGO, SECTOR E	21,45
		TEMBLADOR	20,42

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

TIPO	COMUNA	NOMBRE	SUPERFICIE (HÁS)
		TOTORALILLO NORTE, SECTOR A	37,95
		TOTORALILLO NORTE, SECTOR B	28,86
		TOTORALILLO NORTE, SECTOR C	31,96
		HORNOS	370,76
		HORNOS, SECTOR B, IV	84,32
		HORNOS SECTOR C	105,25
	LA SERENA	LAS MINITAS	165,68
		ENSENADA ARRAYAN	62,38
		MORRO GRUESO	249,68
CONCESIÓN DE ACUICULTURA (CCAA)	LA HIGUERA	CALETA TOTORALILLO, AL OESTE DE PUNTA RINCÓN	6,62
	LA HIGUERA	CALETA TEMBLADOR	19,86
	LA HIGUERA	CALETA TOTORALILLO, AL NORTE DE PUNTA TOTORALILLO	12

Tabla 17. Concesión marítima (CCMM) de la comuna de La Higuera que no son incluidas en el AMCP-MU archipiélago de Humboldt.

OTORGADO A	REGLAMENTO
ASOCIACIÓN GREMIAL DE TRABAJADORES DEL MAR INDEPENDIENTES DE LA CALETA PUNTA CHOROS	DEX 514/2011
MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL, SUBSECRETARIA DE LAS FUERZAS ARMADAS	DEX 1650/2011
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, PARA LA DIRECCIÓN DE OBRAS PORTUARIAS	DEX 2788/2013
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, PARA LA DIRECCIÓN DE OBRAS PORTUARIAS	DEX 369/2010-942/2016
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, PARA LA DIRECCIÓN DE OBRAS PORTUARIAS	DEX 2011/2017

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

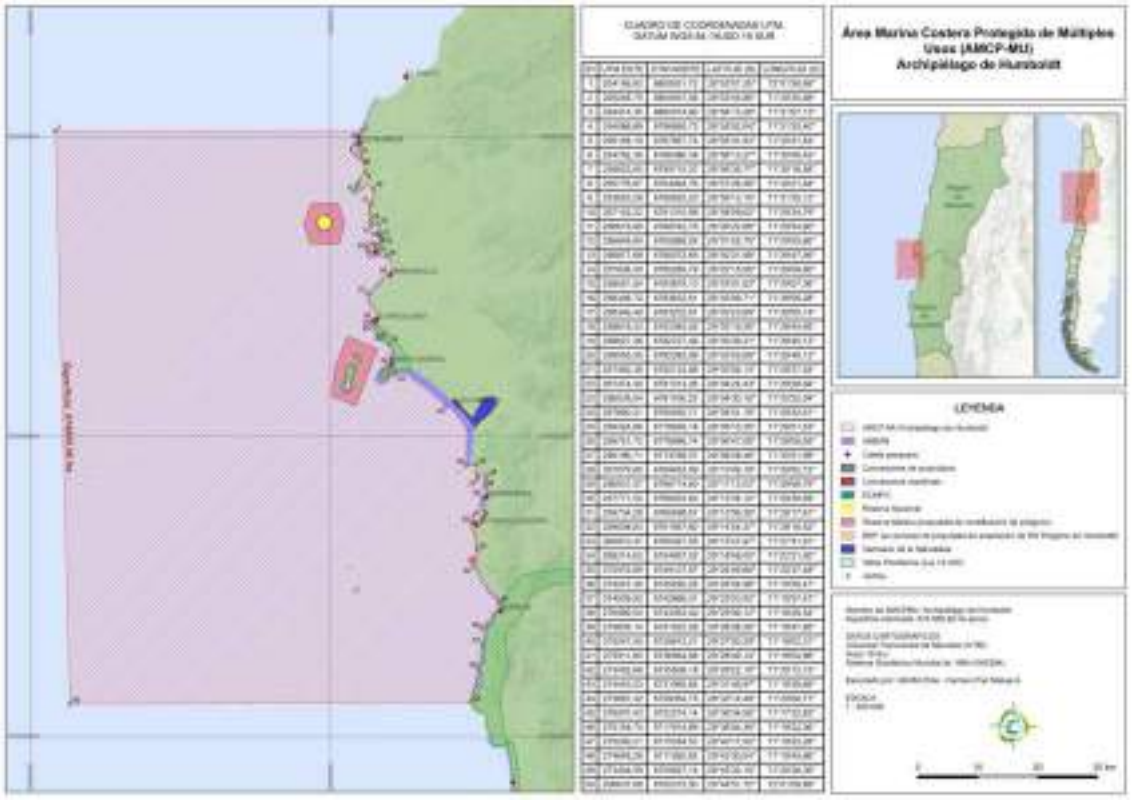


Figura 15. Propuesta de polígono y vértices del Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) archipiélago de Humboldt.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

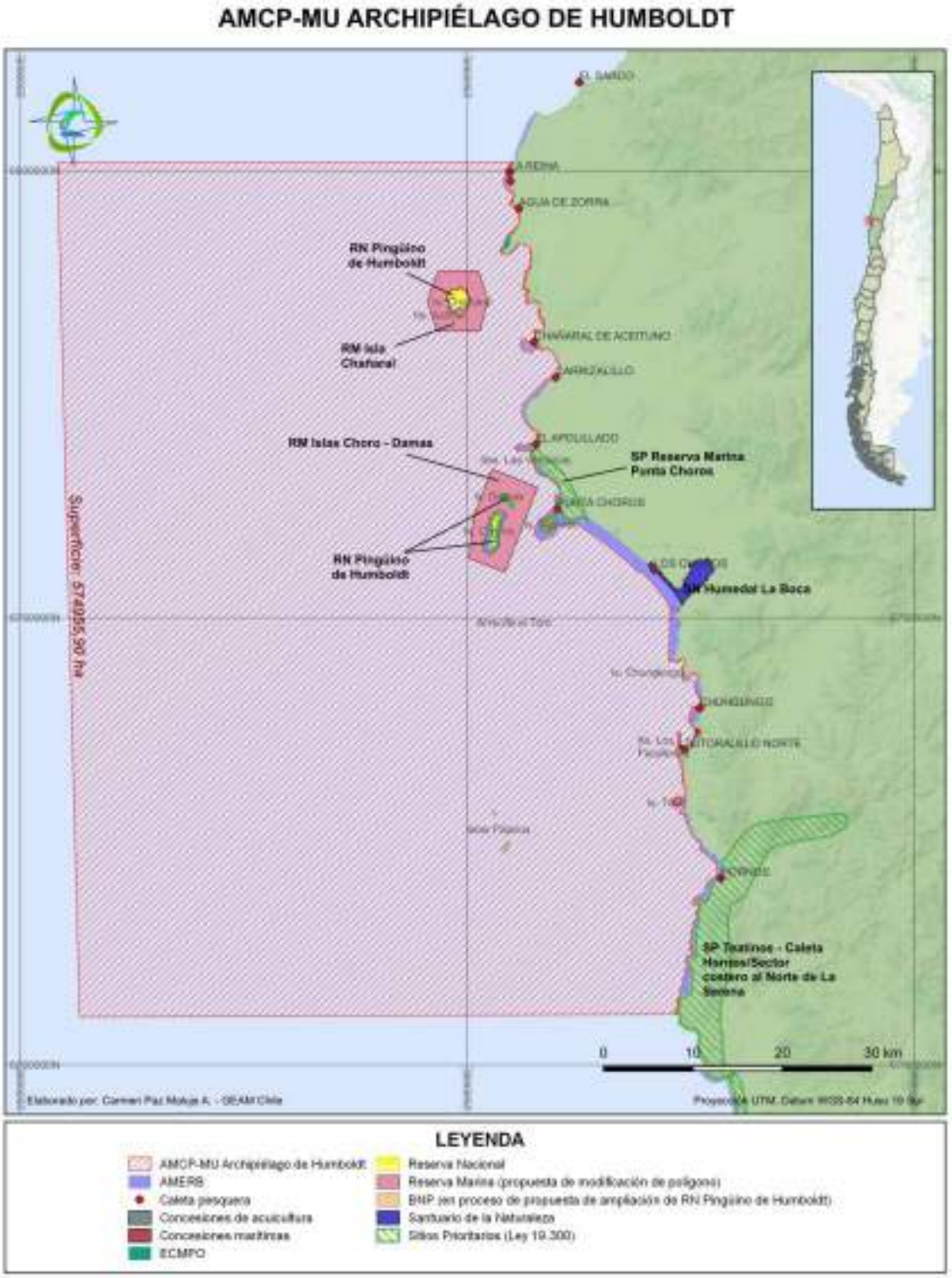


Figura 16. Propuesta de polígono del Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) archipiélago de Humboldt (vista ampliada).

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

15 Socialización de la iniciativa de creación del AMCP-MU

15.1 Estrategia metodológica de socialización y difusión del AMCP-MU

La propuesta de declaración de un AMCP-MU requiere de la realización de procesos de información y participación que permitan validar las propuestas levantadas desde los servicios y la academia, generar información atingente al uso del área, identificar los distintos intereses y conflictos existentes, las posibilidades de alianzas y de trabajo conjunto entre los actores, así como sentar las bases para un trabajo mancomunado futuro entre ellos, entre otros temas afines a la declaración de una propuesta de protección de estas características.

De ahí que el proceso de difusión, socialización y de participación requiera de una intervención social asociada a la facilitación de procesos para la búsqueda de soluciones compartidas, basada en establecimiento de relaciones de confianza y empoderamiento de las partes. Desde este enfoque, las necesidades humanas los intereses y motivaciones son el soporte de las posiciones y conductas observables de los actores sociales; por tanto, se trabaja sobre estas motivaciones para lograr la transformación de las actitudes y percepciones de los participantes y por su intermedio a quienes representan. Edy Kaufman asevera “no son las cosas lo que lleva a un enfrentamiento sino las ideas acerca las cosas y el valor – simbólico o tangible- que (los actores/personas) le otorgan a distintos factores”.

Por otra parte, se utilizaron algunos elementos de la metodología de Estándares Abiertos, los que como estrategia metodológica de planificación también supone realizar un trabajo con enfoque participativo (Sandoval C., 2014). En este caso, se desarrolló un trabajo de socialización y levantamiento de información fomentando el que las personas se apropien del proceso de justificación, contribuyendo con sus experiencias a dar pertinencia territorial a las propuestas, a definir/validar el área del AMCP-MU, identificar los usos y amenazas, validar los objetos de conservación propuestos o identificar nuevos.

Durante el desarrollo de los talleres se emplearon diferentes técnicas que permitieron cumplir con los criterios de: asegurar la participación, facilitar el manejo de conflictos, generar confianzas que permitan la expresión de todos los actores, entregar la información de acuerdo a las características de los actores y promover la participación activa de los participantes a los talleres. Cada actividad registró un acta del taller, que resumió brevemente las actividades realizadas, los consensos, diferencias y compromisos, además de sistematización de la información recopilada. Como medios de verificación se utilizaron las listas de asistencia y registro fotográfico.

Además, se realizaron entrevistas a actores claves en terreno para realizar levantamiento de información que permitió mejorar la propuesta del polígono del AMCP-MU, conflictos de intereses, usos del maritorio y borde costero, objetos de conservación, percepciones de la conveniencia o no de una AMCP-MU y otros aspectos relevantes al levantamiento de elementos justificatorios.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

15.1.1 Talleres 1: Taller de socialización del AMCP-MU y validación del polígono

Entre los días 21 y 25 de noviembre del año 2022, se realizaron múltiples talleres en las localidades aledañas al AMCP-MU archipiélago de Humboldt, específicamente en Caleta Los Burros, Chañaral de Aceituno, Punta Choros, Caleta Chungungo y Caleta Hornos (**Figura 17**).

Durante el desarrollo del taller, el equipo consultor en conjunto con los profesionales de las Seremis del Medio Ambiente (regiones de Atacama y Coquimbo), presentaron los antecedentes que justifican la creación del AMCP-MU archipiélago de Humboldt, poniendo en evidencia las principales variables asociadas al borde costero y maritorio del archipiélago de Humboldt y que resultan en las condiciones óptimas para el hábitat de múltilples especies y zonas de estadía temporal para otros taxones (zonas de alimentación, etc). La segunda etapa del taller, consistió en la presentación de las propuestas del polígono del AMCP-MU archipiélago de Humboldt, fundamentando y explicando los límites del área marina protegida y recibiendo por parte de los usuarios, observaciones, preguntas y/o dudas que surgieron de la presentación.

Las temáticas presentadas se reportan en el siguiente párrafo:

- Presentación del equipo consultor, equipo de la Seremi del Medio Ambiente (regiones de Atacama y Coquimbo) y de los participantes
- Presentación por parte del equipo consultor de los alcances del proyecto, fundamentos y justificación del AMCP-MU archipiélago de Humboldt.
- Presentación por parte del equipo consultor, de los beneficios del AMP, Servicios ecosistémicos y etapas de la creación de un AMP y posterior elaboración del Plan de Manejo.
- Presentación de las propuestas del polígono del AMCP-MU archipiélago de Humboldt.

En términos generales, un número importante de participantes manifestaron preocupación por la propuesta que incluye a las AMERBs dentro del AMCP-MU, consultando por la pérdida de los derechos por parte de las organizaciones titulares, cambios de las cuotas otorgadas y la posibilidad de que usuarios externos puedan extraer parte de sus cuotas. La desconfianza radica principalmente, por el anterior proceso de creación de la Reserva Marina Choro y Damas y las consecuencias que derivaron tras la designación de dicho espacio, restringiendo el uso pesquero a un número importante de usuarios. A esto se suma, la entrega de un área de manejo a una organización de pescadores artesanales del sector de Punta de Choros, proceso que aumentó la desconfianza al proceso de creación de la reserva marina. Otro tema importante, corresponde a los importantes beneficios que han recibido los pescadores y comunidad de Punta Choros para incrementar y potenciar el turismo local, relegando a un papel secundario a otros sectores y caletas de la zona (como por ejemplo Caleta Chungungo y Totoralillo). También mostraron preocupación por las áreas de libre acceso, que papel cumplirán posterior a la creación del AMCP-MU, dudando sobre la posibilidad de extraer recursos bentónicos con la nueva figura de protección.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Un punto relevante de discusión, tuvo relación con el proceso de toma de decisiones posterior a la creación del AMCP-MU, quienes participarían de dicho acto y como eventualmente se puede lograr una equidad de “voces” y acuerdos durante la implementación de las acciones y actividades para el cumplimiento de los objetivos de conservación del área.

Por último, y en términos de creación del AMCP-MU archipiélago de Humboldt, existe una dicotomía de las comunidades del área de influencia, con una aprobación de la figura de conservación en las localidades centro y norte del área (desde el sector de Caleta Los Burros hasta Caleta Chungungo), enfoncando su justificación en la protección del ecosistema y de los servicios ecosistémicos entregados por este espacio (alimentación y turismo principalmente); y una desconfianza radicada específicamente en las localidades del sector sur del área (caleta de Totoralillo Norte y Caleta Hornos), entendiendo que podría ir en desmedro de sus aspiraciones de aumentar su economía local lo que se daría principalmente por la imposibilidad de operación de grandes proyectos industriales.

A



B



C



D



CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

E



Figura 17. 1º Etapa de talleres participativos de socialización, levantamiento de información y validación del proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”. A). Caleta Los Burros; B). Chañaral de Aceituno; C). Caleta Punta Choros; D). Caleta Chungungo; E). Caleta Hornos

15.1.2 Segunda etapa de talleres: Taller de socialización del AMCP-MU, validación del polígono, amenazas y objetos de protección

Entre los días 23 y 27 de enero del año 2023, se realizaron múltiples talleres en las localidades aledañas al AMCP-MU Archipiéalgo de Humboldt, específicamente en Caleta Los Burros, Chañaral de Aceituno, Punta Choros, Pueblo Los Choros, Caleta Chungungo, Caleta Totoralillo Norte y Caleta Hornos (**Figura 18**).

Durante el desarrollo del taller, el equipo consultor junto con los profesionales de las Seremis de Medio Ambiente (regiones de Atacama y Coqumimbo), presentaron las diferentes figuras de protección marina a nivel nacional, con enfoque en la definición y usos que se podrían llevar a cabo en un AMCP-MU, para de este modo, despejar dudas y desconocimiento sobre la sobreposición de actividades pesqueras artesanales y el objetivo del área protegida. Posteriormente, se presentó el polígono final del AMCP-MU archipiélago de Humboldt, con los comentarios y observaciones reportadas durante la primera fase de talleres, excluyendo a las AMERBs del polígono del área protegida.
También se consensuaron y validaron los usos y actividades que se desarrollan principalmente en el borde costero y maritorio del área, las amenazas presentes y los potenciales objetos de protección del área.

Las temáticas presentadas se reportan en el siguiente párrafo:

- Presentación del equipo consultor, equipo de la Seremi del Medio Ambiente (regiones de Atacama y Coquimbo) y de los participantes
- Presentación por parte del equipo consultor, de las etapas del proceso de creación de un AMPC-MU y posterior implementación de su plan de manejo.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

- Presentación del polígono final del AMCP-MU archipiélago de Humboldt con exclusión de las AMERBs.
- Validación de las amenazas y objetos de protección del área.

En términos generales, si bien un número importante de participantes mostraron su conformidad al polígono final del AMCP-MU archipiélago de Humboldt, aún quedan dudas sobre el real uso que pudieran hacer los pescadores artesanales en las áreas de libre acceso. Se insiste en la desconfianza que resultó por el anterior proceso de creación de la Reserva Marina Choro y Damas y las consecuencias que derivaron tras la designación de dicho espacio, restringiendo el uso pesquero a un número importante de usuarios.

Los asistentes comentan sobre los usos que actualmente se realizan en el área de influencia del AMCP-MU, destacando las actividades pesqueras artesanales e industriales, actividades recreativas, de cabojate y transporte marítimo, de investigación y documental, turísticas, entre otras. Importante mencionar, para los sectores de Chungungo y Chañaral de Aceituno, la ejecución de un proyecto de "Planta Desaladora", actividad que va en apoyo y en pro del desarrollo de dichos sectores y que se debería tener en cuenta para no dificultar su operación posterior a la creación del AMCP-MU.

En relación a los objetos de protección, se validan los componentes propuestos y que se especifican en el capítulo 9 del presente informe: 1. Hábitat intermareal y submareal que alberga una diversidad de especies hidrobiológicas y recursos bentónicos pesqueros. 2. Zonas de alimentación y nidificación de aves. 3. Zonas de alimentación y reproducción de mamíferos marinos. Por último, permanecen las diferencias sobre la figura de creación del AMCP-MU y las localidades costeras del área de influencia, con una aprobación de la figura de conservación en las localidades centro y norte del área (desde el sector de Caleta Los Burros hasta Caleta Chungungo) y una preocupación en las localidades del sector sur del área (caleta de Totoralillo Norte y Caleta Hornos), ya que que podría ir en contra de sus aspiraciones de levantar la economía local, ya sea por la desafectación de futuras actividades industriales o por el riesgo de perder el derecho de uso pesquero sobre sus AMERBs o áreas de libre acceso.

A **B**





CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

C



D



E



F



G



Figura 18. 2º Etapa de talleres participativos de socialización, levantamiento de información y validación del proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”. A). Caleta Los Burros; B). Chañaral de Aceituno; C). Caleta Punta Choros; D). Pueblo Los Choros; E). Caleta Chungungo; F). Caleta Hornos y G). Caleta Tororalillo Norte.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

16 Bibliografía

- Aguilar N. y Tejedor A. 2012. Documento técnico sobre impactos y mitigación de la contaminación acústica marina. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid. 146 pp.
- Bourse A y Kaufman E. 2014. De Socios en Conflicto a Socio en la Paz. Métodos y estrategias para transformar las diferencias en oportunidades para beneficio de todos". Editorial Cries. Argentina.
- Burgos A. y D. Fernández. 2014. Áreas Marinas Protegidas: contexto español y el caso de "Os Miñarzos". Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales N.° 15, pp. 30-54.
- Brock R., E. Kenchington y A. Martínez Arroyo (comps.). 2012. Directrices científicas para la creación de redes de áreas marinas protegidas en un contexto de cambio climático, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canadá.
- Cárcamo, P., Garay-Flühmann, R., & Gaymer, C. 2014. Collaboration and knowledge networks in coastal resources management: How critical stakeholders interact for multiple use marine protected area implementation. Ocean & Coastal Management, 91(1), 5-16.
- Callum, R., Bethan, C., Douglas, J., Philippe, M., Duarte, C., Lubchenco, J., Daniel, P., Saenz-Arroyo, A., Ussif Rashid, S., Rod, W., Worm, B., & Castilla, J. 2017. Marine reserves can mitigate and promote adaptation to climate change. Proceedings of the National Academy of Sciences, 114(24), 6167-6175.
- CBD - Convenio de Diversidad Biológica. 2018. Decisión adoptada por la Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica. CBD/COP/DEC/14/8. Áreas protegidas y otras medidas eficaces de conservación basadas en áreas.
- CBD - Convenio de Diversidad Biológica. 2022a. Marco mundial Kunming-Montreal de la diversidad biológica. Proyecto de decisión presentado por la Presidencia. CBD/COP/15/L.25.
- CBD - Convenio de Diversidad Biológica. 2022b. Nations Adopt Four Goals, 23 Targets for 2030 In Landmark UN Biodiversity Agreement.
- Comité Científico COP25 (2019). Océano y cambio climático: 50 preguntas y respuestas, Santiago, Chile.
- Comisión Nacional del Medio Ambiente. 2003. Estrategia Nacional de Biodiversidad. Gobierno de Chile.
- Cristi MA, Holzapfel C, Nehls M, De Veer D, Gonzalez C, Holtmann G, Honorato-Zimmer D, Kiessling T, Muñoz AL, Reyes SN, Nuñez P. 2020. The rise and demise of plastic shopping bags in Chile–Broad and informal coalition supporting ban as a first step to reduce single-use plastics. Ocean & Coastal Management 187.
- Documento de Proyecto FAO - GEF: Fortalecimiento de la gestión y la gobernanza para la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad de importancia mundial en los ecosistemas marinos costeros en Chile (PRODOC).
- Documento de Trabajo: Actoría PRODOC Zona Norte. 2022.
- Estudio Básico Diagnóstico y Plan De Desarrollo Turístico, Comuna De La Higuera, Ejecutado por DTS Consultores Ltda, financiado por GORE Coquimbo, 2008.
- FAO. 1995. Código de Conducta para la Pesca Responsable. Roma, FAO. 46 pp.
- FAO. 2012. La ordenación pesquera. 4. Las áreas marinas protegidas y la pesca. FAO Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable. N.° 4, Supl. 4, Roma, 220 pp.
- FAO. 2022. A handbook for identifying, evaluating and reporting other effective area-based conservation measures in marine fisheries. Rome.

- Figueroa D, Moffat C. 2000. On the influence of topography in the induction of coastal upwelling along the Chilean coast. Geophysical Research Letters 27(23): 3905-3908.
- Fonseca, M., y Solís, V. 2005. Pesca artesanal y participación en conservación de recursos marino-costeros. Revista De Ciencias Ambientales, 30(1), 44-51.
- Foro para la Conservación del Mar Patagónico y Áreas de Influencia (2019). Informe técnico sobre el desarrollo de directrices para la creación y gestión efectiva de Áreas Marinas Protegidas en Chile.
- Guarda B. y A. Vila. 2020. Estudio de percepción de pescadores artesanales sobre aspectos de conservación marina y áreas marinas protegidas en la región de Magallanes. Anales Instituto Patagonia (Chile) vol.48 no.3 Punta Arenas.
- Guía para el fortalecimiento del territorio. CEUT – Centro de Estudios Urbano-Territoriales Universidad Católica del Maule y ONG Surmaule. Ediciones Surmaule. 2013.
- Informe Final Plan de Desarrollo de Comuna de Freirina 2022-2028, Municipalidad de Freirina, 2021.
- Informe técnico MMA. 2021. Propuesta de creación Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos Archipiélago de Humboldt Comuna de La Higuera, Región de Coquimbo.
- Informe Final Licitación Nº 612228-4-LE16 de la Subsecretaría del Medio Ambiente Levantar iniciativas de conservación marina en la región de Coquimbo y Organizar el 4° Congreso Internacional de Áreas Marinas Protegidas, Katerina Varas Belemmi, 2017.
- Gaymer CF, S.Buchan, B. Dewitte, JE Gonzalez, M. Gorny, G. Luna-Jorquera, A. Mujica, P Muñoz, C. Olavarría, MJ. Perez-Alvarez, I. Petit-Vega, M. Ramos, M. Rivadeneira, M. Santos, J. Sellanes, M. Sepulveda, M. Thiel, C. Zuleta. 2021. Fundamentos científicos propuesta AMCP-MU Archipiélago de Humboldt.
- Gaymer C, Dumont C, Garay-Flühmann R, Sfeir R, Pérez E, Luna G, Stotz W, Vásquez J, Moraga J, Berríos M, Rojas U, Aburto J, Peñalver E, Robert P. 2007. Diagnóstico Implementación Reserva Marina I. Choros la Higuera. Informe de Avance–Etapa I: Diagnóstico situación sector de Punta Choros. Proyecto FNDR Código BIP 30006824-0.
- Gaymer CF, Stotz W, Garay-Flühmann R, Luna-Jorquera G, Ramos M, et al. 2008. Evaluación de Línea Base de Las Reservas Marinas “Isla Chañaral” e “Isla Choros-Damas”. Informe Final Proyecto FIP 2006-56, 532 p. (disponible en www.fip.cl).
- Guarda B. y A. Vila. 2020. Estudio de percepción de pescadores artesanales sobre aspectos de conservación marina y áreas marinas protegidas en la región de Magallanes. Anales Instituto Patagonia (Chile) vol.48 no.3 Punta Arenas.
- Guía para el fortalecimiento del territorio. CEUT – Centro de Estudios Urbano-Territoriales Universidad Católica del Maule y ONG Surmaule. Ediciones Surmaule. 2013
- Informe Final Plan de Desarrollo de Comuna de Freirina 2022-2028, Municipalidad de Freirina, 2021
- Informe Final Licitación Nº 612228-4-LE16 de la Subsecretaría del Medio Ambiente Levantar iniciativas de conservación marina en la región de Coquimbo y Organizar el 4° Congreso Internacional de Áreas Marinas Protegidas, Katerina Varas Belemmi, 2017.
- IUCN-MMPATF. 2023. Marine Mammal Protected Areas Task Force (MMPATF) Website, Available at: https://www.marinemammalhabitat.org/portfolio-item/humboldt-archipelago-imma/ (Accessed:20.02.2023).
- Ministerio del Medio Ambiente. 2011. Las áreas protegidas de Chile: antecedentes, institucionalidad, estadísticas y desafíos. División de Recursos Naturales Renovables y Biodiversidad, Ministerio del Medio Ambiente, Santiago, Chile. 35 pp.

- Ministerio del Medio Ambiente. 2015. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, GEF. Estrategia nacional de biodiversidad 2017-2030. Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente. 2021. Reglamento de Clasificación de Especies.
- NoticiaWWF. 2016. https://www.wwf.cl/?264450/amcopitipalenaaihueareaprotegidaconrepresentacionlocal
- Oceana. 2010. Propuesta para la creación del Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos La Higuera – Isla Chañaral.
- Oceana. 2013. Identificación y aporte de actores de interés (stakeholders) al proceso de planificación de la potencial Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos La Higuera - Isla Chañaral.
- Oceana. 2017. Propuesta para la creación del Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos La Higuera – Isla Chañaral.
- Plan Freirina Sustentable. Programa Especial De Gestión Territorial Para Zonas Rezagadas Territorio Comuna De Freirina, División de Planificación y Desarrollo del GORE Atacama, 2021
- Plan de Desarrollo Comunal La Higuera 2021 - 2024, Muncipalidad de La Higuera, 2019.
- Plan de Desarrollo Comunal La Higuera 2021 - 2024, Muncipalidad de La Higuera, 2019.
- Plan de acción nacional de cambio climático 2017-2022. Coordinación del documento. División de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente
- Planilla Registro de Organizaciones Comuna de Freirina, Municipio Freirina, Agosto 2022.
- Quispe R, Lerma M, Luna N, Portflitt-Toro M, Serratosa J, Luna-jorquera G. 2020. Foraging Ranges of Humboldt Penguins *Spheniscus Humboldti* From Tilgo Island: the Critical Need for Protecting a Unique Marine Habitat. Marine. Ornithology 48: 205–208
- Registro Público de Organizaciones Territoriales y Funcionales de la Comuna de La Higuera (LEY 21.146), 2022.
- Sala E, J. Mayorga, D. Bradley, et al. 2021. Protecting the global ocean for biodiversity, food and climate. Nature 1-6.
- Sandoval Escudero C. 2014. Métodos y aplicaciones de la planificación regional y local en América Latina. Serie Desarrollo Territorial de CEPAL. Santiago de Chile.
- Silva, R., Medrano, F., Tejeda, I., Terán, D., Peredo, R., Barros, R., González, P., González, V., Guerra-Corre, C., Hodum, P., Keitt, B., Luna-Jorquera, G., Malinarich, V., Mallea, G., Manríquez, P., Nevins, H., Olmedo, B., Paéz-Godoy, J., de Rodt, G., Rojas, F., Sanhueza, P., Suazo, C.G., Toro, F. & Toro-Barros, B. (2020). Evaluación Del Impacto De La Contaminación Lumínica Sobre Las Aves Marinas En Chile: Diagnóstico Y Propuestas. Ornitologia Neotropical 31:13-24.
- Squeo FA., K. Martínez-Tilleria, R. Garay-Flühmann & C. F. Gaymer. 2015. Identificación de la Áreas de Alto Valor para la Conservación (AAVC) en la eco-región Chile Central y la provincia biogeográfica de Juan Fernández.
- UNEP. 2011. Taking Steps toward Marine and Coastal Ecosystem-Based Management - An Introductory Guide.
- Zagal C. y C. Hermosilla. 2001. Guía de invertebrados marinos del litoral valdiviano. I.S.B.N. 956-288-974-2. Primera edición mayo 2001.
- WCS. 2018. Pasos para la sustentabilidad financiera de las Áreas Marinas Protegidas de Chile. Wildlife Conservation Society-Chile. Santiago. 76pp

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

“Informe Técnico Justificatorio Para el Área Marina Costero Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) archipiélago de Humboldt”

GEAMCHILE
RECURSOS NATURALES Y GESTIÓN AMBIENTAL

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAMCHILE LTDA.

Informe de Sistematización y Expdiente de Actividades de Socialización del Estudio "Informe Técnico Justificatorio Para el Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) Archipiélago de Humboldt"



UNIDAD EJECUTORA: GEAMCHILE LTDA.

Marzo, 2023

Tabla de Contenidos

1 ANTECEDENTES 6

2 METODOLOGÍA 8

2.1 PROCESO DE SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO 8
2.1.1 SISTEMATIZACIÓN DE LA SOCIALIZACIÓN EN LA REGIÓN DE COQUIMBO Y ATACAMA 8
2.2 EXPEDIENTE REGISTRO DE ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PROCESO DE SOCIALIZACIÓN, OFICIOS, ENTRE OTRA INFORMACIÓN LEVANTADA 10

3 RESULTADOS 11

3.1 REUNIÓN CON CONTRAPARTE TÉCNICA 11
3.2 SISTEMATIZACIÓN DE LA 1ERA ETAPA DE SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO EN LA REGIÓN DE COQUIMBO Y ATACAMA 11
3.2.1 RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES DE SOCIALIZACIÓN REALIZADAS EN LA REGIÓN DE COQUIMBO Y ATACAMA 11
3.2.2 SISTEMATIZACIÓN DE LA SOCIALIZACIÓN DE LA PROPUESTA DEL AMCP-MU ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT, JUNTO A LOS ACTORES LOCALES DE LAS REGIONES DE COQUIMBO Y ATACAMA 15
3.2.3 CONCLUSIONES GENERALES DEL 1ER PROCESO DE SOCIALIZACIÓN 33
3.3 EXPEDIENTE REGISTRO DE ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL 1ER PROCESO DE SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO 34
3.3.1 TALLER PRESENCIAL CALETA LOS BURROS 34
3.3.2 TALLER PRESENCIAL CALETA CHAÑARAL DE ACEITUNO 36
3.3.3 TALLER PRESENCIAL CALETA PUNTA CHOROS 37
3.3.4 TALLER PRESENCIAL CALETA CHUNGUNGO 38
3.3.5 TALLER PRESENCIAL CALETA LOS HORNOS 40
3.3.6 TALLER VIRTUAL SERVICIOS PÚBLICOS 42
3.3.7 TALLER VIRTUAL ACADEMIA, INVESTIGADORES Y ONGS 43
3.4 SISTEMATIZACIÓN DE LA 2DA ETAPA DE SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO EN LA REGIÓN DE COQUIMBO Y ATACAMA 44
3.4.1 RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES DE SOCIALIZACIÓN REALIZADAS EN LA REGIÓN DE COQUIMBO Y ATACAMA 44
3.4.2 SISTEMATIZACIÓN DE LA 2DA ETAPA DE SOCIALIZACIÓN DE LA PROPUESTA DEL AMCP-MU ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT, JUNTO A LOS ACTORES LOCALES DE LAS REGIONES DE COQUIMBO Y ATACAMA 47
3.4.3 CONCLUSIONES GENERALES DEL 2DO PROCESO DE SOCIALIZACIÓN DE LOS TALLERES 55
3.5 EXPEDIENTE REGISTRO DE ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL 2DO PROCESO DE SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO 56
3.5.1 TALLER PRESENCIAL CALETA LOS BURROS 56
3.5.2 TALLER PRESENCIAL CALETA CHAÑARAL DE ACEITUNO 57
3.5.3 TALLER PRESENCIAL CALETA LOS CHOROS Y LLANOS LOS CHOROS 59
3.5.4 TALLER PRESENCIAL CALETA PUNTA CHOROS 60
3.5.5 TALLER PRESENCIAL CALETA TOTORALILLO NORTE 62
3.5.6 TALLER PRESENCIAL CALETA CHUNGUNGO 64
3.5.7 TALLER PRESENCIAL CALETA LOS HORNOS 66

4 ANEXOS 68

4.1 LISTA DE ACTORES CLAVES IDENTIFICADOS DURANTE LA PRIMERA ETAPA DEL ESTUDIO 68
4.2 INVITACIONES A LOS TALLERES PRESENCIALES 95

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

4.3 DIFERENTES ESCENARIOS DEL POLÍGONO DEL AMCP-MU 96
4.4 PROPUESTA DE POLÍGONO FINAL DEL AMCP-MU 99
4.5 PRESENTACIÓN REALIZADA PARA LA 1 ERA ETAPA DE SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO "INFORME TÉCNICO JUSTIFICATORIO DEL AMCP-MU ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT" 100
4.6 PRESENTACIÓN REALIZADA PARA LA 2DA ETAPA DE SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO "INFORME TÉCNICO JUSTIFICATORIO DEL AMCP-MU ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT" 101

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Listado de Tablas

Tabla 1. Listado de los talleres y actores invitados para la socialización del proyecto “Elaboración del informe técnico justidicatorio del AMCP-MU Archipiéalgo de Humboldt”. 9

Tabla 2. Resumen de las reuniones formales realizadas con la contraparte técnica del proyecto “Elaboración del informe técnico justificatorio del AMCP-MU Archipiéalgo de Humboldt”. 11

Tabla 3. Listado de los talleres de socialización realizados en el marco de la ejecución del proyecto “Elaboración del informe técnico justificatorio del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt”. 12

Tabla 4. Listado de los talleres de socialización realizados en el marco de la ejecución del proyecto “Elaboración del informe técnico justificatorio del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt”. 44

Tabla 5. Actores Públicos claves para el proceso de planificación participativo 68

Tabla 6. Actores privados con intereses directos en el borde costero.....79

Tabla 7. Actores privados y de la sociedad civil 89

Listado de Figuras

Figura 1. Fotografía capturada durante la ejecución del taller en el sector de Caleta Los Burros 15

Figura 2. Fotografía capturada durante la ejecución del taller en el sector de Caleta Chañaral de Aceituno. 18

Figura 3. Fotografía capturada durante la ejecución del taller en el sector de Caleta Punta Choros.....21

Figura 4. Fotografía capturada durante la ejecución del taller en el sector de Caleta Chungungo 24

Figura 5. Fotografía capturada durante la ejecución del taller en el sector de Caleta Los Hornos 27

Figura 6. Taller participativo de socialización proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Caleta Los Burros.....34

Figura 7. Acta de participativo de socialización proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Caleta Los Burros.....35

Figura 8. Taller participativo de socialización proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Caleta Chañaral de Aceituno.....36

Figura 9. Acta taller participativo de socialización proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Caleta Chañaral de Aceituno.....36

Figura 10. Taller participativo de socialización proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Caleta Punta Choros. 37

Figura 11. Acta taller participativo de socialización proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Caleta Punta Choros. 38

Figura 12. Taller participativo de socialización proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Caleta Chungungo.....38

Figura 13. Acta taller participativo de socialización proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Caleta Chungungo.....39

Figura 14. Taller participativo de socialización proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Caleta Los Hornos.....40

Figura 15. Acta taller participativo de socialización proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Caleta Los Hornos.....41

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Figura 16. Taller virtual de socialización proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”. Actores: Servicios Públicos 42

Figura 17. Taller virtual de socialización proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”. Actores: Academia y ONGs 43

Figura 18. Taller participativo correspondiente a la 2da etapa de socialización del proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Caleta Los Burros. 56

Figura 19. Lista de asistencia correspondiente a la 2da etapa socialización del proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Caleta Los Burros. 57

Figura 20. Taller participativo correspondiente a la 2da etapa socialización del proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Caleta Chañaral de Aceituno. 57

Figura 21. Lista de asistencia correspondiente a la segunda etapa de socialización del proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Caleta Chañaral de Aceituno. 58

Figura 22. Taller participativo correspondiente a la 2da etapa socialización del proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Pueblo Los Choros. 59

Figura 23. Lista de asistencia correspondiente a la segunda etapa de socialización del proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Caleta Los Choros y Llanos Los Choros. 60

Figura 24. Taller participativo correspondiente a la 2da etapa socialización del proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Caleta Punta Choros. 60

Figura 25. Lista de asistencia correspondiente a la segunda etapa de socialización del proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Caleta Punta Choros. 61

Figura 26. Taller participativo de la 2da socialización del proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Caleta Totoralillo Norte. 62

Figura 27. Lista de asistencia correspondiente a la segunda etapa de socialización del proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Caleta Totoralillo Norte 63

Figura 28. Taller participativo de la 2da socialización del proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Caleta Chungungo. 64

Figura 29. Lista de asistencia correspondiente a la segunda etapa de socialización del proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Caleta Chungungo. 65

Figura 30. Taller participativo correspondiente a la 2da etapa socialización del proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Caleta Los Hornos. 66

Figura 31. Lista de asistencia correspondiente a la segunda etapa de socialización del proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Caleta Los Hornos. 67

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl



Informe de Sistematización y Expdiente de Actividades de Socialización del Estudio "Informe Técnico Justificatorio Para el Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) Archipiélago de Humboldt"

Autores

Cristian Parra Venegas
Carolina Álvarez
Carmen Paz Maluje
Claudia Meza



Glosario

Acuicultura: actividad que tiene por objeto la producción de recursos hidrobiológicos organizada por el hombre (LGPA 20.657).

Adaptación al cambio climático: acción, medida o proceso de ajuste al clima actual o proyectado o a sus efectos en sistemas humanos o naturales, con el fin de moderar o evitar los daños, reducir la vulnerabilidad, aumentar la resiliencia o aprovechar las oportunidades beneficiosas (Ley Marco Cambio Climático 21.455)
Afloramiento costero o surgencia costera: Proceso oceanográfico que consiste en el ascenso a la superficie de masas de agua subsuperficiales o más profundas, que son frías y ricas en nutrientes, más ácida y pobres en oxígeno. En la costa chilena este afloramiento de aguas más profundas se debe a los vientos predominantes provenientes del sur o suroeste, los que desplazan las aguas superficiales hacia mar adentro, las cuales son reemplazadas por las aguas que afloran en la costa desde las mayores profundidades (Comité Científico COP25, 2019).

Área Protegida: Es un área definida geográficamente que haya sido designada o regulada y administrada a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación (Decreto Supremo N° 1963, de 06.05.1995, del Ministerio de Relaciones Exteriores, promulga el Convenio sobre Diversidad Biológica). Definición según MMA (http://areasprotegidas.mma.gob.cl/glosario/)

Área Marina Protegida de Múltiples Usos: espacio que incluye porciones de agua y fondo marino, rocas, playas y terrenos de playa fiscales, flora y fauna, recursos históricos y culturales que la ley u otros medios eficientes colocan en reserva para proteger todo o parte del medio así delimitado. Este tipo de área se usa a nivel mundial para conservar la biodiversidad, proteger las especies marinas en peligro, reducir los conflictos de uso, generar instancias de investigación y educación; y desarrollar actividades comerciales y recreativas. Asimismo, otro objetivo de estas áreas es la conservación del patrimonio histórico-cultural marino y costero de las comunidades que las habitan para el desarrollo sostenible del turismo, la pesca y la recreación (MMA, 2011).

Áreas de manejo: áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos establecidas mediante decreto supremo, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 55 tetra A de la Ley General de Pesca y Acuicultura y asignadas a organizaciones de pescadores artesanales legalmente constituidas a través de un convenio de uso (D.S. 96 de 2015).

Biodiversidad o diversidad biológica: Variabilidad de los organismos vivos, que forman parte de todos los ecosistemas terrestres y acuáticos. Incluye la diversidad dentro de una misma especie, entre especies y entre ecosistemas (LBGMA 19.300, Artículo 2).

Categorías de Conservación: Estado en que pueden encontrarse las especies de plantas, algas, hongos y animales silvestres, atendido el riesgo de extinción de sus poblaciones naturales. Conforme a lo establecido en el artículo 37 de la Ley Nº 19.300, las categorías de conservación que serán utilizadas para la clasificación de plantas,

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

algas, hongos y animales silvestres son las recomendadas por la UICN y corresponden a: Extinta, Extinta en Estado Silvestre, En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable, Casi Amenazada, Preocupación Menor y Datos insuficientes (D. S. N° 29, de 2012, aprueba el Reglamento para la clasificación de especies silvestres según estado de conservación).

Concesión de acuicultura: es el acto administrativo mediante el cual el Ministerio de Defensa Nacional otorga a una persona los derechos de uso y goce, por tiempo indefinido sobre determinados bienes nacionales, para que ésta realice en ellos actividades de acuicultura (LGPA 20.657).

Concesión marítima: Acto administrativo mediante el cual el Ministerio de Defensa Nacional o el Director, según corresponda, otorga a una persona derechos de uso y goce, sobre bienes nacionales de uso público o bienes fiscales cuyo control, fiscalización y supervigilancia corresponde al Ministerio, para el desarrollo de un determinado proyecto o actividad (D.S. N°9 2018).

Conservación: uso presente y futuro, racional, eficaz y eficiente de los recursos naturales y su ambiente (LGPA 20.657).

Conservación in situ: Conservación de los ecosistemas y los hábitats naturales; el mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y, en el caso de las especies domesticadas y cultivadas, en los entornos en que hayan desarrollado sus propiedades específicas (http://areasprotegidas.mma.gob.cl/glosario/).

Cultivo experimental o actividad experimental: actividad de cultivo de recursos hidrobiológicos que tiene por objeto la investigación científica, mejora genética, el desarrollo tecnológico o la docencia. No se comprende dentro de esta actividad la mantención de recursos hidrobiológicos para su exhibición pública con fines demostrativos o de recreación (D.S. 96 de 2015).

Decreto de destinación: el Decreto del Ministerio de Defensa Nacional que, de conformidad con el artículo 55 A de la Ley General de Pesca y Acuicultura, otorga al Servicio la destinación de la zona geográfica correspondiente al área de manejo (D.S. 96 de 2015).

Ecosistema: Complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional (http://areasprotegidas.mma.gob.cl/glosario/).

Especie endémica: Son aquellas especies que viven exclusivamente dentro de un determinado territorio, ya sea un continente, un país, una región política administrativa, una región biogeográfica, una isla o una zona particular. Por lo tanto, las especies endémicas son un subconjunto de las especies nativas (http://areasprotegidas.mma.gob.cl/glosario/).

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Objetivo de conservación: Meta o propósito que se persigue mediante la emisión de una norma de protección, en el caso de la legislatura chilena se verifica que el objetivo o los objetivos de conservación de las áreas protegidas pueden apuntar a: preservar, reservar, resguardar, mantener, proteger, conservar, garantizar la vida, manejar sustentablemente, regular, recuperar, restaurar. (Jurisprudencia de las normas de creación de las áreas protegidas de Chile, revisión de años 1907 a 2013. Ministerio del Medio Ambiente, Chile).

Pesca artesanal: actividad pesquera extractiva realizada por personas naturales que en forma personal, directa y habitual trabajan como pescadores artesanales. Para los efectos de esta ley, se distinguirá entre armador artesanal, mariscador, alguero y pescador artesanal propiamente tal. Estas categorías de pescador artesanal no serán excluyentes unas de otras, pudiendo por tanto una persona ser calificada y actuar simultánea o sucesivamente en dos o más de ellas, siempre que todas se ejerciten en la misma Región, con las solas excepciones que contempla el Título IV de la presente ley (LGPA 20.657).
Se considerará también como pesca artesanal, la actividad pesquera extractiva que realicen personas jurídicas, siempre que éstas estén compuestas exclusivamente por personas naturales inscritas como pescadores artesanales en los términos establecidos en esta ley (LGPA 20.657).

Pesca industrial: actividad pesquera extractiva realizada por armadores industriales, utilizando naves o embarcaciones pesqueras (LGPA 20.657).

Recursos hidrobiológicos: especies hidrobiológicas susceptibles de ser aprovechadas por el hombre (LGPA 20.657).

Reglamento de Clasificación de Especies: Reglamento vigente desde 2005, y modificado en 2011, el cual establece las disposiciones que regirán el procedimiento para la clasificación de especies de plantas, algas, hongos y animales silvestres según lo dispuesto en el artículo 37 de la ley Nº 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente. Las disposiciones de este Reglamento son aplicables sólo a las especies de plantas, algas, hongos y animales silvestres que sean nativas de Chile. (Ministerio del Medio Ambiente, Chile).

Reserva Nacional: Las regiones establecidas para la conservación y utilización, bajo vigilancia oficial, de las riquezas naturales, en las cuales se dará a la flora y la fauna toda protección que sea compatible con los fines para los que son creadas estas reservas (Decreto Supremo N° 531, de 04.10.1967, del Ministerio de Relaciones Exteriores “Convención para la Protección de la flora, la fauna y las bellezas escénicas naturales de América”). Definición según MMA (http://areasprotegidas.mma.gob.cl/glosario/).

Reserva Marina: Estas reservas constituyen un área de resguardo de los recursos hidrobiológicos con el objeto de proteger zonas de reproducción, caladeros de pesca y

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

áreas de repoblamiento por manejo. (Art. 2 Nº 43 de la Ley General de Pesca y Acuicultura). Definición según MMA (http://areasprotegidas.mma.gob.cl/glosario/).

Santuario de la Naturaleza: Son sitios terrestres o marinos que ofrezcan posibilidades especiales para estudios e investigaciones geológicas, paleontológicas, zoológicas, botánicas o de ecología, o que posean formaciones naturales, cuya conservación sea de interés para la ciencia o para el Estado" (artículo 31, Ley N° 17.288 sobre Monumentos Nacionales). Definición según MMA (http://areasprotegidas.mma.gob.cl/glosario/).

Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad: Espacio geográfico terrestre, acuático continental, costero o marino de alto valor para la conservación, identificado por su aporte a la representatividad ecosistémica, su singularidad ecológica o por constituir hábitat de especies amenazadas, y priorizado para la conservación de su biodiversidad en la Estrategia Nacional de Biodiversidad. Definición según la Estrategia nacional de biodiversidad 2017-2030.

UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza o Internacional Union for Conservation of Nature (Decreto N° 29 de 2011).

Veda: acto administrativo establecido por autoridad competente en que está prohibido capturar o extraer un recurso hidrobiológico en un área determinada por un espacio de tiempo (LGPA 20.657).

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

1 Antecedentes

Entre la zona sur de la Región de Atacama y la zona norte de la Región de Coquimbo se encuentra una de las áreas de mayor biodiversidad marina y productividad de nuestro país. Este borde costero y su archipiélago de islotes albergan una importante cantidad de especies marinas que conforman un ecosistema marino excepcional. Por este motivo, en 1990 se declaró la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, protegiendo parte de la zona donde habita el 80% de la población de pingüino de Humboldt a nivel mundial (OCEANA, 2011).

La zona emplazada en el sector costero entre Caleta Chañaral de Aceituno (región de Atacama) y Punta Poroto (región de Coquimbo), es una de las tres zonas más importantes de afloramiento o surgencia en el centro-norte de Chile, transformando el sector en uno de los más productivos de las regiones de Atacama y Coquimbo, debido a que estas surgencias llevan a la superficie del mar aguas profundas, frias y ricas en nutrientes (Figueroa & Moffat 2000). La circulación de corrientes predominantes tendría como consecuencia la llegada de masas de agua con gran cantidad de larvas del sur, las cuales además son retenidas en estas zonas a través de procesos locales, donde los sistemas de islas son fundamentales (Gaymer *et al.,* 2007).

Las condiciones oceanográficas del área y su alta productividad se traducen en grandes reclutamientos de varios organismos de la trama trófica, incluyendo locos y otros recursos pesqueros como lapas y crustáceos. Es un área de biodiversidad y pesquería artesanal de importancia mundial. Concentra numerosas especies en peligro crítico de conservación, incluidas el 80% de la población del pingüino de Humboldt del planeta, numerosas especies endémicas tanto marinas como terrestres, más de 14 especies de cetáceos, además del 80% del desembarque de locos y lapas de la Región de Coquimbo, además de numerosos otros recursos para la pesca artesanal e industrial del centro-norte de Chile, incluyendo al langostino amarillo y el camarón nailon.

Esta productividad biológica se traduce en grandes poblaciones de peces (anchovetas, sardinas) y crustáceos (krill) que son el alimento de las poblaciones de pingüinos de Humboldt, delfines y ballenas que frecuentan o residen en el área. Su borde costero y su archipiélago de islas e islotes albergan, una importante cantidad de especies con 187 especies macrobentónicas, 122 especies de aves, 21 especies de mamíferos marinos y 68 especies de peces.

Por todo esto, el área ha sido reconocida por un panel regional de expertos asesores del Convenio sobre Diversidad Biológica (CBD) como un "área marina biológica o ecológicamente significativa" (EBSA, por su sigla en inglés) a nivel mundial, incluido el hecho de ser parte relevante de uno de los más importantes grandes ecosistemas marinos en el globo [Humboldt Large Marine Ecosystem (LME)]. Así, este ecosistema ha sido definido por la CBD como uno de los 10 grandes ecosistemas marinos con alta prioridad para ser protegidos en el mundo.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

La modificación de la Ley Nº19.300, creó la institucionalidad ambiental y entregó al Ministerio del Medio Ambiente facultades para proponer políticas, planes, programas, normas y supervigilar el Sistema Nacional de Área Protegidas incluido los parques y reservas marinas y los santuarios de la naturaleza (art. 70 letra b), como asimismo de las áreas marinas costeras protegidas de múltiples usos (AMCP-MU) (art.70 letra c). Para la declaración de un AMCP-MU, se requiere contar con un informe técnico, que contenga una caracterización general del área, caracterización socioeconómica, análisis de factibilidad, entre otros.

Las Áreas Marinas Protegidas (AMP) constituyen un instrumento cuyo objetivo principal es conservar la integridad y diversidad de la naturaleza y asegurar que cualquier uso de los recursos naturales sea equitativo y ecológicamente sostenible. Para que las AMPs tengan éxito en el logro de este objetivo, los estados deben materializarlo por medio de una “Estrategia Nacional de Conservación”, de tal manera que las AMPs se consoliden como un componente clave de la gestión integrada de las zonas costeras y marinas, y como parte de su desarrollo sostenible.

Dentro de las categorías de AMPs, las áreas marinas costeras protegidas de múltiples usos (AMCP-MU) son categoría VI de la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza (UICN) para el “uso sostenible de los recursos naturales”. Estas AMPs se definen como aquellas donde existen especies, hábitats, ecosistemas o condiciones naturales y paisajísticas, asociadas a valores culturales o al uso tradicional o sustentable de los recursos naturales y de los servicios ecosistémicos. El objetivo de esta categoría es asegurar el uso sustentable de los servicios ecosistémicos a través de un manejo integrado del área, utilizando los instrumentos de conservación y manejo disponibles en el ordenamiento jurídico. En estas áreas podrán desarrollarse distintas actividades de uso sustentable, siempre que no afecten los objetos de protección del área y se ajusten al respectivo plan de manejo del AMCP-MU.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

2 Metodología

2.1 Proceso de Socialización del Proyecto

La propuesta de declaración de un AMCP-MU requiere de la realización de procesos de información y participación que permitan validar las propuestas levantadas desde los servicios y la academia, generar información atingente al uso del área, identificar los distintos intereses y conflictos existentes, las posibilidades de alianzas y de trabajo conjunto entre los actores, así como sentar las bases para un trabajo mancomunado futuro entre ellos, entre otros temas afines a la declaración de una propuesta de protección de estas características.

De ahí que el proceso de difusión, socialización y de participación requiera de una intervención social asociada a la facilitación de procesos para la búsqueda de soluciones compartidas, basada en el establecimiento de relaciones de confianza y empoderamiento de las partes. Por otro lado, se han utilizado algunos elementos de la metodología de Estándares Abiertos, los que como estrategia metodológica de planificación también supone realizar un trabajo con enfoque participativo (Sandoval C., 2014). Para este caso, hemos desarrollado un trabajo de socialización y levantamiento de información, fomentando el que las personas se apropien del proceso de justificación, favoreciendo con sus experiencias a dar pertinencia territorial a las propuestas, a definir/validar el área del AMCP-MU, validar los objetos de protección del área e identificar los diferentes usos y amenazas. Se apuesta a que el involucramiento del conjunto de actores claves, públicos y privados, en el proceso de elaboración de la propuesta justificatoria, permitirá alcanzar un mejor producto final, que a la vez permite contribuir o facilitar los aspectos asociados a la gobernanza e implementación de la propuesta si es aprobada.

2.1.1 Sistematización de la socialización en la región de Coquimbo y Atacama

Para la ejecución de las actividades de socialización del proyecto, la presente consultoría, utilizando la lista de actores construída durante la primera etapa del proyecto (**Ver Anexo 4.1**), coordinó diferentes talleres participativos presenciales y remotos, a través de la formación de diferentes grupos de participantes (Tabla 1) y elaborando para el caso de los talleres presenciales, invitaciones que fueron enviadas a los actores de las localidades aledañas al área de estudio (sociedad civil, organizaciones de pescadores artesanales, comunidades indígenas, juntas de vecinos, etc) (**Ver Anexo 4.2**).

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Tabla 1. Listado de los talleres y actores invitados para la socialización del proyecto “Elaboración del informe técnico justidicatorio del AMCP-MU Archipiéalgo de Humboldt”.

1º Etapa de talleres presenciales	**Actores invitados**	**Fecha**
Caleta Los Burros	Usuarios y/o pescadores de Caleta Los Burros, Región de Atacama	21.11.2022
	Usuarios y/o pescadores del sector de La Reina, Región de Atacama	
Caleta Chañaral de Aceituno	Usuarios y/o pescadores de Caleta Chañaral de Aceituno, Región de Atacama	22.11.2022
	Usuarios y/o pescadores de Carrizalillo, Región de Atacama	
Caleta Punta de Choros	Usuarios y/o pescadores de Punta de Choros, Región de Coquimbo	23.11.2022
	Usuarios y/o pescadores del pueblo Los Choros, Región de Coquimbo	
Caleta Chungungo	Usuarios y/o pescadores de Caleta Chungungo, Región de Coquimbo	24.11.2022
	Usuarios y/o pescadores del pueblo Los Choros, Región de Coquimbo	
Caleta Hornos	Usuarios y/o pescadores de Caleta Totoralillo Norte, Región de Coquimbo	25.11.2022
	Usuarios y/o pescadores de Caleta Los Hornos, Región de Coquimbo	
Talleres virtuales	**Actores invitados**	**Fecha**
Servicios Púbicos	Profesionales y/o técnicos de cada entidad pública competente de las regiones de Atacama y Coquimbo	16.11.2022
ONGs y Academia	Profesionales de las ONGs que realizan estudios o prestan servicios en las regiones de Atacama y Coquimbo	29.11.2022
2º Etapa de talleres presenciales	**Actores invitados**	**Fecha**
Caleta Los Burros	Usuarios y/o pescadores de Caleta Los Burros, Región de Atacama	23.01.2023
	Usuarios y/o pescadores del sector de La Reina, Región de Atacama	
Caleta Chañaral de Aceituno	Usuarios y/o pescadores de Caleta Chañaral de Aceituno, Región de Atacama	24.01.2023
	Usuarios y/o pescadores de Carrizalillo, Región de Atacama	
Pueblo Los Choros	Usuarios del área y/o pescadores artesanales del Pueblo Los Choros	25.01.2024
Caleta Punta Choros	Usuarios y/o pescadores de Punta de Choros, Región de Coquimbo	25.01.2024
Caleta Totoralillo Norte	Usuarios y/o pescadores de Caleta Totoralillo Norte, Región de Coquimbo	26.01.2025
Caleta Chungungo	Usuarios y/o pescadores de Caleta Chungungo, Región de Coquimbo	26.01.2025
Caleta Los Hornos	Usuarios y/o pescadores de Caleta Los Hornos, Región de Coquimbo	27.01.2026

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Los objetivos de la primera etapa de talleres:

- Presentación del equipo consultor y del objetivo principal del taller (Presentación y socialización de las actividades realizadas y su validación por los usuarios y actores de las localidades aledañas al AMCP-MU).
- Presentación del diagnóstico ambiental realizado por la presente consultoría (resumen) y que impone las bases para la creación del AMCP-MU. Adicionalmente, se evidenciaron las etapas desde la solicitud de creación de un AMP hasta la implementación de sus Planes de Manejo, los servicios ecosistémicos y los beneficios de la creación de un AMCP-MU.
- Presentación propuestas de polígono del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt. En el **Anexo 4.3** se presentan los diferentes escenarios/propuestas del polígono del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt.
- Mesa redonda: Preguntas, observaciones y discusión sobre el polígono del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt y presentación en general (**Anexo 4.5** Presentación realizada en las localidades costeras).

Los objetivos de la segunda etapa de talleres:

- Presentación por parte del equipo consultor de las AMP nacionales con enfoque en la definición del AMCP-MU.
- Presentación por parte del equipo consultor, de las etapas del proceso de creación de un AMPC-MU y posterior implementación de su plan de manejo.
- Presentación del polígono final del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt con exclusión de las AMERBs (**Anexo 4.4**).
- Validación de las amenazas y objetos de protección del área.
- Mesa redonda: Preguntas, observaciones y discusión sobre el polígono “final” del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt (**Anexo 4.6** Presentación realizada en las localidades costeras).

2.2 Expediente registro de actividades realizadas en el proceso de socialización, oficios, entre otra información levantada

Para el caso de las actividades presenciales, se registraron las listas de asistencias y fotografías de los talleres, mientras que para las reuniones virtuales, se obtuvieron fotografías de los asistentes y los nombres de los participantes.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

3 Resultados

3.1 Reunión con contraparte técnica

Durante el desarrollo del proyecto, se han realizado múltiples reuniones en conjunto con nuestra contraparte técnica (Claudia Accini y Roberto Villablanca, profesionales de la SEREMI del Medio Ambiente Región de Coquimbo), donde se ha conversado y consensuado los principales alcances del proyecto (Tabla 2). También se definieron en conjunto, instancias permanentes de retroalimentación, a fin de contar con una validación constante del trabajo realizado durante la ejecución del proyecto.

Tabla 2. Resumen de las reuniones formales realizadas con la contraparte técnica del proyecto "Elaboración del informe técnico justificatorio del AMCP-MU Archipiéalgo de Humboldt".

Fecha	Objetivo
07.09.2022	Presentación del proyecto Validación de metodologías y actividades Compromiso de nuevas reuniones
28.09.2022	Avance de actividades realizadas Comentarios previos a entrega informe de avance
19.10.2022	Comentarios informe de avance Coordinación de actividades futuras
24.10.2022	Coordinación de actvidades futuras Alcances de los talleres de socialización del proyecto
15.11.2022	Coordinación de actividades de terreno Validación de actores y talleres locales
17.11.2022	Coordinación final de actividades de terreno Validación final de actores y talleres locales Revisión de presentación a realizar en las jornadas de socialización
19.01.2023	Coordinación final de actividades de terreno Validación final de actores y talleres locales Revisión de presentación a realizar en las jornadas de socialización

3.2 Sistematización de la 1era etapa de socialización del proyecto en la región de Coquimbo y Atacama

3.2.1 Resumen de las actividades de socialización realizadas en la región de Coquimbo y Atacama

Los talleres de socialización fueron ejecutados de manera presencial y virtual, según se presenta a continuación:

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Tabla 3. Listado de los talleres de socialización realizados en el marco de la ejecución del proyecto "Elaboración del informe técnico justificatorio del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt".

Localidad/Caleta	Taller	Representante/ Líder	Institución/Sector
Burros sur	21-11-2022 16:00 hrs Sede STI Algueros y otros Los Burros Sur Asistieron 11 actores locales, Ricardo Catalan MMA, 3 integrantes equipo GEAMCHILE	Lautaro Santander	Sindicato de Trabajadores Independientes Algueros y Otros
		Juan Cepeda	
		Mauricio Nilo	Sindicato de Trabajadores Independientes de Actividades Extractivas y Diversificación Productiva Marítima La Reina
		Bastian Nilo	
		Diosel Delaho (PDTE)	Comunidad Indígena Tierra y Mar
		Juan Muñoz	Junta de Vecinos Los Burros Sur
		Galvarino Venjara	
		Jhonathan Villalobos	
		Jaime Clabina	
		Lautaro Santander	
		Juan Cepeda	GEF Caleta Los Burros
		Ricardo Catalan	MMA
		Cristian Parra	Jefe de proyecto Consultora GEAMCHILE
		Claudia Meza	Consultora GEAMCHILE
		Carolina Alvarez	Consultora GEAMCHILE
Chañaral de Aceituno	22-11-2022 16:00 hrs DOMO Chañaral de Aceituno Asistieron 7 actores locales, Valeria Portus GEF, 3 integrantes equipo GEAMCHILE	Ronald Campusano	S.T.I. De Buzos, Mariscadores Y Pescadores En Todas Sus Categorías De La Caleta Chañaral De Aceituno
		Alfonso Avalos	
		Paola Oyarzun	Junta de Vecinos Nº12 Chañaral de Aceituno
		Felipe Rivera Marin	Comunidad Indígena Alvarez-Hidalgo y descendencia
		Julio Marin	
		Yasna Marin	
		Yasna Marin	Asociación de mujeres changas del mar
		Alfonso Avalos	Asociación de turismo
		Alfonso Avalos	Asociación turística de caleta Chañaral de Aceituno
		Valeria Portus	Proyecto GEF
		Cristian Parra	Jefe de proyecto Consultora GEAMCHILE
		Claudia Meza	Consultora GEAMCHILE
		Carolina Alvarez	Consultora GEAMCHILE
Punta Choros, Los Choros y El Llano Los Choros	23-11-2022 16:00 hrs SEDE AG Punta de Choros Asistieron 12 actores locales; Claudia Accini y Roberto Villablanca MMA; 3 integrantes equipo GEAMCHILE	Rodrigo Flores	A.G. de Trabajadores del Mar Independientes de Caleta Punta de Choros.
		Osvaldo Cortes	Comité de Agua Potable Rural (APR) Punta de Choros
		Teresa Reyes	
		Teresa Reyes	Junta de vecinos Punta Choros
		Teresa Reyes	Organización de Desarrollo y Fomento del Turismo
		Lucia Ossandon	Comunidad Indígena Juana Vergara
		Alicia Tamayo	
		Silvio Vergara	
		Teresa Reyes	Mesa Local GEF Gobernanza Marina Caleta Punta de Choros

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Localidad/Caleta	Taller	Representante/ Líder	Institución/Sector
		Francisco Aguilar	Junta de Vecinos Nº3 Los Choros
		Manuel Astorga	Junta de Vecinos Nº21 Los Llanos de los Choros
		Cristian Araya	Comité de Agua Potable Rural (APR) Los Choros
		Catalina Gajardo	Mesa Local GEF Gobernanza Marina Caleta Los Choros y Llanos de Los Choros
		Ayelen Morales	
		Rosa Rojas	MODEMA
		Sophia Ossa	PI Llano Los Choros
		Claudia Accini	MMA
		Roberto Villablanca	MMA
		Cristian Parra	Jefe de proyecto Consultora GEAMCHILE
		Claudia Meza	Consultora GEAMCHILE
		Carolina Alvarez	Consultora GEAMCHILE
Chungungo	24-11-2022 16:00 hrs Sede Junta de vecinos de Caleta Chungungo Asistieron 15 actores locales, Claudia Accini MMA, 3 integrantes equipo GEAMCHILE	Tomas Sarmiento	S.T.I. De Buzos, Ayudantes, Pescadores y Recolectores De La Caleta Chungungo
		Sergio Espejo	
		Luis Cortes	A.G. De Trabajadores Independientes De Chungungo, Comuna La Higuera
		Luis Ahumada	
		Juan Castillo	Organización Comunitaria De Buzos Mariscadores Los Castillo
		Flor Castillo	
		Luis Castillo	
		Esteban Guerrero	
		Patricio Guerrero	
		Tomas Sarmiento	Comité de Agua Potable Rural (APR) de Chungungo
		Sergio Espejo	
		Macarena Olivares	Centro Cultural / Centro de Madres y / Chungungo Turismo Azul
		Leonardo Ahumada	
		Fabiola Vega	Poblador
		Joaquin Luna	
		Karen Quezada	Sphenisco
		Nancy Duman	
		Macarena Olivares	GEF Caleta Chungungo
		Leonardo Ahumada	
		Claudia Accini	MMA
		Cristian Parra	Jefe de proyecto Consultora GEAMCHILE
		Claudia Meza	Consultora GEAMCHILE
		Carolina Alvarez	Consultora GEAMCHILE
Totoralillo Norte, Caleta Los Hornos	25-11-2022 16:00 hrs Sede caleta Hornos Asistieron 11 actores locales, Leonardo Gros SEREMI MMA y Roberto Villablanca MMA, 3 integrantes equipo GEAMCHILE	Raul Julio	S.T.I. Pescadores Artesanales Totoralillo Norte, de la Comuna de La Higuera.
		Jorge Cabrera	
		Boris Godoy	
		Patricio Cortes	Comité Mar y Tierra
		Claudia Galvez	
		Gustavo Taquia	
		Cecilia Lamas	
		Marcos Ape Toledo	Agrupación Social, cultural y medio ambiental Hierba Buena
		Carlos Osorio	

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Localidad/Caleta	Taller	Representante/ Líder	Institución/Sector
		Alexis Sanchez	Agrupación Indigena Mitilicultora Caleta Los Hornos
		Lidia Flores	Centro de madres Vida y Progreso
		Leonardo Gros	SEREMI MMA
		Roberto Villablanca	MMA
		Cristian Parra	Jefe de proyecto Consultora GEAMCHILE
		Claudia Meza	Consultora GEAMCHILE
		Carolina Alvarez	Consultora GEAMCHILE

Taller virtual	Participantes	Institución/sector
Servicios Públicos	Leonardo Gross	SEREMI del Medio Ambiente Región de Coquimbo
	Diego Flores	Ministerio del Medio Ambiente
	Felipe Paredes Vargas	Ministerio del Medio Ambiente
	Claudia Accini	Profesional, SEREMI del Medio Ambiente Región de Coquimbo
	Roberto Villablanca	Profesional, SEREMI del Medio Ambiente Región de Coquimbo
	Marisol Romero	Ministerio del Medio Ambiente, Áreas Marinas Protegidas
	Pamela Fernández	Profesional, Ministerio del Medio Ambiente
	Erick Burgos	SERNAPESCA Atacama, Encargado de Biodiversidad
	Gerardo Cerda	SERNAPESCA Coquimbo, Encargado de Biodiversidad
	Paula Toledo	SAG, Coquimbo
	Mario Meléndez Rivera	CONAF, Jefe Provincial Elqui
	Paula Martínez Palma	CONAF, Jefa Departamento Áreas Protegidas Coquimbo
	Gabriela López Acosta	CONAF, Profesional Atacama
	Pedro Salazar	CONAF
	José Torres	CONAF
	Marcela Blanco	Gobernación Marítima de Caldera, Encargada de Medio Ambiente
	Francisco Gascogne	CONAF
	Ignacio Quevedo	Municipalidad Freirina, Profesional Unidad de Desarrollo Productivo
	Francisco Zepeda Cruz	CONAF
	Alejandro Dal Santo	Instituto de Fomento Pesquero (IFOP)
	Eugenia Valdebenito,	
	José Hermosilla Concha,	
	Ana Gutierrez	
	Cristian Parra	Consultora Geam Chile, Jefe de Proyecto
	Claudia Meza	Consultora GeamChile, profesional
	Carolina Álvarez	Consultora GeamChile, profesional
ONGs, Investigadores	Tamara Gaymer	MODEMA
	Nancy Guzmán	Sphenisco
	Karen Quezada	Sphenisco
	Ignacio Petit	OCEANA
	Rosa Rojas	MODEMA
	Claudia Accini	Profesional, SEREMI del Medio Ambiente Región de Coquimbo
	Roberto Villablanca	Profesional, SEREMI del Medio Ambiente Región de Coquimbo
	Cristian Parra	Consultora Geam Chile, Jefe de Proyecto
	Claudia Meza	Consultora GeamChile, profesional
	Carolina Álvarez	Consultora GeamChile, profesional
Reunión virtual	**Participantes**	**Institución/sector**

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Taller virtual	Participantes	Institución/sector
Reunión especial	Katerina Varas	Coordinadora Bi-regional Zona Norte, Proyecto GEF Gobernaza Marina Costera
	Valeria Portus	Profesional, Proyecto GEF Gobernaza Marina Costera
	Cristian Parra	Consultora Geam Chile, Jefe de Proyecto
	Claudia Meza	Consultora GeamChile, profesional
	Carolina Álvarez	Consultora GeamChile, profesional

3.2.2 Sistematización de la socialización de la Propuesta del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, junto a los actores locales de las regiones de Coquimbo y Atacama

3.2.2.1 Taller Caleta Los Burros



Figura 1. Fotografía capturada durante la ejecución del taller en el sector de Caleta Los Burros

El taller se realizó en las instalaciones del STI de Algueros y otros de Caleta Los Burros, donde participaron 11 usuarios del maritorio y territorio de Caleta Los Burros y Sector de La Reina, un profesional de la Seremi del Medio Ambiente de la región de Atacama (Ricardo Catalán) y tres profesionales del equipo consultor (Cristian Parra, Jefe de Proyecto, Carolina Alvarez, profesional GeamChile y Claudia Meza, profesional GeamChile) (Tabla 2, Figura 1).

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Durante el desarrollo del taller, el equipo consultor presentó los antecedentes que justifican la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, poniendo en evidencia las principales variables asociadas al borde costero y maritorio del Archipiélago de Humboldt y que resultan en las condiciones óptimas para el hábitat de múltilples especies y zonas de estadía temporal para otros taxones (zonas de alimentación, etc). La segunda etapa del taller, consistió en la presentación de las propuestas del polígono del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, fundamentando y explicando los límites del área marina protegida y recibiendo por parte de los usuarios, observaciones, preguntas y/o dudas que surgieron de la presentación.
Las temáticas presentadas se reportan en el siguiente párrafo:

- Presentación del equipo consultor y de los participantes
- Presentación por parte del equipo consultor de los alcances del proyecto, fundamentos y justificación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt.
- Presentación por parte del equipo consultor, de los beneficios del AMP, Servicios ecosistémicos y etapas de la creación de un AMP y posterior elaboración del Plan de Manejo.
- Presentación de las propuestas del polígono del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt. En ambas propuestas el límite norte se emplaza cerca del sector de La Reina (Punta Pájaro), su límite sur en la costa aledaña a Punta Poroto (al sur de Caleta Los Hornos), mientras que el límite oeste, recae cerca de las 28 nm promedio desde la línea de costa, incluyendo dentro de su superficie a las islas Pájaros 1, Pájaros 2, Tilgo y Chungungo. La superficie del área no incluye las diferentes figuras de protección existentes, tales como, las Reservas Marinas de Isla Chañaral e Islas Choros y Damas, la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, el Sitio Prioritario para la Conservación Reserva Marina Punta Choros, el Santuario de la Naturaleza Humedal La Boca y una solicitud de Espacio Marino Costero de Pueblos Originarios (ECMPO). Adicionalmente, se excluyen del AMP las concesiones acuícolas y las concesiones marítimas otorgadas. Las propuestas se diferencian en el límite este. **Escenario 1**: el límite este bordea toda la línea de costa (línea de más alta marea), desde el sector de Punta Pájaro a Punta Poroto, incluyendo dentro del polígono a todas las AMERBs, mientras que el **Escenario 2**: el límite este bordea la línea de costa en las áreas de libre acceso, sin embargo, en presencia de un AMERB, el límite este bordeará el área de manejo, excluyéndolas del espacio del AMP.
- En el caso que el Escenario 1 sea aceptado sólo por algunas organizaciones de pescadores artesanales (situación que debe ser validada por el Sernapesca), se propone incluirlas dentro del AMCP-MU, y que dicha experiencia, resulte como un escenario piloto, para que dentro de un periodo no mayor a 5 años, se evalúe el ingreso del conjunto de las AMERBs al AMCP-MU.

Los usuarios de Caleta Los Burros y sus sectores aledaños, observan a lo menos los siguientes puntos:

- Desconocen el real objetivo de un AMCP-MU y el impacto que pudiera ocasionar sobre sus AMERBs y las áreas de libre acceso. Ponen en duda, si el área de manejo seguiría siendo administrada por las organizaciones titulares,

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

al igual que la extracción de sus cuotas y la posible llegada de usuarios del AMCP-MU a sus AMERBs.

- Manifiestan una creciente desconfianza, principalmente por las consecuencias que derivaron de la designación de la Reserva Marina de Isla Chañaral y sus restricciones de extracción/recolección de recursos (principalmente algas).
- Ponen en evidencia las malas prácticas que realizan usuarios del maritorio, específicamente operadores turísticos, que no respetan las normas aplicables a su actividad.
- Declaran que su desarrollo turístico se ha visto opacado por los mínimos recursos que el Estado ha aportado a la zona, donde queda de manifiesto en la decaída infraestructura portuaria y nula señalética de aviso de la caleta.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

3.2.2.2 Taller Caleta Chañaral de Aceituno



Figura 2. Fotografía capturada durante la ejecución del taller en el sector de Caleta Chañaral de Aceituno.

El taller se realizó en El Domo de Caleta Chañaral de Aceituno, donde participaron 8 usuarios del borde costero de Caleta Chañaral de Aceituno y Caleta Carrizalillo y tres profesionales del equipo consultor (Cristian Parra, Jefe de Proyecto, Carolina Alvarez, profesional GeamChile y Claudia Meza, profesional GeamChile) (Tabla 2, Figura 2).

Durante el desarrollo del taller, el equipo consultor presentó los antecedentes que justifican la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, poniendo en evidencia las principales variables asociadas al borde costero y maritorio del Archipiélago de Humboldt y que resultan en las condiciones óptimas para el hábitat de múltilples especies y zonas de estadía temporal para otros taxones (zonas de alimentación, etc). La segunda etapa del taller, consistió en la presentación de las propuestas del polígono del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, fundamentando y explicando los límites del área marina protegida y recibiendo por parte de los usuarios, observaciones, preguntas y/o dudas que surgieron de la presentación.
Las temáticas presentadas se reportan en el siguiente párrafo:

- Presentación del equipo consultor y de los participantes
- Presentación por parte del equipo consultor de los alcances del proyecto, fundamentos y justificación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

- Presentación por parte del equipo consultor, de los beneficios del AMP, Servicios ecosistémicos y etapas de la creación de un AMP y posterior elaboración del Plan de Manejo.
- Presentación de las propuestas del polígono del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt. En ambas propuestas el límite norte se emplaza cerca del sector de La Reina (Punta Pájaro), su límite sur en la costa aledaña a Punta Poroto (al sur de Caleta Los Hornos), mientras que el límite oeste, recae cerca de las 28 nm promedio desde la línea de costa, incluyendo dentro de su superficie a las islas Pájaros 1, Pájaros 2, Tilgo y Chungungo. La superficie del área no incluye las diferentes figuras de protección existentes, tales como, las Reservas Marinas de Isla Chañaral e Islas Choros y Damas, la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, el Sitio Prioritario para la Conservación Reserva Marina Punta Choros, el Santuario de la Naturaleza Humedal La Boca y una solicitud de Espacio Marino Costero de Pueblos Originarios (ECMPO). Adicionalmente, se excluyen del AMP las concesiones acuícolas y las concesiones marítimas otorgadas. Las propuestas se diferencian en el límite este. **Escenario 1**: el límite este bordea toda la línea de costa (línea de más alta marea), desde el sector de Punta Pájaro a Punta Poroto, incluyendo dentro del polígono a todas las AMERBs, mientras que el **Escenario 2**: el límite este bordea la línea de costa en las áreas de libre acceso, sin embargo, en presencia de un AMERB, el límite este bordeará el área de manejo, excluyéndolas del espacio del AMP.
- En el caso que el Escenario 1 sea aceptado sólo por algunas organizaciones de pescadores artesanales (situación que debe ser validada por el Sernapesca), se propone incluirlas dentro del AMCP-MU, y que dicha experiencia, resulte como un escenario piloto, para que dentro de un periodo no mayor a 5 años, se evalúe el ingreso del conjunto de las AMERBs al AMCP-MU.

Los usuarios de Caleta Chañaral de Aceituno, Caleta Carrizalillo y sus sectores aledaños, observan a lo menos los siguientes puntos:

- Presentan una creciente desconfianza al proceso de creación de áreas marinas protegidas, esto por la diferencia entre las condiciones iniciales socializadas antes de la creación de la Reserva Marina Isla de Chañaral y las consecuencias que derivaron tras la designación de la Reserva Marina (restricción de uso pesquero principalmente).
- Representante de Comunidad Changa declara que solicitará formalmente la realización del Consulta a Pueblos Originarios Convenio 169. Asimismo, recalca que este tipo de información debe ser discutida en forma calmada y a su manera con los miembros de la comunidad, por lo que no pueden dar opinión respecto del polígono sin realizar la consulta con los demás miembros.
- Mantienen una sustancial desconfianza por el proceso de toma de decisiones posterior a la creación del AMCP-MU, desconocen dichos procedimientos y las acciones que de ello derivan.
- Manifiestan temor con la creación del AMCP-MU, de perder los derechos y posibilidades de uso de las AMERB ya destinadas. Esta desconfianza se

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

extiende hacia la información proporcionada por los servicios y consultores. Consultan por la experiencia de la AMCP-MU de Atacama, no es clara la intención ni la información que tienen al respecto.

- El polígono es para algunos muy grande, con pocas posibilidades de gestionar, especialmente teniendo en cuenta los distintos intereses y grupos existentes, y de fiscalizar teniendo en cuenta los escasos recursos y personal de Sernapesca y Directemar.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

3.2.2.3 Taller Caleta Punta Choros



Figura 3. Fotografía capturada durante la ejecución del taller en el sector de Caleta Punta Choros

El taller se realizó en la sede de la Asociación Gremial (AG) de Punta Choros, donde participaron 12 asistentes provenientes de la Caleta Punta Choros y Pueblo Los Choros, dos profesionales de la Seremi del Medio Ambiente de la región de Coquimbo (Claudia Accini y Roberto Villablanca) y tres profesionales del equipo consultor (Cristian Parra, Jefe de Proyecto, Carolina Alvarez, profesional GeamChile y Claudia Meza, profesional GeamChile) (Tabla 1, Figura 3).

Durante el desarrollo del taller, el equipo consultor presentó los antecedentes que justifican la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, poniendo en evidencia las principales variables asociadas al borde costero y maritorio del Archipiélago de Humboldt y que resultan en las condiciones óptimas para el hábitat de múltilples especies y zonas de estadía temporal para otros taxones (zonas de alimentación, etc). La segunda etapa del taller, consistió en la presentación de las propuestas del polígono del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, fundamentando y explicando los límites del área marina protegida y recibiendo por parte de los usuarios, observaciones, preguntas y/o dudas que surgieron de la presentación.
Las temáticas presentadas se reportan en el siguiente párrafo:

- Presentación del equipo consultor y de los participantes
- Presentación por parte del equipo consultor de los alcances del proyecto, fundamentos y justificación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

- Presentación por parte del equipo consultor, de los beneficios del AMP, Servicios ecosistémicos y etapas de la creación de un AMP y posterior elaboración del Plan de Manejo.
- Presentación de las propuestas del polígono del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt. En ambas propuestas el límite norte se emplaza cerca del sector de La Reina (Punta Pájaro), su límite sur en la costa aledaña a Punta Poroto (al sur de Caleta Los Hornos), mientras que el límite oeste, recae cerca de las 28 nm promedio desde la línea de costa, incluyendo dentro de su superficie a las islas Pájaros 1, Pájaros 2, Tilgo y Chungungo. La superficie del área no incluye las diferentes figuras de protección existentes, tales como, las Reservas Marinas de Isla Chañaral e Islas Choros y Damas, la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, el Sitio Prioritario para la Conservación Reserva Marina Punta Choros, el Santuario de la Naturaleza Humedal La Boca y una solicitud de Espacio Marino Costero de Pueblos Originarios (ECMPO). Adicionalmente, se excluyen del AMP las concesiones acuícolas y las concesiones marítimas otorgadas. Las propuestas se diferencian en el límite este. **Escenario 1**: el límite este bordea toda la línea de costa (línea de más alta marea), desde el sector de Punta Pájaro a Punta Poroto, incluyendo dentro del polígono a todas las AMERBs, mientras que el **Escenario 2**: el límite este bordea la línea de costa en las áreas de libre acceso, sin embargo, en presencia de un AMERB, el límite este bordeará el área de manejo, excluyéndolas del espacio del AMP.
- En el caso que el Escenario 1 sea aceptado sólo por algunas organizaciones de pescadores artesanales (situación que debe ser validada por el Sernapesca), se propone incluirlas dentro del AMCP-MU, y que dicha experiencia, resulte como un escenario piloto, para que dentro de un periodo no mayor a 5 años, se evalúe el ingreso del conjunto de las AMERBs al AMCP-MU.

Los usuarios de Caleta Punta Choros, Pueblo Los Choros y sus sectores aledaños, observan a lo menos los siguientes puntos:

- Los participantes hacen mención sobre incluir más allá del límite este del AMP (línea de costa), adicionando terreno de playa y parte de la cuenca del río Los Choros. Esto último, surge dada la necesidad de proteger las aguas del río, que desembocan y alimentan las playas del sector de Los Choros y que cumplen un rol ecológico clave para la mantención de la población de machas de dicha área. Complementariamente, existen múltiples actividades en la cuenca del río y en sus sectores aledaños (uso agrícola), y que eventualmente podrían convertirse en una amenaza para el curso de agua y consecuentemente, para el recurso macha y otras especies bentónicas. Dado esto último, es primordial coordinar acciones participativas y de socialización con la Comunidad Agrícola de Los Choros. Se aclara que la presente propuesta del AMCP-MU, no incluye desde la línea de costa hacia el continente, no obstante, durante la elaboración del Plan de Manejo, se pueden identificar amenazas fuera del polígono, que pudieran afectar a los objetos de conservación y por ende incluir a dichos actores al proceso de implementación de acciones para el control de las amenazas (por ejemplo, para el caso de

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

potenciales amenazas provenientes de empresas u otros actores, y que pudieran ocasionar un impacto negativo sobre la calidad o cantidad de las aguas del río Los Choros y que consecuentemente impacte el área costera y por ende las especies hidrobiológicas que habitan en esos sectores, se haría necesario la inclusión de dichos actores al proceso de control de las amenazas, a través de la implementación de acciones específicas estipuladas en el plan de manejo). Adicionalmente, se menciona que existen otros instrumentos de gestión ambiental que permitirían la protección de áreas terrestres (SNASPE, Santuarios. Plan regulador en actualización, Proyecto de Coordinación de Agua Potable Rural en la comuna de La Higuera, entre otros).

- Consultan por la definición de los Objetos de Conservación. Se aclara que se trabajará en los Objetos de Protección del AMCP-MU durante el segundo ciclo de talleres de socialización que se realizarán en el mes de enero 2023.
- Otro tema que se expone es la carencia de pasos de servidumbre para llegar a la playa en vehículo en caso de turismo, extracción de algas, machas u otros recursos bentónicos. En algunos casos esto implica la destrucción de las zonas de dunas por el impacto de los vehículos.
- Otro tema importante, la administración y gestión del AMCP-MU una vez creada, qué organismo la administrará; cómo participan ellos y otros usuarios locales. Se aclara que la figura se define durante el proceso de elaboración del Plan de Manejo donde ellos también participarán como actores claves. Preocupa la figura de administración porque consideran que los servicios (Sernapesca, Conaf) no han sido capaces de proteger y fiscalizar las Reservas Marinas de Isla Chañaral y Pingüino de Humboldt y la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt.
- Consultan por la integración de Isla Gaviota al AMCP-MU, no obstante, se aclara que ya posee una figura de protección (Bien Nacional Protegido).
- También manifiestan cierta inquietud por la propuesta que incluye a las AMERBs al AMCP-MU; consultan por la pérdida de los derechos por parte de las organizaciones titulares, cambios de las cuotas otorgadas y la posibilidad de que usuarios externos puedan extraer parte de sus cuotas. El equipo consultor aclara que, las áreas de manejo seguirán bajo la misma figura y derechos que hoy tienen en el marco de cada Plan de Manejo en específico. Si bien el objetivo de un AMERBs es destinar un espacio marino-costero a una organización de pescadores para el manejo y uso racional de sus especies principales, esto trae como efecto, la conservación y protección de dichos recursos, existiendo un alto porcentaje de similitud entre AMERBs y AMCP-MU. Sin perjuicio de lo anterior, la consulta queda abierta para que las organizaciones titulares puedan conversar, consensuar y discutir con los socios y usuarios, la incorporación de sus áreas de manejo al polígono del AMCP-MU.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

3.2.2.4 Taller Caleta Chungungo



Figura 4. Fotografía capturada durante la ejecución del taller en el sector de Caleta Chungungo

El taller se realizó en la sede de la Junta de Vecinos de la Localidad de Chungungo, donde participaron 15 usuarios del borde costero de Caleta Chungungo y sectores aledaños, una profesional de la Seremi del Medio Ambiente de la Región de Coquimbo (Claudia Accini) y tres profesionales del equipo consultor (Cristian Parra, Jefe de Proyecto, Carolina Alvarez, profesional GeamChile y Claudia Meza, profesional GeamChile) (Tabla 2, Figura 4).

Durante el desarrollo del taller, el equipo consultor presentó los antecedentes que justifican la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, poniendo en evidencia las principales variables asociadas al borde costero y maritorio del Archipiélago de Humboldt y que resultan en las condiciones óptimas para el hábitat de múltilples especies y zonas de estadía temporal para otros taxones (zonas de alimentación, etc). La segunda etapa del taller, consistió en la presentación de las propuestas del polígono del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, fundamentando y explicando los límites del área marina protegida y recibiendo por parte de los usuarios, observaciones, preguntas y/o dudas que surgieron de la presentación.
Las temáticas presentadas se reportan en el siguiente párrafo:

- Presentación del equipo consultor y de los participantes
- Presentación por parte del equipo consultor de los alcances del proyecto, fundamentos y justificación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

- Presentación por parte del equipo consultor, de los beneficios del AMP, Servicios ecosistémicos y etapas de la creación de un AMP y posterior elaboración del Plan de Manejo.
- Presentación de las propuestas del polígono del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt. En ambas propuestas el límite norte se emplaza cerca del sector de La Reina (Punta Pájaro), su límite sur en la costa aledaña a Punta Poroto (al sur de Caleta Los Hornos), mientras que el límite oeste, recae cerca de las 28 nm promedio desde la línea de costa, incluyendo dentro de su superficie a las islas Pájaros 1, Pájaros 2, Tilgo y Chungungo. La superficie del área no incluye las diferentes figuras de protección existentes, tales como, las Reservas Marinas de Isla Chañaral e Islas Choros y Damas, la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, el Sitio Prioritario para la Conservación Reserva Marina Punta Choros, el Santuario de la Naturaleza Humedal La Boca y una solicitud de Espacio Marino Costero de Pueblos Originarios (ECMPO). Adicionalmente, se excluyen del AMP las concesiones acuícolas y las concesiones marítimas otorgadas. Las propuestas se diferencian en el límite este. **Escenario 1**: el límite este bordea toda la línea de costa (línea de más alta marea), desde el sector de Punta Pájaro a Punta Poroto, incluyendo dentro del polígono a todas las AMERBs, mientras que el **Escenario 2**: el límite este bordea la línea de costa en las áreas de libre acceso, sin embargo, en presencia de un AMERB, el límite este bordeará el área de manejo, excluyéndolas del espacio del AMP.
- En el caso que el Escenario 1 sea aceptado sólo por algunas organizaciones de pescadores artesanales (situación que debe ser validada por el Sernapesca), se propone incluirlas dentro del AMCP-MU, y que dicha experiencia, resulte como un escenario piloto, para que dentro de un periodo no mayor a 5 años, se evalúe el ingreso del conjunto de las AMERBs al AMCP-MU.

Los usuarios de la Caleta Chungungo y sus sectores aledaños, observan a lo menos los siguientes puntos:

- Manifiestan preocupación por la propuesta que incluye a las AMERBs al AMCP-MU; consultan por la pérdida de los derechos por parte de las organizaciones titulares, cambios de las cuotas otorgadas y la posibilidad de que usuarios externos puedan extraer parte de sus cuotas. El equipo consultor aclara que, las áreas de manejo seguirán bajo la misma figura y derechos que hoy tienen en el marco de cada Plan de Manejo en específico. Si bien el objetivo de un AMERBs es destinar un espacio marino-costero a una organización de pescadores para el manejo y uso racional de sus especies principales, esto trae como efecto, la conservación y protección de dichos recursos, existiendo un alto porcentaje de similitud entre ambas figuras. Sin perjuicio de lo anterior, la consulta queda abierta para que las organizaciones titulares puedan conversar, consensuar y discutir con los socios y usuarios de dichas áreas.
- La desconfianza radica principalmente, por el anterior proceso de creación de la Reserva Marina de Pingüino de Humboldt y las consecuencias que derivaron tras la designación de la Reserva Marina, restringiendo el uso pesquero a un

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

número importante de pescadores. A esto se suma, la entrega de un área de manejo a una organización de pescadores artesanales del sector de Punta de Choros, proceso que aumentó la desconfianza al proceso de creación de la reserva marina.

- Otro tema importante, corresponde a los valiosos beneficios que han recibido los pescadores de Punta Choros para incrementar y potenciar el turismo local, relegando a un papel secundario a otros sectores y caletas de la zona (como por ejemplo Caleta Chungungo).
- Preocupan las áreas de libre acceso; que papel cumplirán posterior a la creación del AMCP-MU, dudan sobre la posibilidad de extraer dichos recursos con la nueva figura de protección.
- Los participantes ponen sobre discusión el nombre del AMCP-MU, comentando que no los representa y que tiene un significado más local (por el sector de Punta de Choros y su archipiélago) que zonal.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

3.2.2.5 Taller Caleta Los Hornos



Figura 5. Fotografía capturada durante la ejecución del taller en el sector de Caleta Los Hornos

El taller se realizó en la sede del Club Deportivo de Caleta Los Hornos, donde participaron 9 usuarios del borde costero de Caleta Totoralillo principalmente, Los Hornos, Yerbas Buenas y sectores aledaños, un profesional de la Seremi del Medio Ambiente de la Región de Coquimbo (Roberto Villablanca), el Seremi del Medio Ambiente de la Región de Coquimbo (Leonardo Gross) y tres profesionales del equipo consultor (Cristian Parra, Jefe de Proyecto, Carolina Alvarez, profesional GeamChile y Claudia Meza, profesional GeamChile) (Tabla 2, Figura 5).

Durante el desarrollo del taller, el equipo consultor presentó los antecedentes que justifican la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, poniendo en evidencia las principales variables asociadas al borde costero y maritorio del Archipiélago de Humboldt y que resultan en las condiciones óptimas para el hábitat de múltilples especies y zonas de estadía temporal para otros taxones (zonas de alimentación, etc). La segunda etapa del taller, consistió en la presentación de las propuestas del polígono del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, fundamentando y explicando los límites del área marina protegida y recibiendo por parte de los usuarios, observaciones, preguntas y/o dudas que surgieron de la presentación.
Las temáticas presentadas se reportan en el siguiente párrafo:

- Presentación del equipo consultor y de los participantes
- Presentación por parte del equipo consultor de los alcances del proyecto, fundamentos y justificación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

- Presentación por parte del equipo consultor, de las etapas de la creación de un AMP y posterior elaboración del Plan de Manejo.
- Presentación de las propuestas del polígono del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt. En ambas propuestas el límite norte se emplaza cerca del sector de La Reina (Punta Pájaro), su límite sur en la costa aledaña a Punta Poroto (al sur de Caleta Los Hornos), mientras que el límite oeste, recae cerca de las 28 nm promedio desde la línea de costa, incluyendo dentro de su superficie a las islas Pájaros 1, Pájaros 2, Tilgo y Chungungo. La superficie del área no incluye las diferentes figuras de protección existentes, tales como, las Reservas Marinas de Isla Chañaral e Islas Choros y Damas, la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, el Sitio Prioritario para la Conservación Reserva Marina Punta Choros, el Santuario de la Naturaleza Humedal La Boca y una solicitud de Espacio Marino Costero de Pueblos Originarios (ECMPO). Adicionalmente, se excluyen del AMP las concesiones acuícolas y las concesiones marítimas otorgadas. Las propuestas se diferencian en el límite este. **Escenario 1**: el límite este bordea toda la línea de costa (línea de más alta marea), desde el sector de Punta Pájaro a Punta Poroto, incluyendo dentro del polígono a todas las AMERBs, mientras que el **Escenario 2**: el límite este bordea la línea de costa en las áreas de libre acceso, sin embargo, en presencia de un AMERB, el límite este bordeará el área de manejo, excluyéndolas del espacio del AMP.
- En el caso que el Escenario 1 sea aceptado sólo por algunas organizaciones de pescadores artesanales (situación que debe ser validada por el Sernapesca), se propone incluirlas dentro del AMCP-MU, y que dicha experiencia, resulte como un escenario piloto, para que dentro de un periodo no mayor a 5 años, se evalúe el ingreso del conjunto de las AMERBs al AMCP-MU.

Los usuarios de la Caleta Totoralillo, Los Hornos, Yerbas Buenas y sectores aledaños, observan a lo menos los siguientes puntos:

- Los participantes ponen sobre discusión el nombre del AMCP-MU, comentando que no los representa y que tiene un significado más local (por el sector de Punta de Choros y su archipiélago) que zonal.
- En términos de toma de decisiones, a los asistentes les preocupa el cómo se resolverán conflictos, se consensuarán situaciones u opiniones, etc. Entienden que hacia los sectores centro norte del área, existen más organizaciones de pescadores artesanales y que podrían eventualmente, tener un mayor peso en futuras votaciones.
- Explican que ellos forman parte de un sector que tiene su origen en la actividad minera, con la que comparten intereses y con quien podrían compartir usos del territorio y maritorio en un futuro. En dichas empresas, ven oportunidades y beneficios que no han sido aportados o entregados por el Estado.
- Hacen hincapié sobre el límite oeste del AMCP-MU, y consultan sobre las potenciales amenazas de los grandes barcos que usan el área como ruta marítima hacia el puerto de Coquimbo, y hacen la analogía con los grandes barcos que podrían usar al área protegida como ruta hacia los terminales

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

portuarios que actualmente se encuentran en evaluación. Para esto se aclara, que ambas actividades constituyen una amenaza para los grandes cetáceos que habitan o visitan el AMCP-MU.

- En términos de amenaza, identifican a la pesca industrial y “semi-industrial” como actividades que deterioran tanto el ecosistema como los recursos pesqueros. Consultan sobre las futuras fiscalizaciones que debieran ocurrir con el establecimiento del AMCP-MU.
- Expresan no estar de acuerdo que el AMCP-MU se comparta con la Región de Atacama, principalmente porque existe incompatibilidad de opinión sobre las zonas de pesca (usuarios de una región no pueden extraer recursos en la región vecina).
- Manifiestan preocupación por la propuesta que incluye a las AMERBs al AMCP-MU; consultan por la pérdida de los derechos por parte de las organizaciones titulares, cambios de las cuotas otorgadas y la posibilidad de que usuarios externos puedan extraer parte de sus cuotas. El equipo consultor aclara que, las áreas de manejo seguirán bajo la misma figura y derechos que hoy tienen en el marco de cada Plan de Manejo en específico. Si bien el objetivo de un AMERBs es destinar un espacio marino-costero a una organización de pescadores para el manejo y uso racional de sus especies principales, esto trae como efecto, la conservación y protección de dichos recursos, existiendo un alto porcentaje de similitud entre ambas figuras. Sin perjuicio de lo anterior, la consulta queda abierta para que las organizaciones titulares puedan conversar, consensuar y discutir con los socios y usuarios de dichas áreas.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

3.2.2.6 Taller Virtual Servicios Públicos

El taller se realizó de forma virtual, donde participaron 23 profesionales de diferentes servicios (Ministerio del Medio Ambiente, CONAF, SAG, Sernapesca, Gobierno Regional) y tres profesionales del equipo consultor (Cristian Parra, Jefe de Proyecto, Carolina Alvarez, profesional GeamChile y Claudia Meza, profesional GeamChile) (Tabla 2, Figura 5).

Durante el desarrollo del taller, el equipo consultor presentó los antecedentes que justifican la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, poniendo en evidencia las principales variables asociadas al borde costero y maritorio del Archipiélago de Humboldt y que resultan en las condiciones óptimas para el hábitat de múltilples especies y zonas de estadía temporal para otros taxones (zonas de alimentación, etc). La segunda etapa del taller, consistió en la presentación de las propuestas del polígono del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, fundamentando y explicando los límites del área marina protegida y recibiendo por parte de los usuarios, observaciones, preguntas y/o dudas que surgieron de la presentación.

Las temáticas presentadas se reportan en el siguiente párrafo:

- Presentación del equipo consultor
- Presentación por parte del equipo consultor de los alcances del proyecto, fundamentos y justificación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt.
- Presentación de las propuestas del polígono del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt. En ambas propuestas el límite norte se emplaza cerca del sector de La Reina (Punta Pájaro), su límite sur en la costa aledaña a Punta Poroto (al sur de Caleta Los Hornos), mientras que el límite oeste, recae cerca de las 28 nm promedio desde la línea de costa, incluyendo dentro de su superficie a las islas Pájaros 1, Pájaros 2, Tilgo y Chungungo. La superficie del área no incluye las diferentes figuras de protección existentes, tales como, las Reservas Marinas de Isla Chañaral e Islas Choros y Damas, la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, el Sitio Prioritario para la Conservación Reserva Marina Punta Choros, el Santuario de la Naturaleza Humedal La Boca y una solicitud de Espacio Marino Costero de Pueblos Originarios (ECMPO). Adicionalmente, se excluyen del AMP las concesiones acuícolas y las concesiones marítimas otorgadas. Las propuestas se diferencian en el límite este. **Escenario 1**: el límite este bordea toda la línea de costa (línea de más alta marea), desde el sector de Punta Pájaro a Punta Poroto, incluyendo dentro del polígono a todas las AMERBs, mientras que el **Escenario 2**: el límite este bordea la línea de costa en las áreas de libre acceso, sin embargo, en presencia de un AMERB, el límite este bordeará el área de manejo, excluyéndolas del espacio del AMP.
- En el caso que el Escenario 1 sea aceptado sólo por algunas organizaciones de pescadores artesanales (situación que debe ser validada por el Sernapesca), se propone incluirlas dentro del AMCP-MU, y que dicha experiencia, resulte como un escenario piloto, para que dentro de un periodo no mayor a 5 años, se evalúe el ingreso del conjunto de las AMERBs al AMCP-MU.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Los participantes observan a lo menos los siguientes puntos:

- Preocupan las múltiples figuras de protección que existen en la macrozona, lo que eventualmente podría resultar en un ineficiente manejo y administración de las áreas protegidas.
- Se abre la discusión sobre el criterio de inclusión de las AMERBs y exclusión de las Reservas Marinas. Conaf se manifiesta de acuerdo con la inclusión de todas las figuras de protección y áreas de manejo existentes dentro del área. Sernapesca, destaca que tiene sentido la exclusión de las RM, dado el objetivo de conservación (el cual presenta más restricciones). Esto último, muestra la necesidad de una coordinación interinstitucional (MMA, Conaf, Sernapesca, Subpesca), para la discusión de inclusión o exclusión de las mencionadas figuras.
- Preocupa la ausencia de un reglamento regulatorio (marco legal) de AMCP-MU, por lo que se pone en duda la obligatoriedad de las futuras acciones que se quieran implementar en el área. Para esto es importante, elaborar un decreto consistente y sólido, que imponga las bases para una buena y eficiente gestión del área.

3.2.2.7 Taller Virtual Academia, Investigadores y ONGs

El taller se realizó de forma virtual, donde participaron 5 profesionales de diferentes ONGs (Sephenisco, Oceana y Modema), dos profesionales de la contraparte técnica (Claudia Accini y Roberto Villablaca) y tres profesionales del equipo consultor (Cristian Parra, Jefe de Proyecto, Carolina Alvarez, profesional GeamChile y Claudia Meza, profesional GeamChile) (Tabla 2, Figura 5).

Durante el desarrollo del taller, el equipo consultor presentó los antecedentes que justifican la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, poniendo en evidencia las principales variables asociadas al borde costero y maritorio del Archipiélago de Humboldt y que resultan en las condiciones óptimas para el hábitat de múltilples especies y zonas de estadía temporal para otros taxones (zonas de alimentación, etc). La segunda etapa del taller, consistió en la presentación de las propuestas del polígono del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, fundamentando y explicando los límites del área marina protegida y recibiendo por parte de los usuarios, observaciones, preguntas y/o dudas que surgieron de la presentación.

Las temáticas presentadas se reportan en el siguiente párrafo:

- Presentación del equipo consultor
- Presentación por parte del equipo consultor de los alcances del proyecto, fundamentos y justificación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt.
- Tiempos y fases entre la creación de un AMP y la implementación de sus planes de manejo.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

- Presentación de las propuestas del polígono del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt. En ambas propuestas el límite norte se emplaza cerca del sector de La Reina (Punta Pájaro), su límite sur en la costa aledaña a Punta Poroto (al sur de Caleta Los Hornos), mientras que el límite oeste, recae cerca de las 28 nm promedio desde la línea de costa, incluyendo dentro de su superficie a las islas Pájaros 1, Pájaros 2, Tilgo y Chungungo. La superficie del área no incluye las diferentes figuras de protección existentes, tales como, las Reservas Marinas de Isla Chañaral e Islas Choros y Damas, la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, el Sitio Prioritario para la Conservación Reserva Marina Punta Choros, el Santuario de la Naturaleza Humedal La Boca y una solicitud de Espacio Marino Costero de Pueblos Originarios (ECMPO). Adicionalmente, se excluyen del AMP las concesiones acuícolas y las concesiones marítimas otorgadas. Las propuestas se diferencian en el límite este. **Escenario 1**: el límite este bordea toda la línea de costa (línea de más alta marea), desde el sector de Punta Pájaro a Punta Poroto, incluyendo dentro del polígono a todas las AMERBs, mientras que el **Escenario 2**: el límite este bordea la línea de costa en las áreas de libre acceso, sin embargo, en presencia de un AMERB, el límite este bordeará el área de manejo, excluyéndolas del espacio del AMP.
- En el caso que el Escenario 1 sea aceptado sólo por algunas organizaciones de pescadores artesanales (situación que debe ser validada por el Sernapesca), se propone incluirlas dentro del AMCP-MU, y que dicha experiencia, resulte como un escenario piloto, para que dentro de un periodo no mayor a 5 años, se evalúe el ingreso del conjunto de las AMERBs al AMCP-MU.

Los participantes observan a lo menos los siguientes puntos:

- Se discute sobre los criterios de inclusión y exclusión de las AMERBs y de la inclusión de las diferentes figuras de protección ya existentes al AMCP-MU. Para este caso, se aclara que las diferentes figuras de protección emplazadas en el área, presentan discrepancias en sus objetivos de protección y en las restricciones de sus usos, donde por ejemplo, las Reservas Marinas permiten una menor cantidad de usos y por ende presenta mayores restricciones en comparación con un AMCP-MU, por lo que esta última figura, iría en desmedro de los esfuerzos y acciones que se han realizado, para el resguardo de los recursos hidrobiológicos definidos en su decreto de creación. También, se aclara que el DS del AMCP-MU puede asegurar una coordinación entre los diferentes instrumentos de gestión de cada una de las figuras existentes en el área (Planes de Manejo y Planes Generales de Administración).
- Se consulta sobre la toma de decisiones respecto a los distintos escenarios del AMCP-MU.
- Existe confusión entre la fase de creación del AMCP-MU y las acciones que vienen después de la creación (elaboración del Plan de Manejo, identificación de los Objetos de Conservación, amenazas y estrategias, creación del comité de administración, etc).
- Se hace necesaria la interacción con los servicios que fiscalizarían (Sernapesca y Directemar) y los actores que hacen uso del área en su totalidad

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

(pescadores industriales), para que en un futuro no existan conflictos dada la dimensión del AMCP-MU.

- Hacen referencia a las limitantes que debiera incluir el decreto de creación hacia las actividades de alto impacto (como por ejemplo, plantas desalinizadoras, minería, pesca de arrastre, entre otros).

3.2.3 Conclusiones Generales del 1er Proceso de Socialización

- El primer proceso de socialización del proyecto, registró un total de 56 actores locales de las diferentes caletas y localidades involucradas: Caleta La Reina, Los Burros Sur, Chañaral de Aceituno, Carrizalillo, Punta Choros, Los Choros, Los Llanos de Los Choros, Chungungo, Yerbas Buenas, Totoralillo Norte y Los Hornos. Paralelamente participaron 23 profesionales y funcionarios de servicios públicos y 5 integrantes de diferentes ONGs (Modema, Sphenisco y Oceana).
- En términos generales no se reportó una oposición a la creación del AMCP-MU durante el desarrollo de las actividades realizadas en conjunto con los actores locales, servicios públicos y ONGs.
- Existe un desconocimiento general por parte de los actores locales, servicios públicos y ONGs, de los alcances e implicancias de las distintas figuras de protección, administración y manejo existentes en el área. Esto último, favorece e incrementa la desconfianza en el proceso justificatorio y de creación del AMCP-MU.
- En relación a los diferentes escenarios de propuestas del polígono del AMCP-MU, existen distintas posiciones respecto a los límites del área: Para el sector centro norte (desde caleta Los Burros hasta caleta Chungungo), no es unívoca la opinión, reportando usuarios interesados en incluir las áreas de manejo al AMCP-MU y otras organizaciones titulares que no muestran interés a dicho proceso. Para el caso del sector sur del área (caleta Totoralillo Norte y caleta Los Hornos), existe una mayor desconfianza y oposición a la inclusión de las áreas de manejo al AMCP-MU.
- Para el caso de los servicios públicos y las ONGs, y su visión respecto de los distintos escenarios de propuestas del polígono del AMCP-MU, muestran diferencias relacionadas con la inclusión o no de las Reservas Marinas decretadas en el área. Particularmente, se señala que adicionar otra figura de protección, podría resultar en un gestión ineficaz y presentar dificultades para la coordinación entre las diferentes administraciones.
- Existe competencia y antagonismo entre las caletas en función de la actividad turística, que algunos sectores han desarrollado de mejor forma respecto a otros, y que resulta, según opinión de algunos, por la inequidad en las oportunidades de fomento proporcionadas por el estado y para otros, por la capacidad de gestión de las organizaciones locales.
- En algunas localidades se pone sobre discusión el nombre del AMCP-MU, comentando que no los representa y que tiene un significado más local (por el sector de Punta de Choros y su archipiélago) que zonal.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

3.3 Expediente registro de actividades realizadas en el 1er proceso de socialización del proyecto

El presente capítulo muestra el registro de las actividades de socialización realizadas tanto de manera presencial como virtual, con los diferentes actores claves del proyecto. El expediente reporta tanto fotografías de los talleres como también las listas de asistencia para el caso de las reuniones presenciales. La Tabla 2 presenta el resumen de los talleres, fecha y lugar de ejecución y actores que participaron del evento.

3.3.1 Taller presencial Caleta Los Burros



Figura 6. Taller participativo de socialización proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Caleta Los Burros.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl



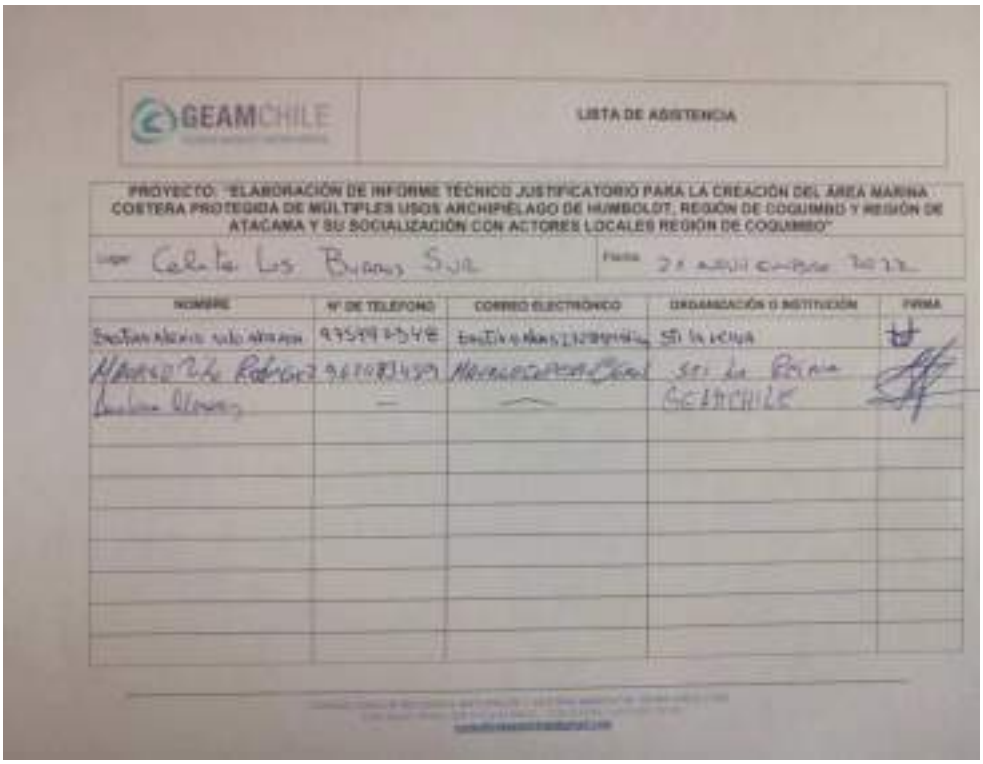
GEAMCHILE

LISTA DE ASISTENCIA

PROYECTO: "ELABORACIÓN DE INFORME TÉCNICO JUSTIFICATORIO PARA LA CREACIÓN DEL ÁREA MARINA COSTERA PROTEGIDA DE MULTIPLES USOS ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT, REGIÓN DE COQUIMBO Y REGIÓN DE ATACAMA Y SU SOCIALIZACIÓN CON ACTORES LOCALES REGIÓN DE COQUIMBO"

Lugar: Caleta Los Burros Sur

NOMBRE	N° DE TELÉFONO	CORREO ELECTRÓNICO	ORGANIZACIÓN O INSTITUCIÓN	FIRMA



GEAMCHILE

LISTA DE ASISTENCIA

PROYECTO: "ELABORACIÓN DE INFORME TÉCNICO JUSTIFICATORIO PARA LA CREACIÓN DEL ÁREA MARINA COSTERA PROTEGIDA DE MULTIPLES USOS ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT, REGIÓN DE COQUIMBO Y REGIÓN DE ATACAMA Y SU SOCIALIZACIÓN CON ACTORES LOCALES REGIÓN DE COQUIMBO"

Lugar: Caleta Los Burros Sur

NOMBRE	N° DE TELÉFONO	CORREO ELECTRÓNICO	ORGANIZACIÓN O INSTITUCIÓN	FIRMA

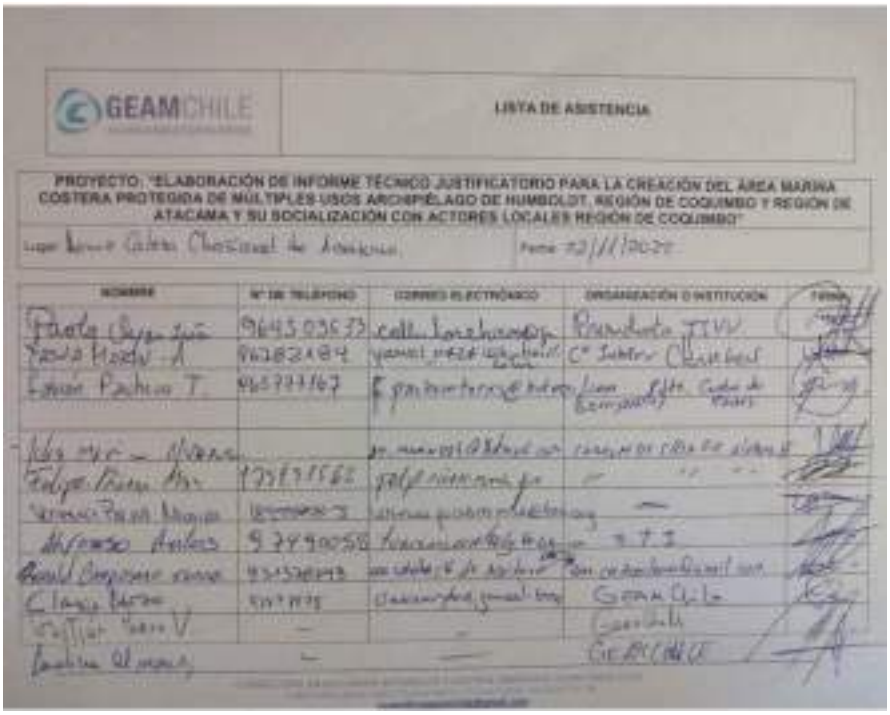
Figura 7. Acta de participativo de socialización proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Caleta Los Burros.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

3.3.2 Taller presencial Caleta Chañaral de Aceituno



Figura 8. Taller participativo de socialización proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Caleta Chañaral de Aceituno.



GEAMCHILE

LISTA DE ASISTENCIA

PROYECTO: "ELABORACIÓN DE INFORME TÉCNICO JUSTIFICATORIO PARA LA CREACIÓN DEL ÁREA MARINA COSTERA PROTEGIDA DE MÚLTIPLES USOS ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT, REGIÓN DE COQUIMBO Y REGIÓN DE ATACAMA Y SU SOCIALIZACIÓN CON ACTORES LOCALES REGIÓN DE COQUIMBO"

Lugar Caleta Chañaral de Aceituno Fecha 23/11/2022

NOMBRE	Nº DE TELEFONO	CORREO ELECTRÓNICO	ORGANIZACIÓN O INSTITUCIÓN	FIRMA
Paola Reyes	964503573		Presidenta JJVV	
Paola Muñoz A.	98282184		C° Subter Chañaral	
Edwin Pacheco T.	965777167			
			GEAM Chile	
			GEAMCHILE	

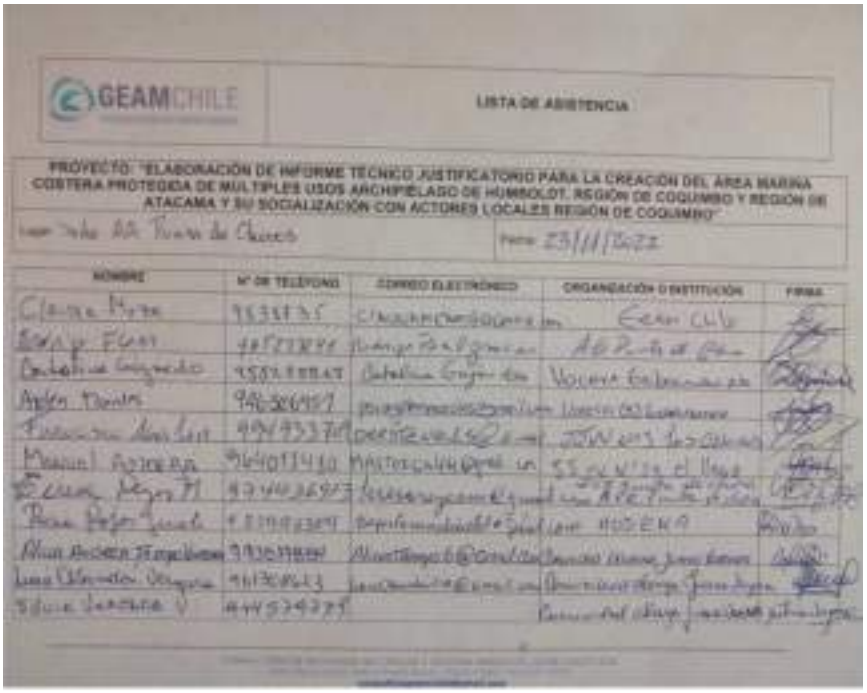
Figura 9. Acta taller participativo de socialización proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Caleta Chañaral de Aceituno.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

3.3.3 Taller presencial Caleta Punta Choros



Figura 10. Taller participativo de socialización proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Caleta Punta Choros.

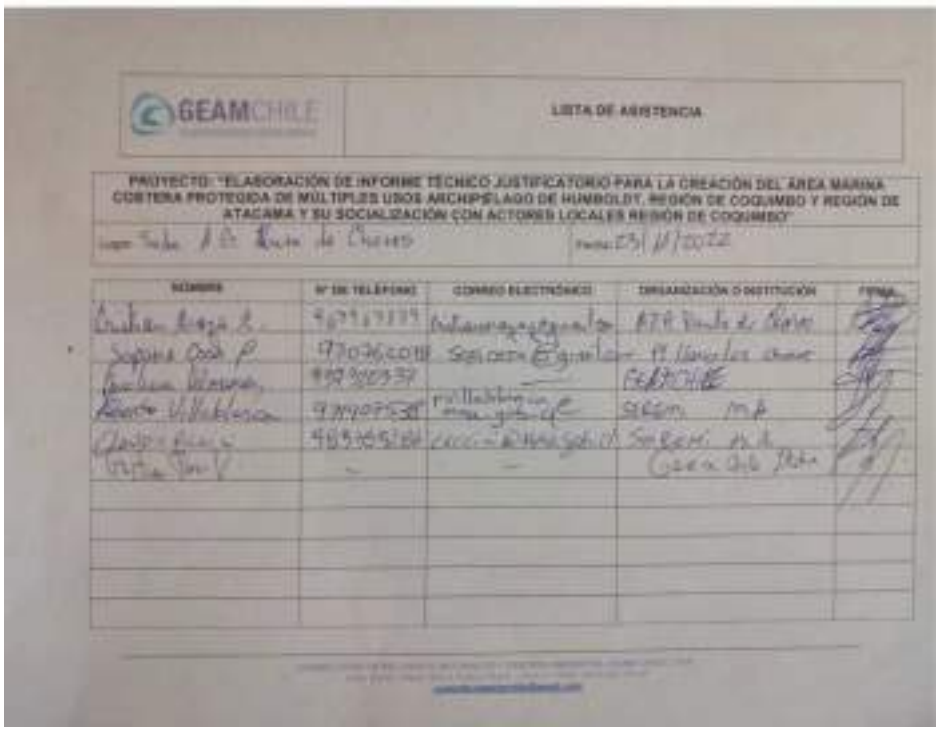

GEAMCHILE

LISTA DE ASISTENCIA

PROYECTO: "ELABORACIÓN DE INFORME TÉCNICO JUSTIFICATORIO PARA LA CREACIÓN DEL ÁREA MARINA COSTERA PROTEGIDA DE MULTIPLES USOS ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT, REGIÓN DE COQUIMBO Y REGIÓN DE ATACAMA Y SU SOCIALIZACIÓN CON ACTORES LOCALES REGIÓN DE COQUIMBO"

NOMBRE	Nº DE TELEFONO	CORREO ELECTRÓNICO	ORGANIZACIÓN O INSTITUCIÓN	FIRMA

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl


GEAMCHILE

LISTA DE ASISTENCIA

PROYECTO: "ELABORACIÓN DE INFORME TÉCNICO JUSTIFICATORIO PARA LA CREACIÓN DEL ÁREA MARINA COSTERA PROTEGIDA DE MÚLTIPLES USOS ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT, REGIÓN DE COQUIMBO Y REGIÓN DE ATACAMA Y SU SOCIALIZACIÓN CON ACTORES LOCALES REGIÓN DE COQUIMBO"

NOMBRE	Nº DE TELÉFONO	CORREO ELECTRÓNICO	ORGANIZACIÓN O INSTITUCIÓN	FIRMA

Figura 11. Acta taller participativo de socialización proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Caleta Punta Choros.

3.3.4 Taller presencial Caleta Chungungo



Figura 12. Taller participativo de socialización proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Caleta Chungungo.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl



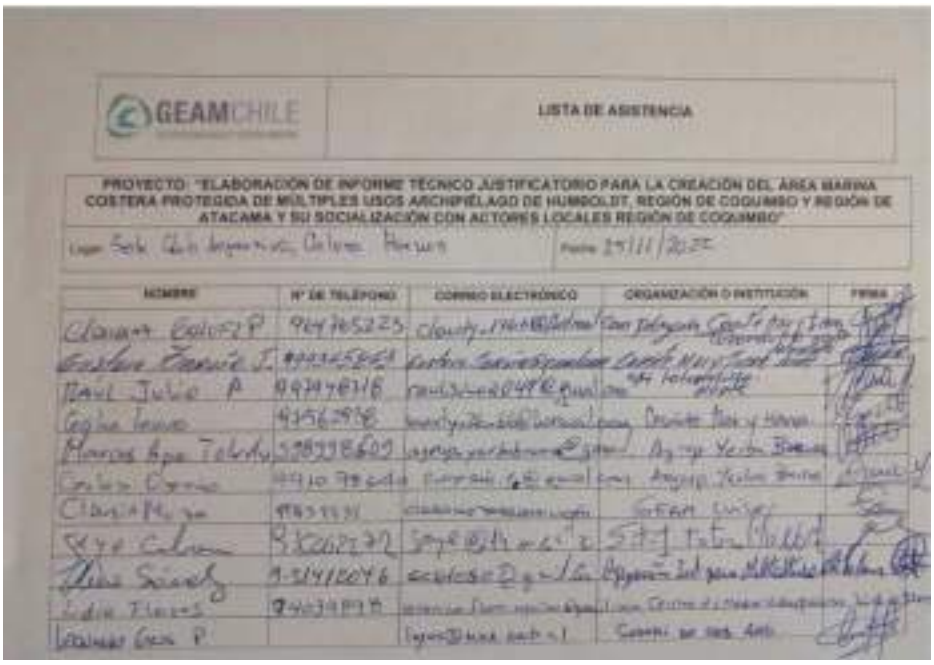
Figura 13. Acta taller participativo de socialización proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Caleta Chungungo.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

3.3.5 Taller presencial Caleta Los Hornos



Figura 14. Taller participativo de socialización proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Caleta Los Hornos.



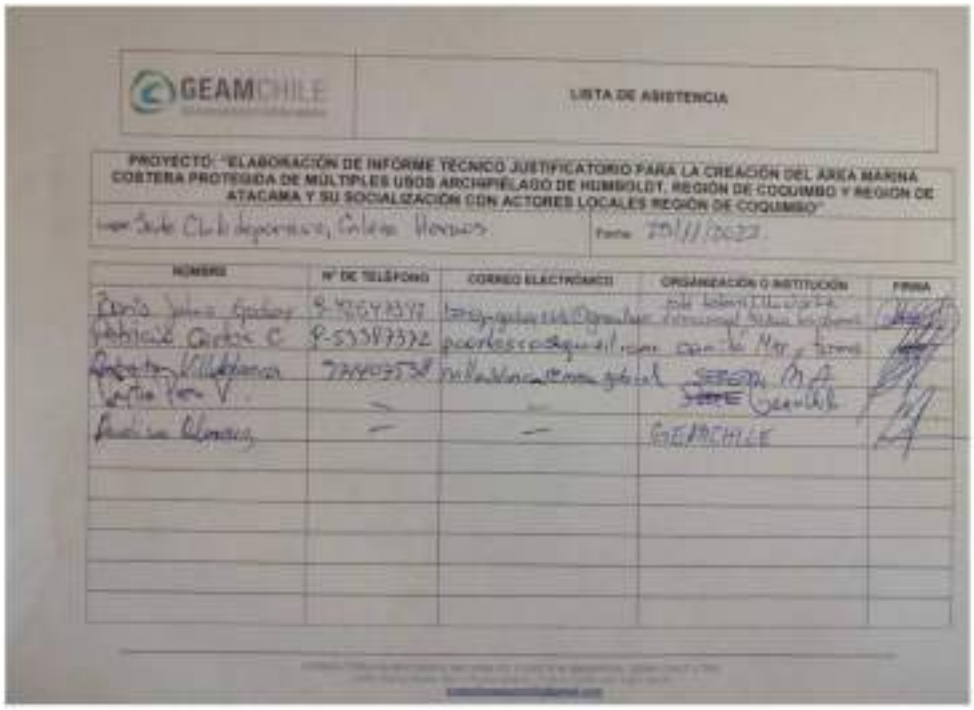
GEAMCHILE

LISTA DE ASISTENCIA

PROYECTO: "ELABORACIÓN DE INFORME TÉCNICO JUSTIFICATORIO PARA LA CREACIÓN DEL ÁREA MARINA COSTERA PROTEGIDA DE MÚLTIPLES USOS ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT, REGIÓN DE COQUIMBO Y REGIÓN DE ATACAMA Y SU SOCIALIZACIÓN CON ACTORES LOCALES REGIÓN DE COQUIMBO"

NOMBRE	Nº DE TELÉFONO	CORREO ELECTRÓNICO	ORGANIZACIÓN O INSTITUCIÓN	FIRMA

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl



GEAMCHILE

LISTA DE ASISTENCIA

PROYECTO: "ELABORACIÓN DE INFORME TECNICO JUSTIFICATORIO PARA LA CREACIÓN DEL AREA MARINA COSTERA PROTEGIDA DE MULTIPLES USOS ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT, REGIÓN DE COQUIMBO Y REGIÓN DE ATACAMA Y SU SOCIALIZACIÓN CON ACTORES LOCALES REGIÓN DE COQUIMBO"

Sede Club deportivo, Caleta Hornos — Fecha: 23/11/2022

NOMBRE	Nº DE TELÉFONO	CORREO ELECTRÓNICO	ORGANIZACIÓN O INSTITUCIÓN	FIRMA
Doris [illegible] Godoy	9 7647337	[illegible]	[illegible]	
Patricia Godoy C.	9-53587372	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	72407538	[illegible]	SERNAPESCA	
Carlos Pon V.	—	—	Gente de Mar	
Andrea Alvarez	—	—	GEAMCHILE	

Figura 15. Acta taller participativo de socialización proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Caleta Los Hornos.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

3.3.6 Taller virtual Servicios Públicos

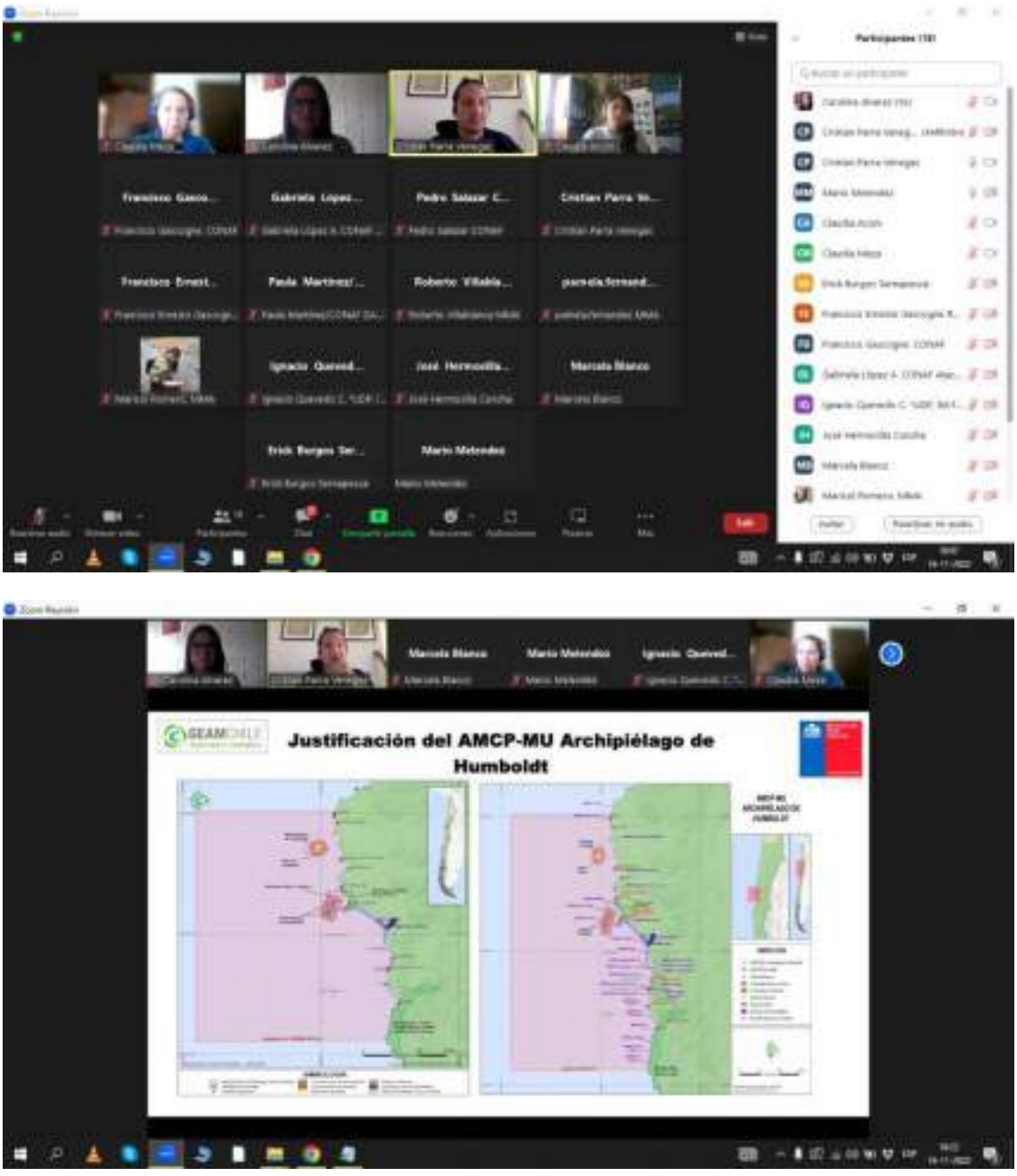


Figura 16. Taller virtual de socialización proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”. Actores: Servicios Públicos

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

3.3.7 Taller virtual Academia, Investigadores y ONGs

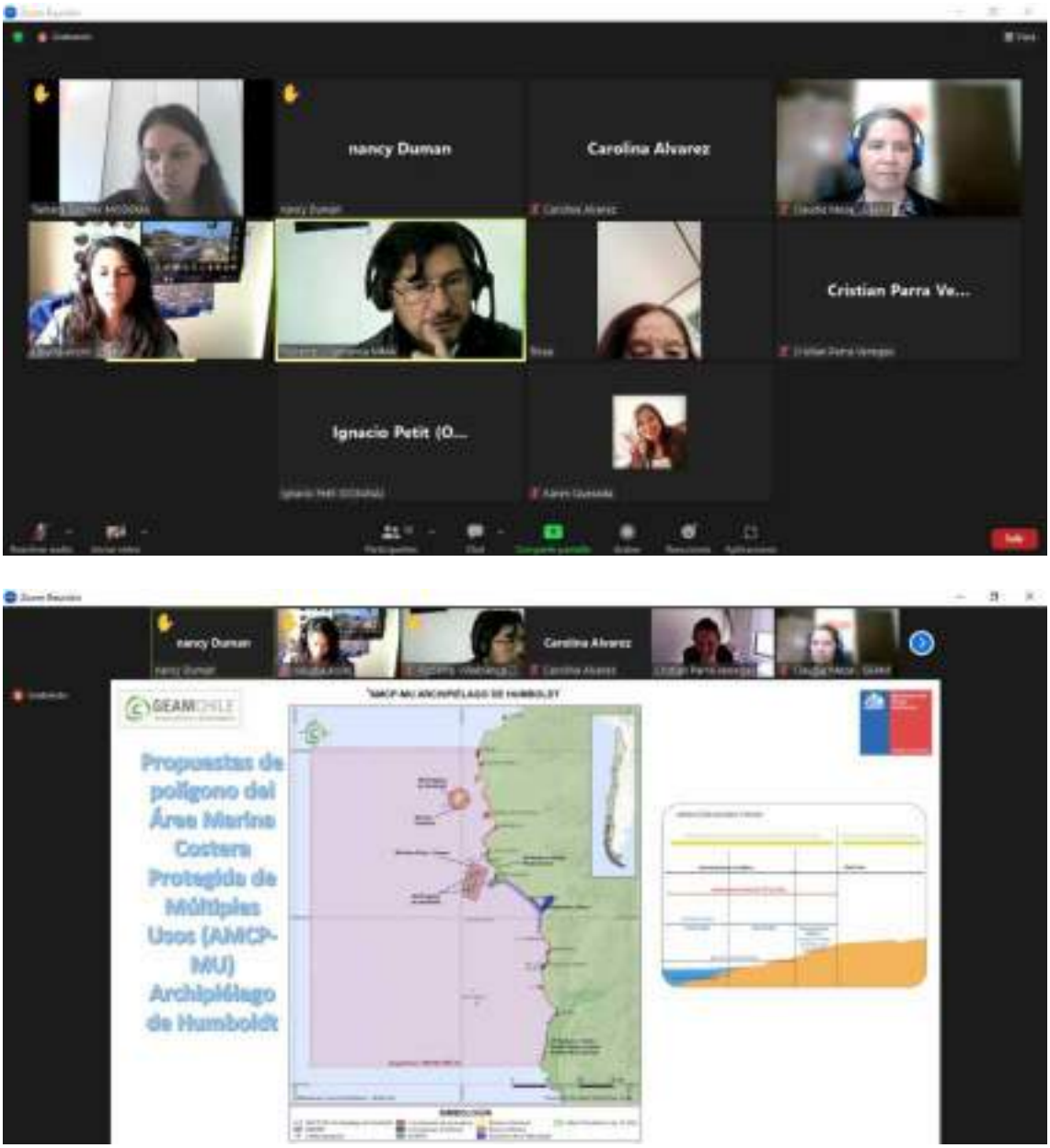


Figura 17. Taller virtual de socialización proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”. Actores: Academia y ONGs

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

3.4 Sistematización de la 2da etapa de socialización del proyecto en la región de Coquimbo y Atacama

3.4.1 Resumen de las actividades de socialización realizadas en la región de Coquimbo y Atacama

Los talleres de socialización fueron ejecutados de manera presencial, según se presenta a continuación:

Tabla 4. Listado de los talleres de socialización realizados en el marco de la ejecución del proyecto "Elaboración del informe técnico justificatorio del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt".

Localidad/Caleta	Taller	Representante/ Líder	Institución/Sector
Burros sur	23-01-2023 17:00 hrs Sede STI Algueros y otros Los Burros Sur	Oscar Muñoz	Sindicato de Trabajadores Independientes Algueros y Otros
		Felipe Espinoza	Sindicato de Trabajadores Independientes de Actividades Extractivas y Diversificación Productiva Marítima La Reina
		Felipe Espinoza	Junta de Vecinos Los Burros Sur
		Ricardo Catalán	MMA
		Cristian Parra	Jefe de proyecto Consultora GEAMCHILE
		Claudia Meza	Consultora GEAMCHILE
Chañaral de Aceituno	24-01-2023 19:00 hrs DOMO Chañaral de Aceituno	Nicanor Campusano	S.T.I. De Buzos, Mariscadores Y Pescadores En Todas Sus Categorías De La Caleta Chañaral De Aceituno
		Sergio Marín	
		Arsenio Campusano	
		Ángel Talandinos	
		Pascal Morales	
		Juan Campusano	
		Cristian T	
		Juan Carlos M	
		Gustavo González	
		Claudio M	
		Ronald Campusano	
		Daniel Campusano	
		Julio Marín	Comunidad Indígena Álvarez-Hidalgo y descendencia
		Yasna Marín	
		Fernando Álvarez	
		Yasna Marín	Asociación de mujeres changas del mar
		Luna Martínez	Operador de turismo
		C. Asse Godoy	Operador de turismo
		Gabriela López	CONAF
		Marcela Maldonado	CONAF
		Ricardo Catalán	MMA
		Cristian Parra	Jefe de proyecto Consultora GEAMCHILE
		Claudia Meza	Consultora GEAMCHILE
Los Choros y El Llano Los Choros	25-01-2023 15:00 hrs Sede Club Deportivo	Ernesto Fredes	A.G. de Trabajadores del Mar Independientes de Caleta Punta de Choros.
		Urbano Morales	Concejal

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Localidad/Caleta	Taller	Representante/ Líder	Institución/Sector
	Victoria, Los Choros	Francisco Aguilar	Junta de Vecinos Los Choros
		Sonia Araya	Junta de Vecinos Los Choros
		Álvaro Echeverría	
		Katherine Fredes	Comité de Agua Potable Rural (APR) Los Choros
		Oscar Carrasco	Comité de Agua Potable Rural (APR) Los Choros
		Catalina Gajardo	Mesa Local GEF Gobernanza Marina Caleta Los Choros y Llanos de Los Choros
		Argelia Milla	Vecina
		Rita Correa	Vecina El Llano
		Cecilia Echeverría	Vecina El Llano
		Osvaldo Vásquez	SERNAPESCA
		Javiera Córdova	SERNAPESCA
		Vannia Pereira	SERNAPESCA
		Pablo Arrospide	CONAF
		Ismael Díaz	SEREMI MMA
		Leonardo Gros	SEREMI MMA
		Roberto Villablanca	MMA
		Cristian Parra	Jefe de proyecto Consultora GEAMCHILE
		Claudia Meza	Consultora GEAMCHILE
Punta Choros	25-01-2023 19:00 hrs Sede AG Punta Choros	Teresa Reyes	Comité de Agua Potable Rural (APR) Punta de Choros
		Teresa Reyes	Junta de vecinos Punta Choros
		Teresa Reyes	Organización de Desarrollo y Fomento del Turismo
		Danisa Flores	Tripulante-vecina
		Ramón	Vecino
		Lucia Ossandon	Comunidad Indígena Juana Vergara
		Osciel Vergara	
		Carolina Tamayo	
		Yisley Molina	
		Carlos Trigo	
		Teresa Reyes	Mesa Local GEF Gobernanza Marina Caleta Punta de Choros
		Juana Araya	MODEMA
		Tamara Gaymer	
		Ismael Díaz	SEREMI MMA
		Leonardo Gros	SEREMI MMA
		Roberto Villablanca	MMA
		Pablo Arrospide	CONAF
		Cristian Parra	Jefe de proyecto Consultora GEAMCHILE
		Claudia Meza	Consultora GEAMCHILE
Totoralillo Norte	26-01-2023 16:00 hrs Sede Pescadores Totoralillo Norte	Raúl Julio	S.T.I. Pescadores Artesanales Totoralillo Norte, de la Comuna de La Higuera.
		Jorge Cabrera	
		Luis Godoy	
		Benjamín Roja	
		Alfredo Godoy	
		Miguel Godoy	
		Leonidas Godoy	
		Ariel Alvarez	
		Héctor Tapia	

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Localidad/Caleta	Taller	Representante/ Líder	Institución/Sector
		Cristóbal Molina	
		Henry Molina	
		Yahir Díaz	
		Boris Julio Godoy	
		Patricio Cortes	Comité Mar y Tierra
		Claudia Gálvez	
		Gustavo Taquia	
		Karina Delgado	
		Paola Cortes	
		Ángela Godoy	
		Petronila Ortiz	Vecina
		Antonio Saavedra	
		Marcelo Castillo	Abogado Sindicato de Pescadores
		Daniela Cárdenas	SERNATUR
		Ismael Díaz	SEREMI MMA
		Leonardo Gros	SEREMI MMA
		Claudia Accini	MMA
		Roberto Villablanca	MMA
		Cristian Parra	Jefe de proyecto Consultora GEAMCHILE
		Claudia Meza	Consultora GEAMCHILE
Chungungo	26-01-2023 19:00 hrs Sede Junta de vecinos de Caleta Chungungo	Tomas Sarmiento	S.T.I. De Buzos, Ayudantes, Pescadores y Recolectores De La Caleta Chungungo
		Sergio Espejo	
		Ronaldo Veliz	A.G. De Trabajadores Independientes De Chungungo, Comuna La Higuera
		Gaspar Andrade	
		Luis Ahumada	
		Juan Castillo	Organización Comunitaria De Buzos Mariscadores Los Castillo
		Juan Castillo Bustamante	
		Patricio Guerrero	
		Tomas Sarmiento	Comité de Agua Potable Rural (APR) de Chungungo
		Sergio Espejo	
		Macarena Olivares	Centro Cultural / Centro de Madres y / Chungungo Turismo Azul
		Leonardo Ahumada	
		Karen Quezada	Sphenisco
		Nancy Duman	
		Macarena Olivares	GEF Caleta Chungungo
		Leonardo Ahumada	
		Claudia Accini	MMA
		Roberto Villablanca	MMA
		Leonardo Gros	SEREMI MMA
		Ismael Díaz	SEREMI MMA
		Cristian Parra	Jefe de proyecto Consultora GEAMCHILE
		Claudia Meza	Consultora GEAMCHILE
Hornos	27-01-2023 15:00 hrs Sede caleta Hornos	German Vega	A.G. De Trabajadores Del Mar Panamericana Norte. Caleta Hornos
		Nolberto Villalobos	
		Waldemar Flores	
		Roger Flores	A. G. Isla Tilgo
		Monica Ortiz	
		Luciano Pizarro	
		Nicolás Osorio	
		Matías Beiza	
		Marcos Ortiz	

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Localidad/Caleta	Taller	Representante/ Líder	Institución/Sector
		Alan Molina	
		Carlos B	
		Braman Peralta	S.T.I. N° 1 De Buzos Y Pescadores Artesanales Caleta Hornos, Comuna De La Higuera
		Emilio Yañez	Agrupación De Trabajadores Independientes Del Mar De Caleta Hornos
		Daniel Cortes	
		Sebastián Vergara	
		Claudio Godoy	S.T.I. Pescadores Artesanales Totoralillo Norte, de la Comuna de La Higuera.
		Carlos Vega	ATICH
		Abel Vega	
		Belmundo V	Agrupación individual
		Ricardo Collao	
		Patricio	
		Francisco Flores	
		Luis Gómez	
		Marcelo Villalobos	Movimiento Camanchaca
		Javier Bahamondes	MODEMA
		Patricia Jorquera	
		Karen Quezada	Sphenisco
		Nancy Duman	
		Ismael Díaz	SEREMI MMA
		Claudia Accini	MMA
		Roberto Villablanca	MMA
		Francisco Gascogne	CONAF
		Cristian Parra	Jefe de proyecto Consultora GEAMCHILE
		Claudia Meza	Consultora GEAMCHILE

3.4.2 Sistematización de la 2da etapa de socialización de la Propuesta del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, junto a los actores locales de las regiones de Coquimbo y Atacama

Durante los talleres realizados en la semana del 23 de enero, se trataron los siguientes temas:

- Los antecedentes generales del proyecto
- Propuesta de polígono del área del AMCP-MU según las observaciones de los talleres anteriores. Así, los límites propuestos no incluyen las figuras de Reservas Marinas, Reserva Nacional, AMERB, Concesiones.
- Presentación de ejemplos de otras AMCP-MU en Chile y sus decretos de creación.
- Propuesta de Objetos de Protección considerando las particularidades del área y sus potenciales amenazas.
- Usos y actividades actuales

Estos talleres cumplieron con los objetivos de:

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

- Continuar proceso de socialización del proyecto
- Validación de la información levantada
- Presentación y validación del polígono del área del AMCP-MU
- Validación de los Objetos de protección y amenazas
- Verificación y validación de las observaciones levantadas con los usuarios en el 1er taller, que resultaron en la exclusión de las AMERBs

A continuación, se exponen los principales comentarios obtenidos de los usuarios de cada caleta con respecto a los objetivos del Taller:

3.4.2.1 Taller Caleta Los Burros

El taller se realizó en las instalaciones del STI de Algueros y otros de Caleta Los Burros, donde participaron 2 usuarios del maritorio y territorio de Caleta Los Burros y Sector de La Reina, un profesional de la Seremi del Medio Ambiente de la región de Atacama (Ricardo Catalán) y 2 profesionales del equipo consultor (Cristian Parra, Jefe de Proyecto y Claudia Meza, profesional GeamChile) (**Tabla 4**).

Con respecto a los objetos de protección, los asistentes mencionan lo siguiente:

- Mencionan que son importante de proteger las aves, ballenas, lobos y pingüinos.
- Existe actualmente una preocupación por las aves y la gripe aviar, donde la isla de Chañaral está cerrada.
- Informan de la presencia anual de lobos muertos (2-3)
- Para el objeto de protección “intermareal” propuesto, consultan si se pondrán restricciones en las áreas de libre acceso. Se les informa que se podrá mantener el uso actual teniendo en cuenta que no se debe dañar a los objetos de protección.
- Se aclara que estos Objetos de Protección son amplios y que deben ser trabajados posteriormente, identificando Objetos de Conservación más acotados para efectos de la planificación y generación de acuerdos de trabajo a ser incluidos en Plan de Manejo del área creada.

En cuanto a los usos que realizan en la Caleta Los Burrros Sur, se reportan:

- Pesca artesanal.
- Pesca industrial con red de arrastre de camarones.
- Recalada y tránsito de veleros.
- Festividades de la comunidad Diaguita en el borde costero.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

3.4.2.2 Taller Caleta Chañaral de Aceituno

El taller se realizó en El Domo de Caleta Chañaral de Aceituno, donde participaron 17 usuarios del borde costero de Caleta Chañaral de Aceituno y Caleta Carrizalillo; 2 profesionales de CONAF, Ricardo Catalán del MMA y 2 profesionales del equipo consultor (Cristian Parra, Jefe de Proyecto y Claudia Meza, profesional GeamChile) (**Tabla 4**).

En términos generales, los asistentes manifiestan sus consultas con respecto a:

- Será necesario someter a evaluación ambiental a todas y cada una de las actividades que se realizan? En respuesta se reitera el concepto de múltiples usos y su implicancia en este caso.
- La captura de algas en áreas de libre acceso se reconocerá como actividad histórica y se podrá seguir haciendo?. Se insiste en que las AMERBs y otros usos tradicionales de pesca se podrán seguir realizando en la medida que no afecten a la conservación.
- Las pesquerías industriales podrán seguir operando en el AMCP-MU. El profesional de la Seremí del Medio Ambiente informa que las restricciones podrían relacionarse con los artes de pesca no autorizados o que dañan el ecosistema y otras restricciones que se acuerden en el Plan de Manejo.

Con respecto a los objetos de protección, los asistentes mencionan lo siguiente:

- Preguntan por las implicancias de futuras instalaciones de plantas desalinizadoras para uso industrial/minero en el borde costero, destinadas a abastecer de agua a megaproyectos mineros. Asociado a esto se informa de la presencia de una pequeña planta desalinizadora para la caleta que actualmente no requeriría de Evaluación de Impacto Ambiental y si cuando el AMCP-MU esté creada.

En cuanto a los usos que realizan en la Caleta de Chañaral de Aceituno y Carrizalillo, se reportan:

- Pesca artesanal.
- Pesca industrial.
- Pesca de anchoveta/sardina.
- Recolección de algas.
- Extracción de recursos bentónicos en zonas libres.
- Turismo: avistamiento, recorridos.
- Buceo Deportivo.
- Actividades recreativas (surf, kayak, veleros).
- Navegación Comercial (Cabotaje, Pasajeros, etc).
- Fiestas religiosas.
- Ceremonias tradicionales de pueblos originarios.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

- Cruceros de turismo, realizan navegación y pequeñas embarcaciones desembarcan en isla Chañaral y la recorren.
- Uso de filmaciones de documentales y científicas.
- Actividades científicas de investigación (Ej. como la marca de ballenas, recopilación de fecas), en la zona marina y terrestres por parte de nacionales y extranjeros.

3.4.2.3 Taller Caleta Los Choros

El taller se realizó en la sede del Club Deportivo Victoria, de Los Choros, donde participaron 11 asistentes provenientes de la Caleta Los Choros y El Llanos Los Choros; el SEREMI del MMA (Leonardo Gross) junto a 2 profesionales de la región de Coquimbo (Ismael Díaz y Roberto Villablanca); 3 profesionales SERNAPESCA; 1 profesional CONAF y 2 profesionales del equipo consultor (Cristian Parra, Jefe de Proyecto y Claudia Meza, profesional GeamChile) (**Tabla 4**).

En términos generales, los asistentes manifiestan sus consultas con respecto a:

- CONAF pregunta sobre cómo se hace efectivo el cuidado del área si no existen los “guardaparques marinos”. En respuesta, se comenta que esos procesos son identificados durante la elaboración del plan de manejo, no obstante se menciona la necesidad de crear instancias de “cofiscalización” entre los diferentes actores locales y servicios públicos. Se agrega que los fondos también se definen en dicha instancia, donde el Gobierno regional asume un papel importante.
- Los usuarios locales solicitan apoyo a la Seremi para la protección de la cuenca de Los Choros (dada la importancia de este recurso natural tanto para la agricultura como para los recursos bentónicos de las playas cercanas a la desembocadura del río). Mencionan como amenazas la contaminación y disminución del caudal. Seremi responde que se debe buscar otra figura que ayude a la protección de dichos espacios. Se evaluará la inclusión del sistema del humedal o desembocadura con la zona del intermareal, para así aumentar la protección de la cuenca.

Con respecto a los objetos de protección, los asistentes mencionan lo siguiente:

- CONAF consulta si se trata de aves oceánicas, costera o interior. Respecto de la nidificación se da en los islotes Pájaros 1 y 2. En respuesta se informa que dichas islas entran en el polígono del AMCP-MU.
- Profesional de la SEREMI MMA comenta que sería bueno proteger los fondos marinos profundos, por la presencia de corales y el impacto de la pesca de arrastre.

En cuanto a los usos que realizan en la Caleta Los Choros, se reportan la pesca recreativa e investigación científica.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

3.4.2.4 Taller Caleta Punta Choros

El taller se realizó en la sede de la Asociación Gremial (AG) de Punta Choros, donde participaron 10 asistentes provenientes de la Caleta Punta Choros, el SEREMI del MMA (Leonardo Gross) junto a 2 profesionales de la región de Coquimbo (Ismael Díaz y Roberto Villablanca); 1 profesional CONAF y 2 profesionales del equipo consultor (Cristian Parra, Jefe de Proyecto y Claudia Meza, profesional GeamChile) (**Tabla 4**).

En términos generales, los asistentes manifiestan sus consultas con respecto a:

- Instalación de boyas por la empresa CMP. En respuesta el SEREMI del MMA menciona que Directemar es la entidad que autoriza dichas actividades. Ante esto comentan que consultarán el objetivo de la actividad, aunque presume que se trata de permisos transitorios con fines de información. Participantes aseguran que las boyas están para ahuyentar peces y mamíferos. Por último, se menciona que si el AMCP-MU ya estuviera declarada, esta actividad debería ser evaluada por la mesa de trabajo o comité local del AMCP-MU.
- La pesca industrial se podría restringir?. En respuesta se señala que las actividades y usos del área se definen en el plan de manejo (etapa siguiente post creación del AMCP-MU). Además, se agrega que de existir actividades incompatibles y que constituyen amenazas a la conservación, se deberá determinar las estrategias para controlar esa amenaza (restringir artes de pesca, establecer áreas de pesca o preservación). Los participantes mencionan que esto también es de preocupación para los pescadores de Chungungo.
- Respecto a otras actividades de pesca, los participantes muestran su preocupación por avistamientos de barcos de mediana envergadura pescando en las cercanías de las islas Choros y Damas. El profesional de la Seremi explica que el consejo de ministros puede incorporar o no restricciones al decreto, tomando en consideración las recomendaciones que se mencionen en el informe justificatorio. Agrega como ejemplo restricciones para la pesca industrial en el AMCP-MU de Isla Grande Atacama.

Con respecto a los objetos de protección, los asistentes mencionan lo siguiente:

- Consultan con respecto a la protección de los cursos de agua dulce (esteros, ríos) ya que son áreas de importancia para el establecimiento de poblaciones de moluscos.
- CONAF consulta que tan efectiva para la conservación es el AMCP-MU, como han resultado en otros lugares y que al parecer es una figura que restringe, pero no prohíbe. Se responde que las evaluaciones ambientales al ser más estrictas para proyectos que desean emplazarse en áreas protegidas, estos mismos titulares buscan otros sitios más “aptos” para el desarrollo de sus actividades. Seremi agrega que no se conoce sobre grandes proyectos instalados en áreas protegidas.
- En temas de fiscalización, que servicio regula e injerencia de la comunidad en este punto. Se responde que es un proceso de “co-fiscalización” que incluye a

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

servicios y comunidades y que en un futuro al crearse el SBAP este debería ser el servicio a cargo de las áreas protegidas en Chile.

En cuanto a los usos que realizan en la Caleta Punta Choros, se reportan:

- Pesca artesanal.
- Pesca industrial.
- Pesca de anchoveta/sardina.
- Recolección de algas.
- Extracción de recursos bentónicos en zonas libres.
- Turismo: avistamiento, recorridos.
- Buceo Deportivo.
- Actividades recreativas (surf, kayak, veleros).
- Navegación Comercial (Cabotaje, Pasajeros, etc).
- Fiestas religiosas.
- Ceremonias tradicionales de pueblos originarios.
- Pesca recreativa
- Investigación científica, actividad docente (INACAP con turismo y biología marina)
- Recolección sustentable de autoconsumo
- Actividad acuícola de pequeña escala
- Funcionamiento de plantas desalinizadora de pequeña y media escala.

Referente a las amenazas se mencionan:

- Planta desalazadora de Chungungo
- Actividad de barreteo de las algas
- Pesca ilegal que no es fiscalizada
- Toma de control de la isla Gaviota por parte de CONAF y que resulte en la prohibición de acceder a la isla y realizar sus actividades de recolección de algas. CONAF menciona que esto se está realizando por petición de la comunidad que participa de la mesa de trabajo de la RN.

3.4.2.5 Taller Caleta Totoralillo Norte

El taller se realizó en la sede de pescadores de la caleta Totoralillo Norte, donde participaron 22 usuarios del borde costero de Caleta Totoralillo Norte; el SEREMI del MMA y 3 profesionales MMA (Ismael Díaz, Claudia Accini y Roberto Villablanca); 1 profesional de SERNATUR y 2 profesionales del equipo consultor (Cristian Parra, Jefe de Proyecto y Claudia Meza, profesional GeamChile) (**Tabla 4**).

En términos generales, los asistentes manifiestan sus consultas con respecto a:

- Con respecto al carácter biregionalidad del AMCP-MU consideran que no debiera ser así, pues la ley de pesca no permite que los pescadores realicen actividades en una región diferente, por lo que no debieran tener injerencia en

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

las decisiones del maritorio de la cuarta región. Alegan que se aplica la biregionalidad discrecionalmente a conveniencia del Estado, considerando el cuidado de la fauna, pero no de los pescadores.
- Con respecto a la pregunta de administración del AMCP-MU?. Seremi responde que se está por crear un nuevo servicio de áreas protegidas que ordenará la actual dispersión de servicios y facultades de fiscalización, con más recursos.
- Pescadores mencionan que se deberían aceptar los grandes proyectos, creen que puede haber compatibilidad.

Con respecto a los objetos de protección, los asistentes mencionan lo siguiente:

- Con respecto al recurso huiro, se consulta si se va a prohibir la extracción. En respuesta se les reitera que no habrá prohibición de explotación pero que se deberá realizar con un enfoque de conservación y respetando las medidas administrativas decretadas por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

En cuanto a los usos que realizan en la Caleta de Totoralillo Norte, se reportan:

- Pesca industrial
- Extracción de recursos bentónicos

Respecto de las amenazas se mención:

- Desarrollo de la pesca industrial

3.4.2.6 Taller Caleta Chungungo

El taller se realizó en la sede de la Junta de Vecinos de la Localidad de Chungungo, donde participaron 12 usuarios del borde costero de Caleta Chungungo y sectores aledaños, SEREMI MMA (Leonardo Gross) y 3 profesionales MMA (Ismael Díaz, Claudia Accini y Roberto Villablanca); y 2 profesionales del equipo consultor (Cristian Parra, Jefe de Proyecto y Claudia Meza, profesional GeamChile) **(Tabla 4**).

En términos generales, los asistentes manifiestan sus consultas con respecto a:

- Respecto al funcionamiento de las plantas desalinizadoras que al extraer agua también succionan organismos ¿estarían permitidas y a qué nivel?. En respuesta se menciona que esto dependerá del impacto ambiental, lo que deberá ser evaluado por los servicios pertinentes si hay o no compatibilidad de usos. Se agrega que las desalinizadoras de la caleta son para consumo humano para un número reducido de habitantes, adicionando que los proyectos ya operando no deberán someterse a evaluación. El plan de manejo debe buscar estrategias para minimizar los impactos asociados a las amenazas detectadas, asimismo contiene una zonificación realizada en conjunto con usuarios y servicios.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

- Con respecto a las AMERBs, el Seremi asegura que los derechos existentes respecto de las AMERB y de la pesca artesanal no cambian.
- De la extracción de algas se consulta ¿El AMCP-MU no afectará la restricción porque son otros organismos los que definen la extracción?. En respuesta se informa que mientras se trate de una extracción sustentable (por ejemplo sin extracción del grampón o respetando las tallas mínimas), no habrá mayores restricciones. Estos son los puntos que se deben respetar tanto en AMERB como en áreas libres para realizar la actividad.
- Con respecto a la no inclusión de las AMERBs, Seremi explica que no se incluyeron por dos razones: la mayoría de los sindicatos tenían dudas respecto de su conveniencia o no de incluir a sus AMERBs y por parte de Subpesca existen reticencias; en todo caso son instrumentos muy compatibles y menciona que sigue abierta la posibilidad si algún gremio quiere ser parte del AMCP-MU.
- ¿Qué beneficios podemos sacar los pescadores? Se contesta que si se protege el área eventualmente podrían aumentar las especies y su biomasa, implica mayor cantidad de recursos disponibles si se conservan, así como podría haber un valor agregado de los recursos vendidos con sello de "área de conservación". Seremi, agrega que el beneficio de la AMCP-MU es que visibiliza todo el archipiélago, espera que los beneficios no se concentren en una sola caleta, sino que traiga equidad y desarrollo en el conjunto de caletas.
- En cuanto a los ejemplos de los decretos mostrados de otras AMCP-MU, se puntualiza que la AMCP-MU Archipiélago de Humboldt tiene su origen en la ciudadanía; surge a partir del Consejo Consultivo de la Reserva Humboldt donde participan distintos actores, incluidos pescadores, en 2009 se solicita el apoyo a OCEANA para que elabore informe que permita identificar los sitios prioritarios de la región, esto en función de la amenaza de instalación de 3 centrales eléctricas a carbón que finalmente no se instalaron en la zona.

Con respecto a los objetos de protección, los asistentes mencionan lo siguiente:

- Se acota que es importante la mención del rol que cumplen las especies para conocimiento de los usuarios.

En cuanto a los usos que realizan en la Caleta Chungungo, se reportan:

- En Punta Choros, Los Pájaros y otros lugares se realizan investigación.
- Actividad turística de avistamiento de especies en Isla Chungungo.

3.4.2.7 Taller Caleta Los Hornos

El taller se realizó en la sede del Club Deportivo de Caleta Los Hornos, donde participaron 28 usuarios del borde costero de Caleta Hornos y sectores aledaños, 3 profesionales de la Seremi del Medio Ambiente de la Región de Coquimbo (Claudia Accini, Roberto Villablanca e Ismael Díaz), el Seremi del MMA Lenardo Gross, 1

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

profesional CONAF y 2 profesionales del equipo consultor (Cristian Parra, Jefe de Proyecto y Claudia Meza, profesional GeamChile) (**Tabla 4**).

En términos generales, los asistentes manifiestan sus consultas con respecto a:

- Piensan que el AMCP-MU será como la Reserva, y que tendrá restricciones de uso y de cantidad de extracción de recurso. Por eso, con respecto a la consulta de las restricciones en las actividades que actualmente desarrollan los pescadores en áreas de libre acceso, se reitera que no existen nuevas restricciones.
- Los pescadores y usuarios reconocen que ellos cuidan de sus recursos.

En cuanto a los usos que realizan en la Caleta de Hornos, se reportan:

- Pesca de orilla
- Extracción de recursos bentónicos en AMERB y áreas de libre acceso

3.4.3 Conclusiones Generales del 2do Proceso de Socialización de los talleres

- El segundo proceso de socialización del proyecto, registró un total de 102 actores locales de las diferentes caletas y localidades involucradas: Caleta La Reina, Los Burros Sur, Chañaral de Aceituno, Carrizalillo, Punta Choros, Los Choros, Los Llanos de Los Choros, Chungungo, Yerbas Buenas, Totoralillo Norte y Los Hornos. Paralelamente participaron 14 profesionales y funcionarios de servicios públicos (MMA, SERNAPESCA, CONAF y SERNATUR) y 7 integrantes de diferentes ONGs (Modema, Sphenisco y Movimiento Camanchaca).
- Los actores claves desde la caleta Los Burros hasta Chungungo manifiestan un consenso en la aceptación de la figura de protección del AMCP-MU. Mientras que las caletas de Totoralillo Norte y Los Hornos, existe una mayor desconfianza por los procesos anteriores referidas a otras figuras administrativas, específicamente de la reserva marina, en donde perdieron derecho de uso. En esto se recalcó que la figura del AMCP-MU tiene por objetivo conservar la biodiversidad, proteger las especies marinas en peligro, reducir los conflictos de uso, generar instancias de investigación y educación; y desarrollar actividades comerciales y recreativas, sin restringir ni quitar los derechos que como pescadores tienen sobre las AMERBs y Áreas de Libre Acceso.
- La propuesta de objetos de protección reúne las particularidades que se quieren proteger y no se presenta objeción.
- Entre los principales usos y actividades que se desarrollan en las caletas, se mencionan la pesca artesanal, pesca industrial, el trabajo en AMERBs, extracción de recursos bentónicos desde áreas de libre acceso, pesca de orilla, buceo, desarrollo de actividades de turismo con avistamiento de flora y fauna, actividades de investigación, entre otras.
- Entre las amenazas se indica la actividad de barreteo de algas, pesca industrial, la pesca ilegal, turismo no regulado, potenciales proyectos industriales en el borde costero, entre otros.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

3.5 Expediente registro de actividades realizadas en el 2do proceso de socialización del proyecto

El presente capítulo muestra el registro de las actividades de socialización realizadas tanto de manera presencial como virtual, con los diferentes actores claves del proyecto. El expediente reporta tanto fotografías de los talleres como también las listas de asistencia para el caso de las reuniones presenciales. La **Tabla 4** presenta el resumen de los talleres, fecha y lugar de ejecución y actores que participaron del evento.

3.5.1 Taller presencial Caleta Los Burros



Figura 18. Taller participativo correspondiente a la 2da etapa de socialización del proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Caleta Los Burros.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl



GEAMCHILE

LISTA DE ASISTENCIA

PROYECTO: "ELABORACIÓN DE INFORME TÉCNICO JUSTIFICATORIO PARA LA CREACIÓN DEL ÁREA MARINA COSTERA PROTEGIDA DE MÚLTIPLES USOS ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT, REGIÓN DE COQUIMBO Y REGIÓN DE ATACAMA Y SU SOCIALIZACIÓN CON ACTORES LOCALES REGIÓN DE COQUIMBO"

Taller : Los Burros Fecha: 23 enero 2023

Nombre	Organización	Firma
Oscar Muñoz	Sindicato LBS	
Felipe Espinoza	Sindicato la Reina	
Ricardo Catalán	Presidente JV los burros	
Claudia Meza	Secretaria MA Atacama	
Cristian Pinto V.	GEAM	
	OSPM.	

Figura 19. Lista de asistencia correspondiente a la 2da etapa socialización del proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Caleta Los Burros.

3.5.2 Taller presencial Caleta Chañaral de Aceituno



Figura 20. Taller participativo correspondiente a la 2da etapa socialización del proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Caleta Chañaral de Aceituno.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl



GEAMCHILE

LISTA DE ASISTENCIA

PROYECTO: "ELABORACIÓN DE INFORME TÉCNICO JUSTIFICATORIO PARA LA CREACIÓN DEL ÁREA MARINA COSTERA PROTEGIDA DE MÚLTIPLES USOS ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT, REGIÓN DE COQUIMBO Y REGIÓN DE ATACAMA Y SU SOCIALIZACIÓN CON ACTORES LOCALES REGIÓN DE COQUIMBO"

Lugar: Chañaral de Aceituno — Fecha: 24 Enero 2023

NOMBRE	Nº DE TELÉFONO	CORREO ELECTRÓNICO	ORGANIZACIÓN O INSTITUCIÓN	FIRMA
Nicanor Contreras	996494488		Sindicato Chañaral	
Sergio Tapia A.	996494488	1/1	Sti chañaral Buzos	
Rosenio Barrazana	996473029		11 11	
Miguel Villagrán	994091894		Secretario de pesca	
Pascual Hernández	3	S.T.I.		
Jesus Contreras	—	S.T.I.		
Cristian Abarca	—	S.T.I.		
Gabriela Lopez Acosta	985192205	gabriela.lopez@conaf.cl	CONAF	
Ivan Martinez Yañez	973332734		Presidente de Turismo	
Carlos Alza Godoy	992178377		Presidente de Turismo	
Juan Carlos Alvarez	932957820		STI	



GEAMCHILE

LISTA DE ASISTENCIA

PROYECTO: "ELABORACIÓN DE INFORME TÉCNICO JUSTIFICATORIO PARA LA CREACIÓN DEL ÁREA MARINA COSTERA PROTEGIDA DE MÚLTIPLES USOS ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT, REGIÓN DE COQUIMBO Y REGIÓN DE ATACAMA Y SU SOCIALIZACIÓN CON ACTORES LOCALES REGIÓN DE COQUIMBO"

Lugar: Chañaral de Aceituno — Fecha: 24 Enero 2023

NOMBRE	Nº DE TELÉFONO	CORREO ELECTRÓNICO	ORGANIZACIÓN O INSTITUCIÓN	FIRMA
Gustavo Alcaíno	978672183	—	Sindicato Chañaral	
Manuella Molina	932748837	manuella.molina@conaf.cl	Conaf	
Ricardo Castillo	974200444	ricardo@mma.gob.cl	MMA	
Claudio Moreno A.	979368484	—	STI Buzos	
Julio Muñoz A.			Comunidad Chañaral	
Daniel Campusano	86 176 394		S.T.I.	
Ricardo Campusano T.	963582793		ST Pabilo Chañaral	
Yesenia Muñoz Alvarez	963582184		C.T.I Chañaral	
Fernando Bustos M.	979805894		? Alfarillo	
Claudia Negro	998788835		GEAM CHILE	
Cristian Parra V.			GEAM	

Figura 21. Lista de asistencia correspondiente a la segunda etapa de socialización del proyecto "Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo", sector de Caleta Chañaral de Aceituno.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

3.5.3 Taller presencial Caleta Los Choros y Llanos Los Choros



Figura 22. Taller participativo correspondiente a la 2da etapa socialización del proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Pueblo Los Choros.



GEAMCHILE

LISTA DE ASISTENCIA

PROYECTO: "ELABORACIÓN DE INFORME TÉCNICO JUSTIFICATORIO PARA LA CREACIÓN DEL ÁREA MARINA COSTERA PROTEGIDA DE MÚLTIPLES USOS ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT, REGIÓN DE COQUIMBO Y REGIÓN DE ATACAMA Y SU SOCIALIZACIÓN CON ACTORES LOCALES REGIÓN DE COQUIMBO"

Lugar: Sede Club Deportivo Victoria, Los Choros Fecha: 25 enero 2023

NOMBRE	Nº DE TELÉFONO	CORREO ELECTRÓNICO	ORGANIZACIÓN O INSTITUCIÓN	FIRMA
KATHERINE TREBES C	968168024	APR LOSCHOROS@gmail	APR LOS CHOROS	
OSCAR CHARCO POBLETE	982045556	OSCAR.CHARCO@GMAIL	APR LOS CHOROS	
ANGELICA MILLAPANGO	942043990	ANGELICA.M@GMAIL.COM	OFICINA	
Orlando Vásquez Jara	[illegible]	[illegible]@sernapesca.cl	Sernapesca	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
Yanina Pavez Campos	4 [illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	962272420	[illegible]	Concejal	
Pablo Arriagada A.	993557197	pablo.arriagada@conaf.cl	CONAF	
Francisco [illegible]	994933209	DEPSTE@GLS.CL	Depto. de Vecinos [illegible]	
Ernesto Pardo	993211192	A.P. Los Choros	Presidente APR Los Choros	
Catalina Cayuqueo	958258868	[illegible]	Feria Local Llano	

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Calle Doctor Martin 588-A Puerto Montt – (065) 2262 [illegible]
consultorageamchile@gmail.com

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl


GEAMCHILE

LISTA DE ASISTENCIA

PROYECTO: "ELABORACIÓN DE INFORME TÉCNICO JUSTIFICATORIO PARA LA CREACIÓN DEL ÁREA MARINA COSTERA PROTEGIDA DE MÚLTIPLES USOS ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT, REGIÓN DE COQUIMBO Y REGIÓN DE ATACAMA Y SU SOCIALIZACIÓN CON ACTORES LOCALES REGIÓN DE COQUIMBO"

Lugar: Sede Club Deportivo Victoria a los Choros | Fecha: 25 enero 2023

NOMBRE	N° DE TELÉFONO	CORREO ELECTRÓNICO	ORGANIZACIÓN O INSTITUCIÓN	FIRMA

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.

Figura 23. Lista de asistencia correspondiente a la segunda etapa de socialización del proyecto "Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo", sector de Caleta Los Choros y Llanos Los Choros.

3.5.4 Taller presencial Caleta Punta Choros



Figura 24. Taller participativo correspondiente a la 2da etapa socialización del proyecto "Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo", sector de Caleta Punta Choros.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl



GEAMCHILE

LISTA DE ASISTENCIA

PROYECTO: "ELABORACIÓN DE INFORME TÉCNICO JUSTIFICATORIO PARA LA CREACIÓN DEL ÁREA MARINA COSTERA PROTEGIDA DE MÚLTIPLES USOS ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT, REGIÓN DE COQUIMBO Y REGIÓN DE ATACAMA Y SU SOCIALIZACIÓN CON ACTORES LOCALES REGIÓN DE COQUIMBO"

Lugar: Sede AG. Punta Choros | Fecha: 25 ENERO 2023

NOMBRE	Nº DE TELÉFONO	CORREO ELECTRÓNICO	ORGANIZACIÓN O INSTITUCIÓN	FIRMA
Juana Araya Barquez	985446811	—	Pescadora C Los Choros	
Osvel Vergara Rojas	971277250	.	Comunidad Chanco Adol	
Rosalina Tolmayo	942699339	Rosita_vyc23@hotmail.com	"	
Denisse Flores	977226491	Denisse@gmail.com	TENIENTE - Vecino	
Yeshey Valeria	953465986	—	Comunidad Indígena	
Pablo Astorgido A.	945342052	pablo.arcopido@gmail.com	CONAF - Punta de Choros	
Carlos Trigo	1946 714-1	[illegible]	Comunidad	
Erena Reyes M.	974436913	Terrarreyes@gmail.com	APR Punta de choros	
Lucía Obando Jorquera	961308623	[illegible]	Comunidad Chanco Punta Jorquera y Pescadora	
Tamara Gaymer P.	992757302	[illegible]	Cons. NODEMA	
[illegible]	995216993	[illegible]	Vecino	

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.

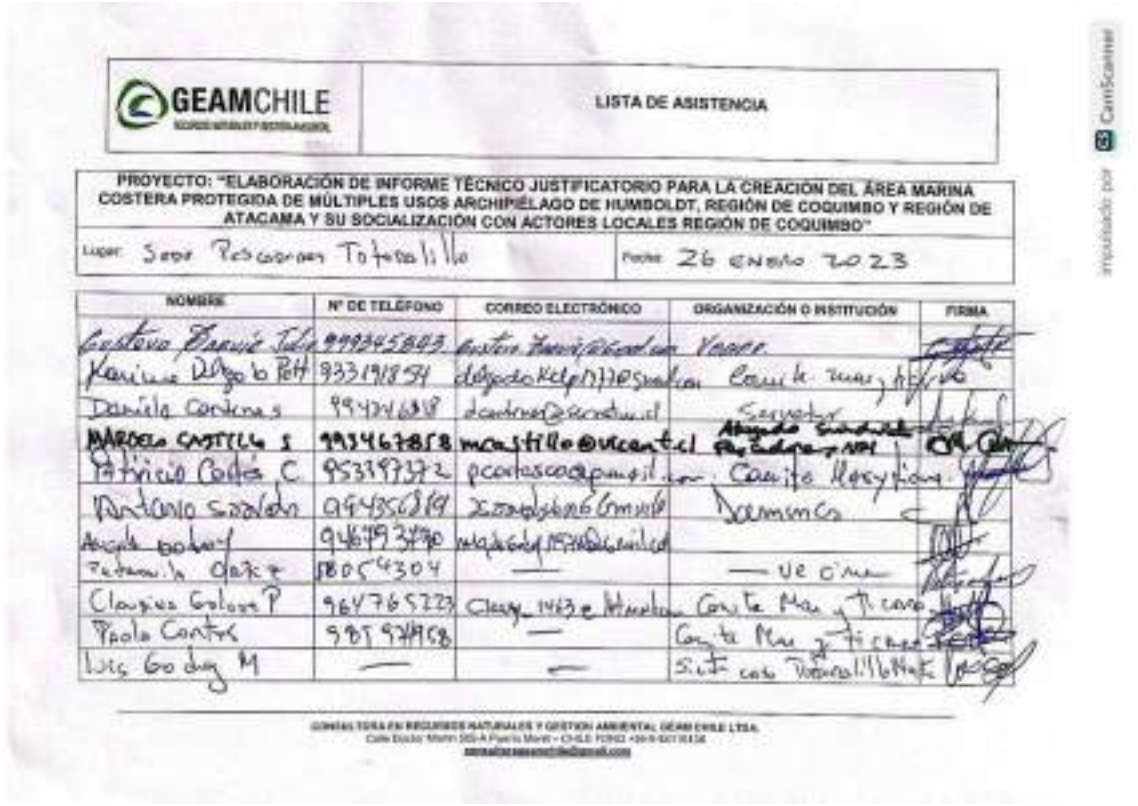
Figura 25. Lista de asistencia correspondiente a la segunda etapa de socialización del proyecto "Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo", sector de Caleta Punta Choros.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

3.5.5 Taller presencial Caleta Totoralillo Norte



Figura 26. Taller participativo de la 2da socialización del proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Caleta Totoralillo Norte.



GEAMCHILE

LISTA DE ASISTENCIA

PROYECTO: "ELABORACIÓN DE INFORME TÉCNICO JUSTIFICATORIO PARA LA CREACIÓN DEL ÁREA MARINA COSTERA PROTEGIDA DE MÚLTIPLES USOS ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT, REGIÓN DE COQUIMBO Y REGIÓN DE ATACAMA Y SU SOCIALIZACIÓN CON ACTORES LOCALES REGIÓN DE COQUIMBO"

Lugar: Sede Pescadores Totoralillo — Fecha: 26 ENERO 2023

NOMBRE	Nº DE TELÉFONO	CORREO ELECTRÓNICO	ORGANIZACIÓN O INSTITUCIÓN	FIRMA
Gustavo Daniel Tala	993345883	gustavo.tala@gmail.com	Vecino	
Karina Diaz Poh	933191834	diazpoh.karina@gmail.com	Comité Mar y Tierra	
Daniela Contreras	994746318	dcontreras@geamchile.cl	Secretaria	
MARCELO CASTILLO S	993467858	mcastillo@vicente.cl	Abogado Consultor Pescador Artesanal	
Patricio Cortés C.	953397372	pcortescoa@gmail.com	Comité Recreativo	
Mariano Saldaña	994356819	[illegible]	Vecino	
Angela Godoy	946793790	[illegible]	[illegible]	
Paloma Ortiz	80554304	—	— Vecino	
Claudia Galaz P	964765223	Claudia.1463@hotmail.com	Comité Mar y Tierra	
Paola Cortés	987974958	—	Comité Mar y Tierra	
Luis Godoy M	—	—	Sindicato Totoralillo Norte	

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Calle Doctor Martin 588-A Puerto Montt – CHILE FONO
consultorageamchile@gmail.com

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl



GEAMCHILE

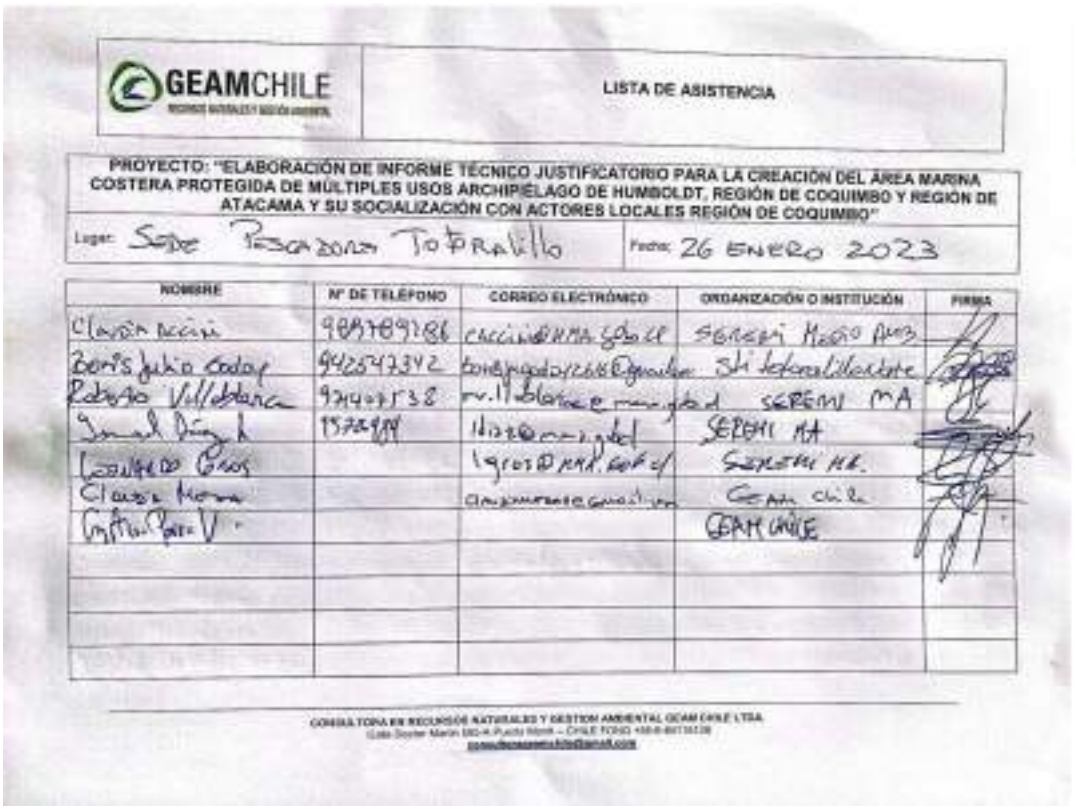
LISTA DE ASISTENCIA

PROYECTO: "ELABORACIÓN DE INFORME TÉCNICO JUSTIFICATORIO PARA LA CREACIÓN DEL ÁREA MARINA COSTERA PROTEGIDA DE MÚLTIPLES USOS ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT, REGIÓN DE COQUIMBO Y REGIÓN DE ATACAMA Y SU SOCIALIZACIÓN CON ACTORES LOCALES REGIÓN DE COQUIMBO"

Lugar: Sede Pescadores Totoralillo | Fecha: 24 ENERO 2023

NOMBRE	Nº DE TELÉFONO	CORREO ELECTRÓNICO	ORGANIZACIÓN O INSTITUCIÓN	FIRMA
Benjamin Rojas	88259535	benjamin.rojas.vergara@gmail.com	Gestion Vecino	
Wilfredo Godoy	941510422	—	Sindicato Totoralillo	
Miguel Godoy Rojas	933177703	miguelgodoyrojas@gmail.com	Sti Foto Norte	
Raul Julio	993978718	[illegible]	Sindicato Pescadores	
Leonidas Campos	—	—	Sindicato Pescadores	
[illegible]	935762072	[illegible]	Sti Totoralillo Norte	
[illegible]	—	—	Sindicato Totoralillo	
[illegible]		[illegible]	Sti. Totoral. Norte	
Cristobal Molina L.			sti totoralillo norte	
Harry Molina G			sti. totoralillo norte	
YAHIR DIAZ OSORIO			Sti Totoralillo NORTE	

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.



GEAMCHILE

LISTA DE ASISTENCIA

PROYECTO: "ELABORACIÓN DE INFORME TÉCNICO JUSTIFICATORIO PARA LA CREACIÓN DEL ÁREA MARINA COSTERA PROTEGIDA DE MÚLTIPLES USOS ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT, REGIÓN DE COQUIMBO Y REGIÓN DE ATACAMA Y SU SOCIALIZACIÓN CON ACTORES LOCALES REGIÓN DE COQUIMBO"

Lugar: Sede Pesca Artesanal Totoralillo | Fecha: 26 ENERO 2023

NOMBRE	Nº DE TELÉFONO	CORREO ELECTRÓNICO	ORGANIZACIÓN O INSTITUCIÓN	FIRMA
Claudia Acuña	989789186	[illegible]	SEREMI MEDIO AMB	
Jorge Julio Godoy	942547392	[illegible]	Sti Totoralillo Norte	
Roberto Villablanca	974087538	[illegible]	SEREMI MA	
[illegible]	19729899	[illegible]	SEREMI MA	
[illegible]		[illegible]	SEREMI MA.	
Claudia Molina		[illegible]	GEAM chile	
[illegible]			GEAM CHILE	

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.

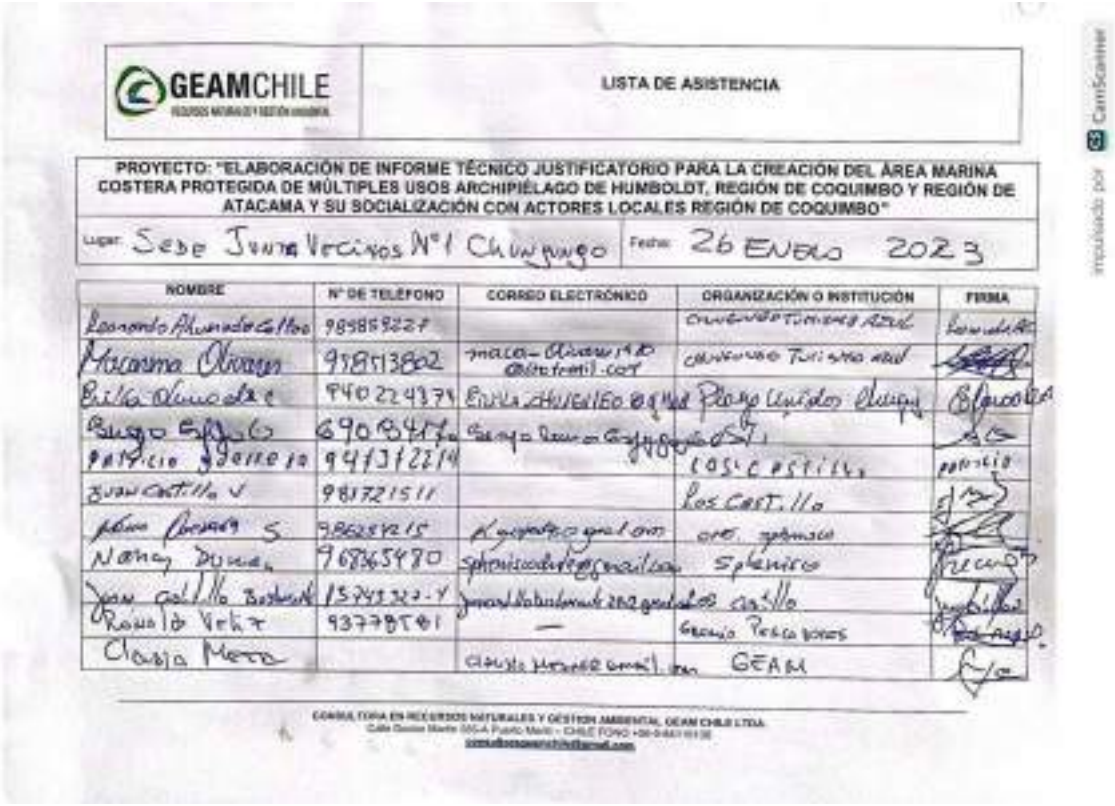
Figura 27. Lista de asistencia correspondiente a la segunda etapa de socialización del proyecto "Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo", sector de Caleta Totoralillo Norte

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

3.5.6 Taller presencial Caleta Chungungo



Figura 28. Taller participativo de la 2da socialización del proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Caleta Chungungo.



GEAMCHILE

LISTA DE ASISTENCIA

PROYECTO: "ELABORACIÓN DE INFORME TÉCNICO JUSTIFICATORIO PARA LA CREACIÓN DEL ÁREA MARINA COSTERA PROTEGIDA DE MÚLTIPLES USOS ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT, REGIÓN DE COQUIMBO Y REGIÓN DE ATACAMA Y SU SOCIALIZACIÓN CON ACTORES LOCALES REGIÓN DE COQUIMBO"

Lugar: Sede Junta Vecinos N°1 Chungungo Fecha: 26 ENERO 2023

NOMBRE	N° DE TELÉFONO	CORREO ELECTRÓNICO	ORGANIZACIÓN O INSTITUCIÓN	FIRMA
Leonardo Alvarado Cano	985859227			
Macarena Olivares	958513802			
Erika Olivares	940224379			

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl



GEAMCHILE

LISTA DE ASISTENCIA

PROYECTO: "ELABORACIÓN DE INFORME TÉCNICO JUSTIFICATORIO PARA LA CREACIÓN DEL ÁREA MARINA COSTERA PROTEGIDA DE MÚLTIPLES USOS ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT, REGIÓN DE COQUIMBO Y REGIÓN DE ATACAMA Y SU SOCIALIZACIÓN CON ACTORES LOCALES REGIÓN DE COQUIMBO"

Lugar: Sede Junta de Vecinos N°1 Chungungo Fecha: 26 ENERO 2023

NOMBRE	Nº DE TELÉFONO	CORREO ELECTRÓNICO	ORGANIZACIÓN O INSTITUCIÓN	FIRMA
Gregory Aguilera	85622026	—	Gremio Pescadores	
Tomas Sarmiento	58 250272	—	Comite APR	
Claudia Acuña	989787786	cacuna@mma.gob.cl	Sernapesca	
[illegible]	95726984	[illegible]	[illegible]	
Roberto [illegible]	97407738	[illegible]	SEREMI	
[illegible]		lagos@mma.gob.cl	Sernapesca	
[illegible]			GEAMCHILE	

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Calle Sector Martin 588-A Puerto Montt – CHILE FONO +56 9 84115728
consultorageamchile@gmail.com

Escaneado por CamScanner

Figura 29. Lista de asistencia correspondiente a la segunda etapa de socialización del proyecto "Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo", sector de Caleta Chungungo.

3.5.7 Taller presencial Caleta Los Hornos



Figura 30. Taller participativo correspondiente a la 2da etapa socialización del proyecto “Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo”, sector de Caleta Los Hornos.



GEAMCHILE

LISTA DE ASISTENCIA

PROYECTO: "ELABORACIÓN DE INFORME TÉCNICO JUSTIFICATORIO PARA LA CREACIÓN DEL ÁREA MARINA COSTERA PROTEGIDA DE MÚLTIPLES USOS ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT, REGIÓN DE COQUIMBO Y REGIÓN DE ATACAMA Y SU SOCIALIZACIÓN CON ACTORES LOCALES REGIÓN DE COQUIMBO"

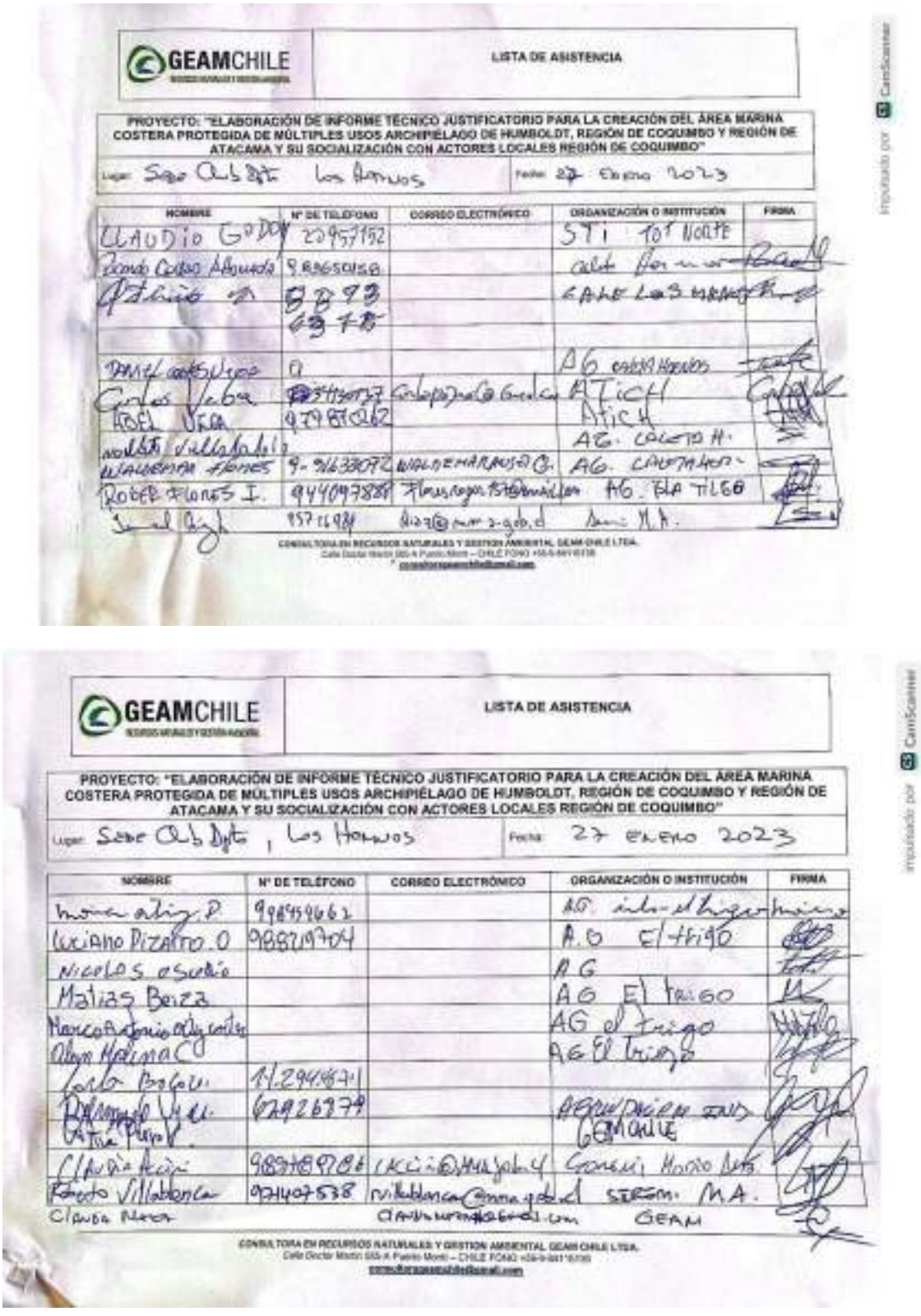
Lugar: Sede Club Deportivo, Caleta Los Hornos | Fecha: 27 enero 2023

NOMBRE	Nº DE TELÉFONO	CORREO ELECTRÓNICO	ORGANIZACIÓN O INSTITUCIÓN	FIRMA
Francisco Gonzalez R.	988048646	[illegible]	COMAF	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	Sindico	
[illegible]	968365480	[illegible]	Sindico	
[illegible]	920247934	[illegible]	MOU. Caramelera	
[illegible]	—	—	MODESTA MODESTA	
[illegible]	995812122	[illegible]	MODESTA	
[illegible]	93940506		A.G Caleta	
[illegible]	—	—	—	
[illegible]	[illegible]	—	S.V.O. Caleta [illegible]	
[illegible]	40483247	—		
[illegible]	X	X	AGRUPA DE PESCA	

SEBASTIAN OSORIO — AE — MANUEL V.G

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl



GEAMCHILE

LISTA DE ASISTENCIA

PROYECTO: "ELABORACIÓN DE INFORME TÉCNICO JUSTIFICATORIO PARA LA CREACIÓN DEL ÁREA MARINA COSTERA PROTEGIDA DE MÚLTIPLES USOS ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT, REGIÓN DE COQUIMBO Y REGIÓN DE ATACAMA Y SU SOCIALIZACIÓN CON ACTORES LOCALES REGIÓN DE COQUIMBO"

Lugar: Sede Club Dpto Los Hornos Fecha: 27 Enero 2023

NOMBRE	Nº DE TELÉFONO	CORREO ELECTRÓNICO	ORGANIZACIÓN O INSTITUCIÓN	FIRMA
CLAUDIO GODOY	209577152		STI TOT NORTE	
Ricardo Cortes Alfaro	9 89650158		caleta Los Hornos	
[illegible]	8893 6378		CALETA LOS HORNOS	
[illegible]			AG CALETA HORNOS	
Carlos Vega	[illegible]	[illegible]	ATICH	
ROSA VEGA	979881262		ATICH	
[illegible]			AG. CALETA H.	
[illegible]	9-96338072	[illegible]	AG. CALETA HORNOS	
ROGER FLORES I.	944097887	[illegible]	AG. ELA TILEO	
[illegible]	957 [illegible]	[illegible]	[illegible]	

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Calle Doctor Martin 588-A Puerto Montt – CHILE FONO [illegible]
consultorageamchile@gmail.com

Impulsado por CamScanner

GEAMCHILE

LISTA DE ASISTENCIA

PROYECTO: "ELABORACIÓN DE INFORME TÉCNICO JUSTIFICATORIO PARA LA CREACIÓN DEL ÁREA MARINA COSTERA PROTEGIDA DE MÚLTIPLES USOS ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT, REGIÓN DE COQUIMBO Y REGIÓN DE ATACAMA Y SU SOCIALIZACIÓN CON ACTORES LOCALES REGIÓN DE COQUIMBO"

Lugar: Sede Club Dpto, Los Hornos Fecha: 27 ENERO 2023

NOMBRE	Nº DE TELÉFONO	CORREO ELECTRÓNICO	ORGANIZACIÓN O INSTITUCIÓN	FIRMA
[illegible]	998459662		AG [illegible]	
Luciano Pizarro O	988209704		A.G El Tigre	
Nicolas Osorio			AG	
Matias Berza			AG El Tango	
[illegible]			AG el Tango	
[illegible]			AG El Tango	
[illegible]	11.294.641			
[illegible]	67926979		[illegible] GEAMCHILE	
[illegible]				
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
Roberto Villablanca	974407538	[illegible]	SERGM. M.A.	
Claudia Nuñez			GEAM	

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Calle Doctor Martin 588-A Puerto Montt – CHILE FONO [illegible]
consultorageamchile@gmail.com

Impulsado por CamScanner

Figura 31. Lista de asistencia correspondiente a la segunda etapa de socialización del proyecto "Elaboración de Informe Justificatorio para la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt, Regiones de Atacama y Coquimbo", sector de Caleta Los Hornos.

4 Anexos

4.1 Lista de actores claves identificados durante la primera etapa del estudio

Tabla 5. Actores Públicos claves para el proceso de planificación participativo

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
1	Seremi del Medio Ambiente	Coquimbo	Leonardo Gros Pérez (SEREMI)	Av Juan Cisternas 1957; La Serena Fono: 22473761	Liderar en la región el desarrollo sustentable, a través del apoyo a la generación de políticas públicas, regulaciones eficientes, promoviendo buenas prácticas y mejorando la educación ambiental ciudadana.	Líneas estratégicas de trabajo son la protección y conservación de la diversidad biológica y de los recursos naturales renovables e hídricos, promoción del desarrollo sustentable, la integridad de la política ambiental y de su regulación normativa.
2		Atacama	Natalia Urith Penroz Acuña (SEREMI)	Portales Nº 830, Copiapó. Fono: (56-52) 2352862		
3	SEREMI Bienes Nacionales	Coquimbo	Marcelo Salazar Pérez (SEREMI)	Arturo Prat 225, of. 410; La Serena Fono: 2566500	administrar y resguardar el patrimonio fiscal, colocándolo al servicio de las necesidades sociales, ambientales, culturales y económicas del país en beneficio de todas y todos los habitantes del territorio regional	líneas de trabajo: reducir el déficit de suelo para viviendas dignas; restitución de tierras a pueblos originarios; fortalecimiento de espacios de memoria y derechos humanos; protección y el acceso al patrimonio natural; impulso de las energías renovables no convencionales, entre otros.
4		Atacama	Mónica Marín Aguirre (SEREMI)	Atacama 810, Copiapó Fono: (52) 252 6803 – (52) 252 6810		
5	SEREMI Vivienda y Urbanismo	Coquimbo	José Manuel Peralta León (SEREMI)	Almagro Nº 372, La Serena Fono: 2213744	Su misión es concretar la política nacional de vivienda y urbanismo en su área territorial, respondiendo a	Realiza actividades de planificación, programación, evaluación, control y promoción de dicha política.

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
6		Atacama	Rocío Díaz Gómez (SEREMI)	Atacama N° 711, Copiapó Fono: (52) 2526551 - (52) 2526539	necesidades y demandas de los habitantes del territorio y a la sostenibilidad de la inversión pública, el medioambiente y la economía del país, con foco en la calidad de vida de las personas más vulnerables y sectores medios.	Además, vela por el cumplimiento de SERVIU, en sus respectivas jurisdicciones, de todos los planes, normas e instrucciones impartidas por el MINVU y especialmente, que sus inversiones se ajusten estrictamente a los presupuestos aprobados para cada uno de ellos.
7	Seremi de Economía, Fomento y Turismo	Coquimbo	Nicolás Ledezma Lizana (SEREMI)	Balmaceda N° 441 oficina 23 2do. Piso La Serena Fono: 2214814	Su propósito es implementar las políticas del Ministerio en el territorio en vistas a lograr un crecimiento sostenido, sustentable y con equidad.	Líneas de acción: promoción de la modernización y competitividad de la estructura productiva del país; promoción de la iniciativa privada y la acción eficiente de los mercados; desarrollo de la innovación en los distintos rubros; consolidación de la inserción internacional de la economía del país. Servicios: SERCOTEC, CORFO, SERNATUR, SENCE, SERCOTEC, INDESPA; SERNAC, SERNAPESCA, INE, INAPI, y otros).
8		Atacama	Makarena Isabel Arias Vargas (SEREMI)	Colipi N°780 Fono: 52 – 2212642		
9	Gobierno Regional de Coquimbo	Coquimbo	Krist Naranjo Peñaloza (Gobernadora)	Arturo Prat 350; La Serena.	Misión: Liderar el desarrollo social, cultural y económico, de forma equitativa a través de una planificación desde el territorio y de una gestión de inversión en forma	Objetivos Estratégicos: Elaborar e implementar instrumentos de planificación regional que favorezcan al desarrollo equitativo de los territorios, la descentralización y los vínculos

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
					armónica, eficiente, sustentable y participativa para el mejoramiento continuo de la calidad de vida de las personas en la Región de Coquimbo	internacionales e interregionales; Materializar la planificación regional, a través de la coordinación de Planes y programas de Inversión Pública Regional, para satisfacer los requerimientos que demanda el desarrollo del territorio; Asegurar la calidad en la ejecución del FNDR gestionando en forma oportuna y eficiente los recursos propios.
10	Gobierno Regional de Coquimbo	Atacama	Miguel Vargas Correa (Gobernador)	Los Carreras 645; Copiapó. Fono: (52) 2 207200	Misión: Gestionar eficazmente la inversión pública, coordinando políticas, planes y programas, con el fin de contribuir al desarrollo económico, social y cultural de la región y sus territorios, propendiendo a mejorar la calidad de vida de sus habitantes.	Objetivos Estratégicos: Orientar el Proceso de Planificación y Ordenamiento Territorial; Fortalecer el rol articulador de la Institución a efectos de mejorar la oportunidad en la ejecución de la Inversión Pública Regional; Ejecutar en forma coherente, eficiente y eficaz el presupuesto de inversión asignado a la Región; Monitorear y evaluar la efectividad de la ejecución física y financiera de la inversión pública.

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
11	Dirección Zonal de Pesca de la macrozona Regiones III y IV	Coquimbo y Atacama	Javier Chávez Vilches (Director)	Raúl Marín Balmaceda N° 847, Coquimbo Fono: (32) 2502940	Lleva a cabo la gestión de la subsecretaría de pesca en esta zona, representa la autoridad pesquera y preside el Consejo Zonal de Pesca.	Enfoca su quehacer en el apoyo directo en temas pesqueros, acuícolas y medioambientales, participando en las mesas públicas-privadas de algas pardas, la mesa de Comabach (Bahía Chasco), mesas de pesca en las diversas provincias, en las comisiones regiones de uso del borde costero y en el Consejo Estratégico de la Pesca Artesanal, entre otras.
12	SERNAPESCA	Coquimbo	Cecilia Solís Fernández (Directora)	Calle Videla 340, Piso 6. La Serena Fono: +56 (51) 2677600 - +56 (51) 2677627 - +56 (51) 2677629	Contribuir a la sustentabilidad del sector y a la protección de los recursos hidrobiológicos y su medio ambiente, a través de una fiscalización integral y gestión sanitaria que influye en el comportamiento sectorial promoviendo el cumplimiento de las normas.	Fortalecer la seguridad y transparencia del rol fiscalizador; Facilitar el cumplimiento de la norma a los/as usuarios/as sectoriales para disminuir las conductas transgresoras; Enfoque de fiscalización integral eficaz para generar una disuasión efectiva de las conductas transgresoras; Participar de la agenda normativa sectorial; Potenciar el proceso modernizador en Sernapesca. Cuenta con Oficina en Punta Choros .
13		Atacama	Claudio Ramírez de La Torre (Director (S))	Arturo Prat 84, Caldera Fono: +56 (52) 2315290 - +56 (52) 2315523		
14	Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (Directemar)	Coquimbo	Capitán de Navío LT Carlos Cerda Espejo (Gobernador Marítimo)	Avda. Costanera 640. Coquimbo Fono: +56 51 2558100	Contribuir al desarrollo marítimo de la nación, proteger la vida humana en el mar, proteger el medio	Áreas: Seguridad Marítima, Intereses Marítimos, Hidrografía e investigaciones, Asuntos internacionales, Inspección de

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
15		Atacama	Capitán de Navío LT Rodrigo Parra Alarcón (Gobernador Marítimo)	Avenida Wheelwright 441. Caldera. Fono: +56 52 2315551 / +56 52315276	ambiente acuático y los recursos naturales marinos, regular las actividades y cautela el cumplimiento de las leyes y acuerdos internacionales.	Naves, Formación, Meteorología. Capitanía de Coquimbo considera Alcaldías de mar en Caleta Hornos, Caleta Punta Choros, Bahía Cruz Grande, Totoralillo Centro; Capitanía de Huasco considera Alcaldía de Mar en Aceituno de Chañaral.
16	Municipalidad de La Higuera	Coquimbo	Yerko Galleguillos Ossandon (Alcalde)	Pedro Pablo Muñoz Nº 15 Fono: 512 429 901	Misión: Brindar a la comunidad de forma próxima y cordial un servicio oportuno y de calidad, suscitando la participación ciudadana de los actores locales para el desarrollo de la comuna, sus habitantes y colaboradores.	Lineamientos: mejorar conexión, infraestructura comunitaria y espacios de esparcimiento; foco de crecimiento económico, con proyectos de inversión aumenten fuentes de trabajo, con el sector agrícola diversificando su oferta, y sorteando la crisis hídrica de forma exitosa; aumenta sentido de pertenencia y seguridad; comuna maneja adecuadamente sus residuos, para un mejor cuidado del medioambiente, y un mejor entorno; gestión municipal da buen servicio con buen clima laboral.

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
17	Municipalidad de Freirina	Freirina	Cesar Orellana Orellana (Alcalde)	O'Higgins 1016, Freirina Fono: 512518713	Mejor estándar de calidad de vida de los habitantes de la Comuna de Freirina a través de generar un adecuado equipamiento básico, alcanzar un mayor nivel de ingresos de las personas, con un adecuado cuidado del medio ambiente y una disminución de la percepción de inseguridad.	Plan de Trabajo: potenciar diversos polos de desarrollo y fortalezas productivas de la comuna; mejorar la calidad de atención al público, generar espacios de participación ciudadana, fomentar el deporte y la cultura, y fortalecer el Departamento Social para responder a las necesidades de las familias más vulnerables.
18	Corporación Nacional Forestal (CONAF)	Coquimbo	Patricio González V. (Director Regional)	Regimiento Arica 90, Coquimbo Fono/Fax: (56) 512244769	Contribuir al desarrollo del país a través del manejo sostenible de los ecosistemas forestales y de los componentes de la naturaleza asociados a éstos a través de los objetivos estratégicos de Fortalecimiento y mejoramiento institucional; Fomento, protección y desarrollo sostenible del recurso forestal; Desarrollo y conservación de las áreas silvestres protegidas; y, Prevención y control de incendios forestales	Líneas acción: fomento, establecimiento, restauración y manejo de los bosques y formaciones xerofíticas; el aumento del arbolado urbano; la mitigación y adaptación de los efectos del cambio climático; la fiscalización de la legislación forestal y ambiental; y la protección de los recursos vegetacionales; desarrollo y gestión del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE); control incendios forestales.
19		Atacama	Sandra Edith Morales Pérez (Director Regional)	Juan Martínez 55, Copiapó Fono: (56) 522213404		

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
20	Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR)	Coquimbo	Angélica Funes Tapia (Directora Regional)	Av. Matta 461, oficina 108, piso 1, La Serena Fono: +51 222 51 38	Impulsar el desarrollo sustentable de la actividad turística, incentivando la especialización, la calidad y la competitividad de la industria y promocionando los destinos y atractivos turísticos nacionales, para contribuir al desarrollo económico, social y cultural del país.	Promover y difundir productos y destinos turísticos del país; Promover la competitividad de la industria turística, formalizando la oferta e incorporando estándares de calidad, seguridad y sustentabilidad; Reducir la estacionalidad de la industria y promover el desarrollo regional y local; generar una oferta turística país integrada, especializada, diversa y sustentable; Desarrollar y especializar al capital humano en el sector como factor estratégico
21		Atacama	Alejandro Martín Caro (Director Regional)	Los Carrera 691, Copiapó		
22	Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)	Coquimbo	Jorge Mautz (Director Regional (S))	Pedro Pablo Muñoz 200, La Serena Fono: (051) 224849; (051)218859	Apoyar el desarrollo de la agricultura, los bosques y la ganadería, a través de la protección y mejoramiento de la salud de los animales y vegetales.	Funciones son: evitar la introducción desde el extranjero de enfermedades o plagas que puedan afectar a los animales o vegetales y dañar gravemente a la agricultura; participa en su certificación sanitaria para la exportación; realiza acciones para conservar y mejorar los recursos naturales renovables asociados a la producción agrícola, ganadera y forestal; controla que los alimentos y medicamentos elaborados para animales sean seguros y no provoquen alteraciones en su salud; controla que productos
23	Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)	Atacama	Mei Siu Maggi Achu (Directora Regional)	Chacabuco 546, Edificio Copayapu, Oficinas Nº 23, 41 y 44 Fono: (52) 212681; (52) 212858		

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
						químicos y biológicos de control de plagas cumplan con normas nacionales de fabricación.
24	Instituto de Fomento Pesquero (IFOP)	Coquimbo y Atacama	Alejandro Dal Santos	Doctor Marín 340, Coquimbo Fono: 2313765	Misión: Asesorar la toma de decisiones de la institucionalidad de pesca y acuicultura nacional, mediante la elaboración de antecedentes científicos y técnicos de valor público para la administración y sustentabilidad de los recursos de la pesca, de la acuicultura y de sus ecosistemas.	Líneas: genera, desarrolla y transfiere conocimiento de valor público para el sector de la acuicultura y la pesca orientado a conservar y/o preservar la base productiva clave para potenciar el desarrollo sustentable del país; apoyar a la Autoridad con los resultados de los programas de investigación, con proyectos de acción transversales orientados a solucionar problemas detectados con la Autoridad y los agentes en los ámbito de la pesca y la acuicultura.
25	Dirección de Obras Portuarias (DOP)	Coquimbo	Lilian Ireland Astudillo (Directora Regional)	Cirujano Videla 200, 1er Piso, La Serena. Fonos:(51) 542002	Misión: proveer servicios de infraestructura portuaria y costera, marítima, fluvial y lacustre necesarios para el mejoramiento de la calidad	Contribuir: al desarrollo del potencial económico del país para el turismo, comercio exterior, cabotaje y pesca, con visión integradora y de largo

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
26		Atacama	Luis Verdugo Cerón (Director Regional)	Rancagua 499, 4º piso, Copiapó. Fono: (52) 2522002	de vida, el desarrollo socioeconómico del país y su integración física nacional e internacional.	plazo, a través de la provisión de servicios de infraestructura portuaria de integración de zonas aisladas y conectividad, de cuidado del borde costero marítimo, fluvial y lacustre, y de protección de ribera; lograr estándares de eficiencia en el uso de estos recursos a través de la aplicación de planes de conservación de obras.
27	Corporación Nacional de Fomento (CORFO)	Coquimbo	Andrés Zurita Silva (Director regional)	Av. Juan Cisternas 1975, La Serena. Fono: (+51) 247 14 51	Misión: Fomentar la inversión, la innovación y el emprendimiento, fortaleciendo, además, el capital humano y el desarrollo tecnológico para mejorar la productividad del país y alcanzar posiciones de liderazgo mundial en materia de competitividad.	En la región trabajan por el crecimiento y la reactivación de nuestros territorios a través de estrategias para fomentar la competitividad del turismo y astroturismo, los bioproductos marinos, el sector caprino y pisquero, la tecnología, las industrias creativas, la pesca, la acuicultura y la minería, para así ser un referente en materia de sostenibilidad y desarrollo regional.
28		Atacama	Pedro Maturana (Director regional (S))	Copayapu 823, Copiapó Fono: (+52) 235 10 57		Corfo en Atacama tiene como rol apoyar el emprendimiento, la innovación y la productividad de las micro, pequeñas y medianas empresas, fortaleciendo además el capital humano y las capacidades tecnológicas. Nuestro principal objetivo es promover una sociedad de más

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
						y mejores oportunidades para contribuir al desarrollo económico de la zona.
29	Instituto Nacional de Desarrollo Sustentable de la Pesca Artesanal y de la Acuicultura de Pequeña Escala (Indespa)	Coquimbo	Yuri Smith (Profesional Encargado)	Raúl Marín Balmaceda Nº 847, Coquimbo Fono: 32 2502945	Fomentar el desarrollo sustentable del sector y la adaptación de los métodos al cambio climático para asegurar el abastecimiento de alimentos frescos y sanos, y, garantizar el bienestar de las comunidades costeras sin que éste dependa de una mayor extracción de recursos del mar	Apoya a pescadores artesanales, pescadoras, buzos, recolectores de orilla, acuicultores de pequeña escala y sus respectivas organizaciones, facilitándoles el acceso a iniciativas que les permitan aumentar su capacidad productiva y comercial mediante la agregación de valor y diversificación de ingresos.
30		Atacama	Alvaro Valenzuela (Profesional encargado:)	Prat 84, Caldera Fono: +56 9 66473647		
31	Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI)	Coquimbo	Oficina PIDI	Francisco de Aguirre N° 477, La Serena Fono:(051) 2562000.	Promover, coordinar y ejecutar la acción del Estado en favor del desarrollo integral de las personas y comunidades indígenas	Cuenta con 3 Fondos: Fondo de Desarrollo orientado a aumentar el bienestar de las familias, comunidades y organizaciones indígenas, mediante la elaboración, implementación y evaluación de programas y proyectos de apoyo con pertinencia cultural, identitaria y de género. Fondo de Cultura y Educación que coordina, planifica, asesora y ejecuta programas y proyectos para promocionar, difundir, preservar, recuperar, revitalizar y valorar las culturas, y lenguas
32		Atacama	Claudio Araya (Coordinador oficina)	Los Carreras Nº 599 oficina 7 piso 3. Copiapó. Fono: 52-2537157 caraya@conadi.gov.cl rgutierrez@conadi.gov.cl		

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
						indígenas del país Fondo de Tierras y Aguas Indígenas consistente en una serie de instrumentos tendientes satisfacer distintas demandas de los pueblos originarios asociadas a los recursos de tierra y agua

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Tabla 6. Actores privados con intereses directos en el borde costero

Nº	INSTITUCIÓN/SECTOR	REGIÓN	Representante/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
1	Organizaciones de Pescadores Artesanales	Coquimbo	A.G. De Mariscadores Y Pescadores de Los Choros	Los Choros, comuna de La Higuera	Organización cuya personalidad es otorgada por el Ministerio de Economía, tiene por objeto de promover el desarrollo y protección de las actividades que son comunes a sus integrantes pescadores artesanales y actividades conexas a dichas actividades comunes.	Cuentan con 1 AMERB en el Apolillado que tiene por objetivo los recursos: Taca, Culengue, Erizo, Huiro Negro, Huiro Palo, Lapa Negra, Loco
2		Coquimbo	A.G. De Trabajadores Del Mar Independientes De Caleta Punta De Choros	Caleta Los Choros, Comuna La Higuera	Organización cuya personalidad es otorgada por el Ministerio de Economía, tiene por objeto de promover el desarrollo y protección de las actividades que son comunes a sus integrantes pescadores artesanales y actividades conexas a dichas actividades comunes.	Cuentan con 2 AMERB que tiene por objetivo los recursos: Taca, Culengue, Erizo, Lapa Negra, Lapa Rosada, Loco, y en Isla Choros los recursos: Taca, Culengue, Erizo, Lapa Negra, Lapa Rosada, Loco
3		Coquimbo	Organización Comunitaria Funcional De Pescadores Unidos, Comuna De La Higuera	Choreadero, Comuna La Higuera	Organización cuya personalidad jurídica la otorga el Municipio del territorio en que habitan sus miembros, tiene carácter funcional pues su finalidad es representar y	Cuentan con 2 AMERB que tiene por objetivo los recursos: Macha;

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Nº	INSTITUCIÓN/SECTOR	REGIÓN	Representante/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
					promover objetivos y valores específicos definidos por sus integrantes al momento de su constitución.	
4		Coquimbo	STI De Pescadores Artesanales, Buzos Mariscadores Y Recolectores De Orilla La Cruz De Chungungo	La Peña, Comuna La Higuera	Organización cuya personalidad jurídica depende de la Inspección del Trabajo, tiene como objetivo principal procurar el bienestar y mejorar la calidad de vida de sus miembros, así como su representación.	Cuentan con 1 AMERB que tiene por objetivo los recursos: Huiro Negro, Huiro Palo, Lapa Negra, Lapa Rosada, Loco, Macha
5		Coquimbo	S.T.I. De Buzos, Ayudantes, Pescadores Y Recolectores De La Caleta Chungungo	Caleta Chungungo (Sector D, Temblador), Comuna La Higuera	Organización cuya personalidad jurídica depende de la Inspección del Trabajo, tiene como objetivo principal procurar el bienestar y mejorar la calidad de vida de sus miembros, así como su representación.	Cuentan con 2 AMERB que tiene por objetivo los recursos: Huiro Negro, Huiro Palo, Lapa, Loco; otra con Huiro Negro, Huiro Palo, Lapa Negra, Loc
6		Coquimbo	A.G. De Trabajadores Independientes De Chungungo, Comuna La Higuera	Caleta Chungungo (Sector C y A), Comuna La Higuera	Organización cuya personalidad es otorgada por el Ministerio de Economía, tiene por objeto de promover el desarrollo y protección de las actividades que son comunes a sus integrantes pescadores artesanales y actividades conexas a	Cuentan con 2 AMERB que tiene por objetivo los recursos: Erizo, Huiro Negro, Lapa, Loco y otra con Culengue, Erizo, Huiro Negro, Lapa Negra, Loco

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Nº	INSTITUCIÓN/SECTOR	REGIÓN	Representante/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
					dichas actividades comunes.	
7		Coquimbo	S.T.I. Pescadores Artesanales Totoralillo Norte, De La Comuna De La Higuera (Sipetch)	Totoralillo Norte (Sector A, B, C), Comuna La Higuera	Organización cuya personalidad jurídica depende de la Inspección del Trabajo, tiene como objetivo principal procurar el bienestar y mejorar la calidad de vida de sus miembros, así como su representación.	Cuentan con 2 AMERB que tiene por objetivo los recursos: Huiro Negro, Lapa Negra, Loco; Otra Huiro Negro, Lapa, Loco; otra con Huiro Negro, Huiro Palo, Lapa Negra, Loco; y una Concesión al norte de Punta Totoralillo para los recursos Ostión del Norte y Ostión del Sur.
8		Coquimbo	Organización Comunitaria De Buzos Mariscadores Los Castillo	Caleta Chungungo (Sector B), Comuna La Higuera	Organización cuya personalidad jurídica la otorga el Municipio del territorio en que habitan sus miembros, tiene carácter funcional pues su finalidad es representar y promover objetivos y valores específicos definidos por sus integrantes al momento de su constitución.	Cuentan con 1 AMERB que tiene por objetivo los recursos: Culengue, Lapa Negra, Loco, Piure, Taquilla.
9		Coquimbo	A.G. De Trabajadores Del Mar Panamericana Norte -	Caleta Los Hornos (Sector B, IV y C), Comuna La Higuera	Organización cuya personalidad es otorgada por el Ministerio de Economía, tiene por objeto de promover el desarrollo y protección de las actividades que son comunes a sus integrantes pescadores artesanales y	Cuentan con 3 AMERB que tiene por objetivo los recursos: Huiro Negro, Lapa Negra, Lapa Rosada, Loco; Otra con Huiro Negro, Huiro Palo, Lapa Negra, Lapa Rosada, Loco;

Nº	INSTITUCIÓN/SECTOR	REGIÓN	Representante/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
					actividades conexas a dichas actividades comunes.	
10		Coquimbo	S.T.I. N° 1 De Buzos Y Pescadores Artesanales Caleta Hornos, Comuna De La Higuera	Las Minitas y Ensenada El Arrayán, Comuna La Higuera	Organización cuya personalidad jurídica depende de la Inspección del Trabajo, tiene como objetivo principal procurar el bienestar y mejorar la calidad de vida de sus miembros, así como su representación.	Cuentan con 1 AMERB que tiene por objetivo los recursos: Huiro Negro, Lapa Negra, Loco; otra en comuna La Serena con Huiro Negro, Lapa Negra, Loco
11		Coquimbo	Agrupación De Trabajadores Independientes Del Mar De Caleta Hornos	Morro Grueso, Comuna La Serena	Organización cuya personalidad jurídica la otorga el Municipio del territorio en que habitan sus miembros, tiene carácter funcional pues su finalidad es representar y promover objetivos y valores específicos definidos por sus integrantes al momento de su constitución.	Cuentan con 1 AMERB localizada en comuna de La Serena que tiene por objetivo los recursos: Huiro Negro, Huiro Palo, Lapa Negra, Lapa Rosada, Loco
12		Coquimbo	Cooperativa Pesquera y Comercializadora Los Choros	Los Choros, comuna de La Higuera	Las cooperativas son una figura legal que depende del Ministerio de Economía. Son organizaciones de personas, en este caso, que se constituyen para	Se crea en mayo del año 2011 su objetivo inicial es el mejoramiento del proceso productivo y comercial de algas

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Nº	INSTITUCIÓN/SECTOR	REGIÓN	Representante/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
13		Coquimbo	Cooperativa Pesquera y Comercializadora Punta Norte	Los Choros, comuna de La Higuera	funcionar como empresas asociativas. Uno de los objetivos principales es el mejorar las condiciones económicas y sociales del conjunto de sus miembros.	Conformada por 142 pescadores artesanales, quienes extraen como principal recurso, el loco, además de otros moluscos; los recursos extraídos por la Asociación Gremial, son procesados en la planta de la cooperativa, y se comercializan como producto congelado y fresco enfriado.
14		Atacama	Sindicato de Trabajadores Independientes Algueros y Otros	Caleta Los Burros Sur (Los Burros Sur, Punta Las Tetilla)	Organización cuya personalidad jurídica depende de la Inspección del Trabajo, tiene como objetivo principal procurar el bienestar y mejorar la calidad de vida de sus miembros, así como su representación.	Cuentan con 2 AMERB que tiene por objetivo los recursos: Erizo, Huiro Negro, Huiro Palo, Huiro Flotador, Lapa Negra, Lapa Reina, Lapa Rosada, Loco.
15		Atacama	S.T.I. De Buzos, Mariscadores Y Pescadores En Todas Sus Categorías De La Caleta Chañaral De Aceituno	Caleta Chañaral de Aceituno y Chañaral de Aceituno (Sector C)	Organización cuya personalidad jurídica depende de la Inspección del Trabajo, tiene como objetivo principal procurar el bienestar y mejorar la calidad de vida de sus miembros, así como su representación.	Cuentan con 2 AMERB que tiene por objetivo los recursos: Huiro Negro, Huiro Palo, Lapa Negra, Lapa Rosada, Loco en ambos casos
16		Atacama	Sindicato de Trabajadores Independientes de Actividades Extractivas y. Diversificación Productiva Marítima La Reina	La Reina	Organización cuya personalidad jurídica depende de la Inspección del Trabajo, tiene como objetivo principal procurar	Cuentan con AMERB, cuyos recursos objetivos son: Chasca, Erizo, Huiro Negro, Huiro Palo, Lapa Negra, Lapa Reina, Lapa Rosada, Loco

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Nº	INSTITUCIÓN/SECTOR	REGIÓN	Representante/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
					el bienestar y mejorar la calidad de vida de sus miembros, así como su representación.	
	Comunidades Indígenas	Atacama	Comunidad Indígena Daiguita Tierra y Mar	Caleta Burros Sur	Organización integrada por personas pertenecientes a una etnia reconocida que se constituyen formalmente y se inscriben en el Registro de Comunidades y Asociaciones Indígenas de CONADI	Están solicitando un ECMPO (Espacios Costeros Marinos de Pueblos Originarios) en la zona de Punta Las Tetillas (87,81 Hás) de porción de agua y fondo, playa y terreno de playa. Ingresado el en julio de 2017, está en trámite de ser enviado a la CRUCB.
17	Asociación de Industriales y Armadores Pesqueros de la Región de Coquimbo (AIP),	Coquimbo	Osciel Velásquez (Presidente) Hector Tellez (Gerente)	Costanera 900, Coquimbo Celular: +56 993279239	Asociación gremial sin fines de lucro de pesqueras chilenas de la IV y V región, dedicadas a la pesca, elaboración y exportación de crustáceos demersales como el Camarón Nailon, Langostino Amarillo y Langostino Colorado. Busca el desarrollo sostenible de la industria pesquera, siendo su principal objetivo la preservación y protección de las especies. Se crea en 1988 con armadores de pesca pelágica, con cerco jareta y muda pesca de crustáceos demersales,	Trabajan Certificación MSC, certificación internacional para alcanzar estándares de pesquerías sustentables, certificando en la región las pesquerías de camarón, langostino colorado y amarillo, y, el jurel. Impulso en 2014 de trabajo de reciclaje de redes de pesca en desuso. Firma de Acuerdos de Producción Limpia. Mantiene activas relaciones con entidades como UCN, CEAZA, UDEC.

Nº	INSTITUCIÓN/SECTOR	REGIÓN	Representante/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
					capturados con el arte de pesca Arrastre de Fondo	

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Nº	INSTITUCIÓN/SECTOR	REGIÓN	Representante/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
18	OSTIMAR S.A.	Coquimbo	Hans Schurter (Gerente General) Christian Tapia (Gerente De Producción)	Mar del Plata 2111; Providencia, Stgo. Fono: (+56 2) 2580 5200 scallops@ostimar.cl	Ostimar S.A., es una empresa de capitales chilenos dedicada al cultivo, procesamiento y comercialización del Ostión del Norte (*Argopecten purpuratus*).	Cuenta con dos Concesiones en la comuna de La Higuera una para los recursos Ostión del Norte y Ostión del Sur, con una extensión de 26,36 há en la Caleta Temblador; y otra con 6,62 Há para Ostión del Norte, Ostión del Sur, Ostra chilena, Ostra del Pacífico o Japonesa localizada en caleta Totoralillo al oeste de Punta Rincón. La mayor parte de sus cultivos se localizan en la zona de Tongoy, cuenta con planta de procesamiento en Coquimbo como Pacific Sur S.A. y la empresa que comercializa sus productos es Alimentos Marinos S.A., la empresa matriz, con apoyo del equipo comercial de Invermar S.A., una empresa filial. En el año 2019, se elimina el nombre Invertec de las empresas, quedando Ostimar S.A. y Pacific Sur S.A., a la que se añade Alimar en el 2020.
19	COMERCIAL PANAMERICANA S.A.	Coquimbo	Alfredo Prieto Hevia	LUIS PASTEUR 6105, VITACURA	EMPRESA CHILENA asociada a recursos ostión y abalón	Cuenta con concesión de 19,86 Há en Caleta Temblador para los recursos Ostión del Norte, Ostión del Sur, Ostra chilena, Ostra del Pacífico o Japonesa.

Nº	INSTITUCIÓN/SECTOR	REGIÓN	Representante/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
20	Compañía Minera del Pacífico	Coquimbo y Atacama	Francisco Carvajal (Gerente General) Claudia Monreal (Subgerente De Desarrollo)	Of Generales: Pedro Pablo Muñoz N° 675, La Serena. Fono (51) 2668 000 - Fax (51) 2668 10 Of. Copiapó: O'Higgins N° 744, oficina 705. Fono (52) 2 547293	CMP se crea en 1981 como producto de una nueva estructura orgánica de Compañía de Acero del Pacífico S.A. (actualmente CAP S.A.), convirtiéndose en una Sociedad Limitada Sociedad de Responsabilidad Civil y el establecimiento de su actividad productiva y servicios en un empresa filial con operaciones independencia y gestión responsabilidad. CMP es propietario y desarrollador de la explotación de los yacimientos mineros que antes era propiedad de CAP S.A. Ellos son: “El Algarrobo”, comprada por CAP S.A. en 1959 de la empresa holandesa Mijnen NV; “El Romeral”, comprado en 1971 de Bethlehem Iron Mines Co.; y otras propiedades del mineral de hierro en las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo.	Desarrolla programa de relación con la comunidad tanto en la comuna de La Higuera con Freirina, apoyando financieramente diferentes iniciativas. Forman parte del Primer Consejo Asesor Externo de Vinculación con el Medio de la Universidad Católica del Norte en el que también participa el Gobierno Regional de Coquimbo. El mayor conflicto estaría en torno a la construcción de un puerto que la Compañía Minera del Pacífico (CMP), pretende construir a cinco kilómetros de donde se ubicaría el puerto de la minera Dominga.

Nº	INSTITUCIÓN/SECTOR	REGIÓN	Representante/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
21	Andes Iron SpA, Proyecto Dominga	Coquimbo	Iván Garrido (Gerente General)	Cerro El Plomo 5630, Piso 19, Las Condes, Santiago Fono: (56) 2 2360 4700	Esta compañía de capitales nacionales, desarrolla el proyecto minero portuario Dominga, ubicado en la comuna de La Higuera, en la Región de Coquimbo. Andes Iron SpA, fundada en 2011, adquirió el proyecto Dominga de manos de su antiguo propietario, Minería Activa.	Dominga es un proyecto minero portuario cuyo objeto es producir anualmente 12 millones de toneladas de concentrado de hierro y 150 mil toneladas de concentrado de cobre. Contempla la construcción de un Terminal de Embarque y una Planta Desalinizadora en el sector de Totoralillo Norte. En el Sector Totoralillo se desplegaría la infraestructura asociada al sistema de espesado, filtrado, almacenamiento y embarque de concentrado de hierro, así como las obras para la captación, planta desalinizadora, impulsión de agua al sector Dominga y descarga de salmuera al mar.

Tabla 7. Actores privados y de la sociedad civil

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
1	Proyecto: Fortalecimiento de la gestión y la gobernanza para la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad de importancia mundial en los ecosistemas marinos costeros en Chile" Proyecto Cooperación Técnica de MMA-FAO-GEF	Coquimbo - Atacama	Katerina Varas Belemmi (Coordinadora Biregional Zona Norte)		Se propone contribuir a crear un ambiente facilitador que permita avanzar hacia la conservación y el uso sostenible y resiliente de los ecosistemas marinos costeros para mantener su integridad biológica, diversidad y servicios ecosistémicos para las generaciones presentes y futuras.	El objetivo es desarrollar e implementar un sistema de gobernanza que integre, coordine y articule las instituciones públicas, privadas y de la sociedad civil para la conservación y el uso sostenible de los ecosistemas marinos costeros. Ordenado en tres componentes: 1) Sistema de gobernanza para la conservación y uso sostenible de los ecosistemas marino-costeros; 2) Integración de objetivos y métodos de conservación de la biodiversidad en la planificación municipal costera y en la política y práctica de pesca artesanal; y 3) Monitoreo y Evaluación.
2	Facultad de Ciencias del Mar de Universidad Católica del Norte	Coquimbo	Juan Macchiavello A. (Decano)	Larrondo 1281, Coquimbo. Fono+56 51 2209891	Misión: crear, cultivar y difundir la generación de nuevos conocimientos del ambiente marino y sus productos, y lograr un aprovechamiento que armonice el desarrollo de las actividades humanas con la conservación y la preservación del medio ambiente, y el uso sustentable del ambiente y sus recursos. Busca contribuir a la formación de profesionales del área acuícola, del manejo	Programas docentes de pregrado y post grado; Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA); Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Algas (CIDTA). Desarrollo de programas con el Programa de Acuicultura en Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AAMERB)”

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
					ambiental asociado a actividades productivas, de la seguridad, la salud ocupacional y del medio ambiente.	
3	Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA),	Coquimbo	Carlos Olavarría (Dirección ejecutiva)	Raúl Bitrán #1305, La Serena y Av. Ossandón 877, Coquimbo. Fono:(+51)2 204378	Corporación de derecho privado sin fines de lucro es un centro de investigación científica y tecnológica cuyo propósito es promover el desarrollo científico y tecnológico, a través de la realización de ciencia avanzada a nivel interdisciplinario en zonas áridas, ciencias biológicas y ciencias de la tierra, desde la región de Coquimbo con un alto impacto en el territorio y orientado a mejorar la calidad de vida de las personas, promoviendo la participación ciudadana en la ciencia a través de actividades de generación y transferencia del conocimiento.	Líneas de trabajo: apoyar instancias de formación de capital humano avanzado, aumentar el grado de vinculación con el entorno estableciendo nexos con el medio productivo, tecnológico, científico y administrativo; investigación y desarrollo tecnológico; divulgación y transferencia de conocimientos.

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
4	OCEANA	Coquimbo - Atacama	Liesbeth van der Meer (Directora Ejecutiva de Oceana Chile)	Suecia 0155, oficina 1001, Providencia, Santiago Fono: +56 2 29255600	Fue fundada en 2001 por las fundaciones The Pew Charitable Trusts, Oak Foundation, Marisla Foundation (anteriormente Homeland Foundation) y el Rockefeller Brothers Fund. Es una organización internacional centrada exclusivamente en la conservación de los océanos, las delegaciones en todo el mundo trabajan juntas para ganar campañas estratégicas, destinadas a conseguir resultados tangibles que nos ayuden a recuperar la salud y la biodiversidad de los océanos. Se dedica a promover una gestión pesquera basada en la ciencia y en la recuperación de los océanos del mundo.	Desarrollan campañas en las áreas: Contaminación de los océanos; Protección de áreas marinas; regulación de la actividad salmonera; recuperación de pesquerías; desarrollo de aspectos constitucionales. En relación a la zona de AMC-MU impulsa el rechazo al proyecto Dominga presentando Informe con lo que consideran son falencias técnicas y ambientales que justifican porqué dicha iniciativa minero-portuaria no puede ser aprobada, que además refuerza la incompatibilidad que este proyecto tiene con el ecosistema del Archipiélago Humboldt, una de las zonas prioritarias para la conservación y que ha sido vastamente estudiada por la comunidad científica.
5	Juntas de Vecinos	Coquimbo	J.V. Nº20 Caleta Hornos	Caleta Hornos	Organización territorial que obtiene su personalidad en el Municipio y agrupan a vecinos de un mismo territorio	
6			J.V. Nº 22 Chorrillos, Los Hornos	Caleta Hornos		
7			J.V. Nº3 Los Choros	Los Choros		
8			J.V. Nº18 Chungungo	Caleta Chungungo		
9			J.V. Nº16 Totoralillo Norte	Caleta Totoralillo		

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
				Norte		
10			J.V. Nº21 Los Llanos de los Choros	Los Llanos de los Choros		
11			J.V. Nº1 Caleta Hornos	Caleta Hornos		
12		Atacama	J:V.Los Burros Sur			
13			J.V. Nº12 Chañaral de Aceituno	Chañaral de Aceituno		
14			J:V:Carrizalillo			
15	Organizaciones funcionales	Coquimbo	Agrupación Gastronómica DAPTCHA	Punta Choros		
16			Agrupación cultural y social del pueblo de los Changos	Punta Choros		
17			Las delicias de Punta Choros y su artesanía	San Agustín, Punta Choros		
18			Organización comunitaria el Tofo por siempre	Caleta Chungungo		
19			Comité productivo de Los Hornos	Los Hornos		
20			Movimiento den Defensa del Medio Ambiente de la Comuna de La Higuera	La Higuera		
21		Atacama	Agrupación Esfuerzo Alguero Caleta Los	Caleta Los Burros Sur		

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
			Burros Sur			
22			Taller laboral Los Delfines	Caleta Chañaral de Aceituno		
23			Agrupación delfines	Caleta Chañaral de Aceituno		
24			Agrupación de descendientes del último constructor de balsas de cuero	Caleta Chañaral de Aceituno		
25			Asociación turística de caleta Chañaral de Aceituno	Caleta Chañaral de Aceituno		
26			Asociación de mujeres changas del mar	Caleta Chañaral de Aceituno		
27			Asociación red Archipiélago de Humboldt	Freirina		
28			Consejo ecológico cultural, turístico y comunal Casa de Piedra	Freirina		
29	Comunidades Indígenas	Coquimbo	Comunidad Indígena Juana Vergara	Punta Choros	Organización integrada por personas pertenecientes a una etnia reconocida que se constituyen formalmente y se inscriben en el Registro de Comunidades y Asociaciones Indígenas de CONADI	Se acreditan como changos a partir del tronco familiar de abuela Juana Vergara. Uno de sus objetivos es la protección del borde costero, proteger el territorio . Inician el trabajo como agrupación changa en 2017. Otro objetivo es seguir visibilizándose como pueblo chango

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Nº	INSTITUCION/SECTOR	REGIÓN	REPRESENTANTE/ Líder	DIRECCIÓN	MISIÓN INSTITUCIONAL	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
30		Atacama	Comunidad Indígena Changos Álvarez Hidalgo y Descendencia	Chañaral de Aceituno	Organización integrada por personas pertenecientes a una etnia reconocida que se constituyen formalmente y se inscriben en el Registro de Comunidades y Asociaciones Indígenas de CONADI	Es la primera comunidad indígena constituida por los changos en el país. La comunidad espera preservar la zona de Chañaral de Aceituno por su importancia ambiental y cultural, reconociendo es un destino turístico de importancia internacional. Se encuentran en proceso de revitalización de su cultura, así como de las balsas de cuero de lobo de sus abuelos, la memoria gastronómica de las abuelas, los lugares donde procesaban pescados y mariscos, etc. Está integrada por 19 socios, siendo su directiva liderada por el presidente, Felipe Rivera Marín; la secretaria, Yasna Marín Álvarez; el tesorero, Daniel Álvarez Aguirre; y el consejero, Alfonso Álvarez Ávalos

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

4.2 Invitaciones a los talleres presenciales





La Consultora en Recursos Naturales y Gestión Ambiental GEAMCHILE Ltda., que está ejecutando el proyecto titulado "*Elaboración del Informe Justificatorio del Área Marina Protegida de Múltilples Usos (AMCP-MU) Archipiélago de Humboldt, región de Coquimbo y región de Atacama y su socialización con actores locales"*, tiene el agrado de invitarle al "Taller Inicial del Proyecto" a realizarse en el **Domo de Chañaral de Aceituno**, el próximo día **martes 22 de noviembre a las 16:00 horas**.

Esperamos contar con su presencia.
Confirmar asistencia al fono +569 84116136 Noviembre del 2022
Confirmar asistencia al correo electrónico: consultorageamchile@gmail.com; cparravenegas@gmail.com

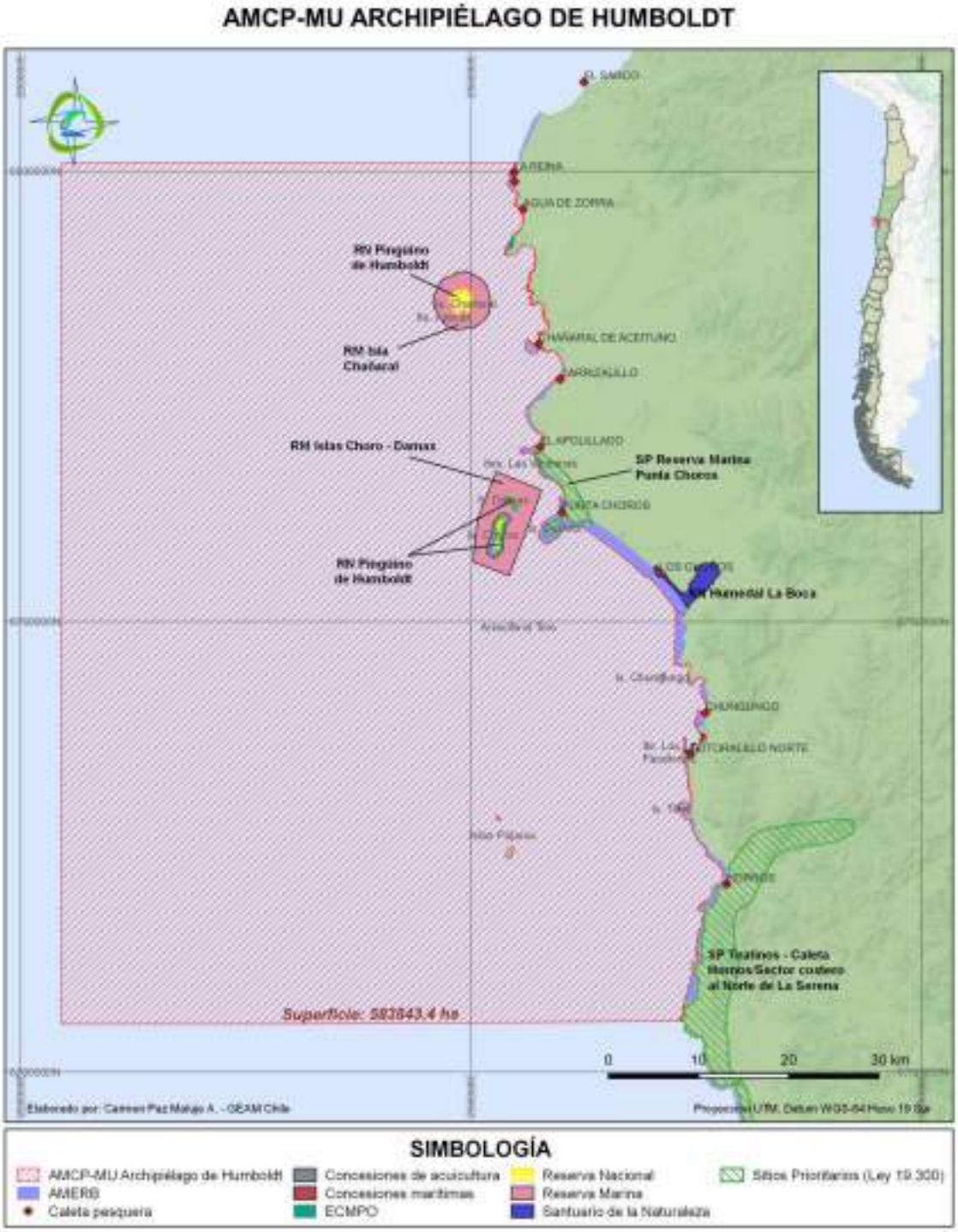




La Consultora en Recursos Naturales y Gestión Ambiental GEAMCHILE Ltda., que está ejecutando el proyecto titulado "*Elaboración del Informe Justificatorio del Área Marina Protegida de Múltilples Usos (AMCP-MU) Archipiélago de Humboldt, región de Coquimbo y región de Atacama y su socialización con actores locales"*, tiene el agrado de invitarle al "Taller Inicial del Proyecto" a realizarse en la **junta de vecinos de la caleta Los Burros**, el próximo día **lunes 21 de noviembre a las 16:00 horas**.

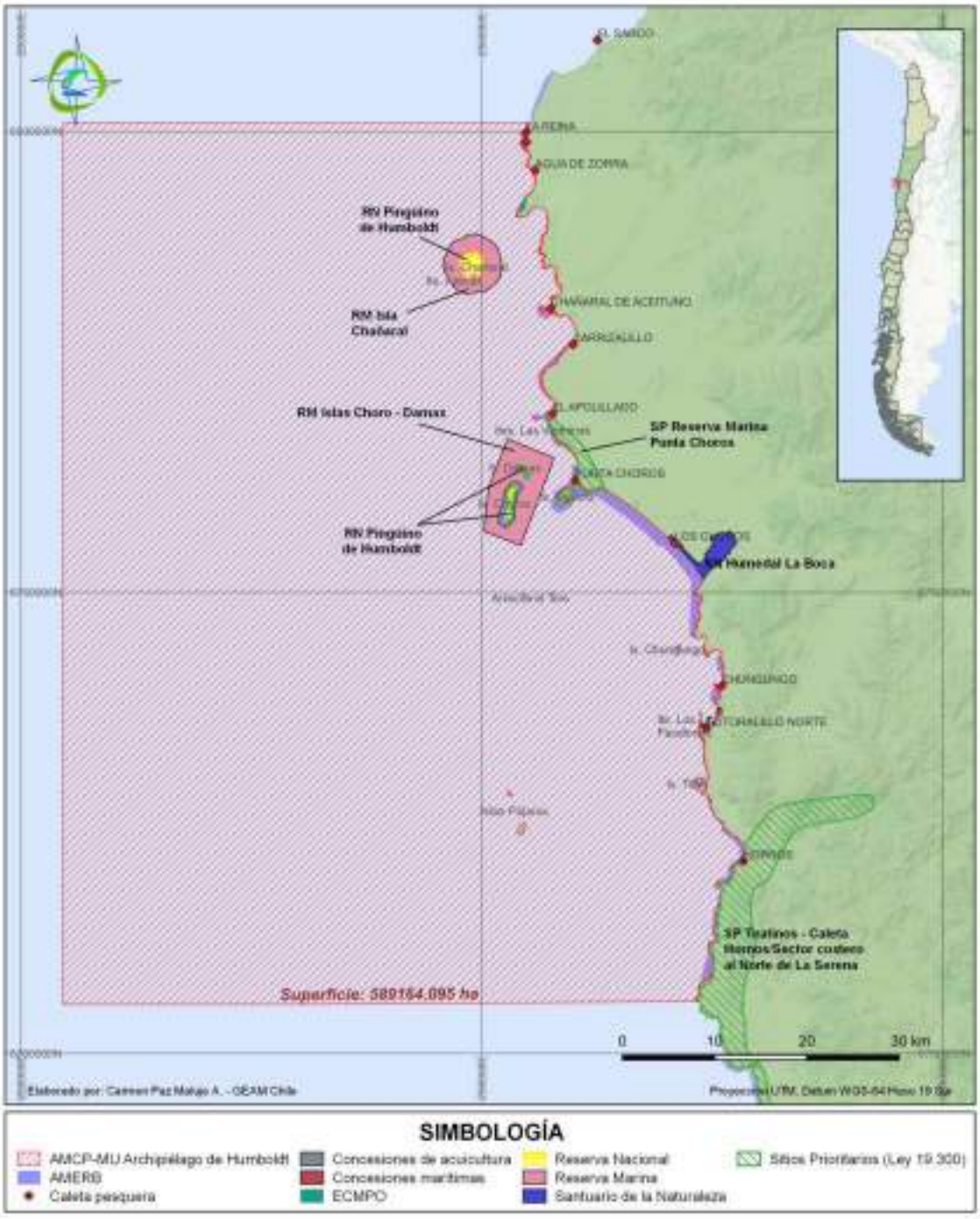
Esperamos contar con su presencia.
Confirmar asistencia al fono +569 84116136 Noviembre del 2022
Confirmar asistencia al correo electrónico: consultorageamchile@gmail.com; cparravenegas@gmail.com

4.3 Diferentes escenarios del polígono del AMCP-MU

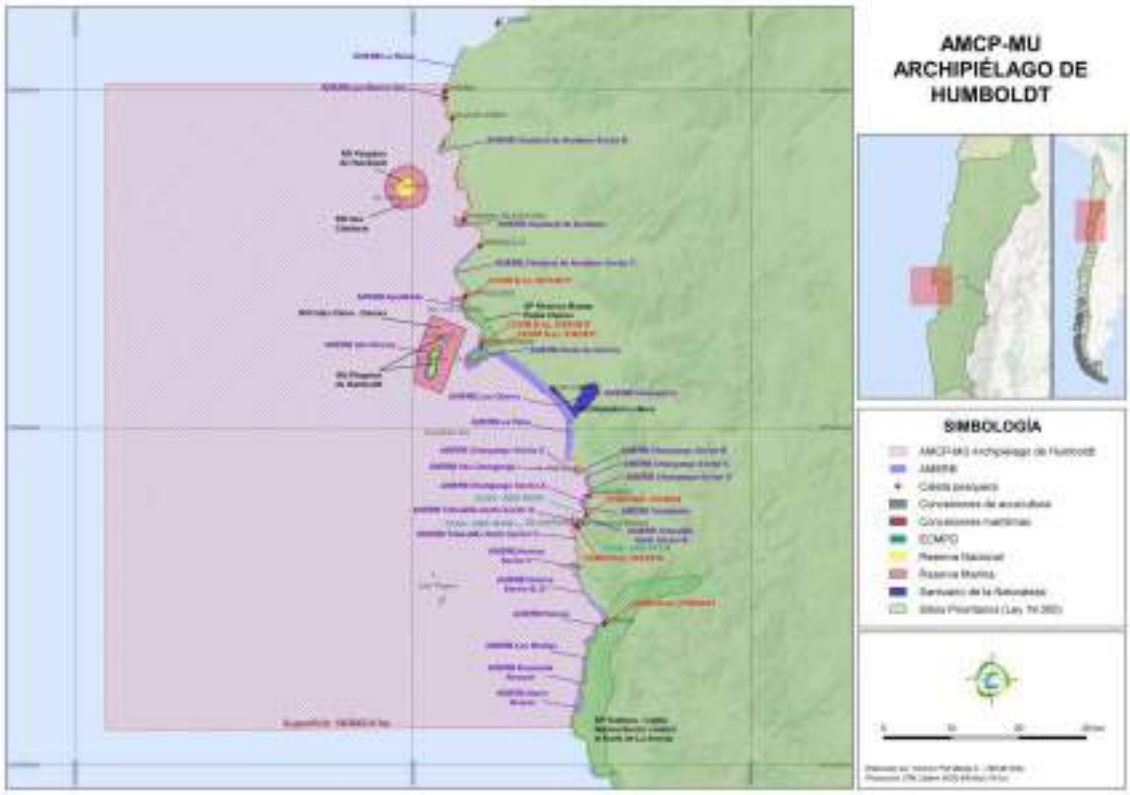


CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

AMCP-MU ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT

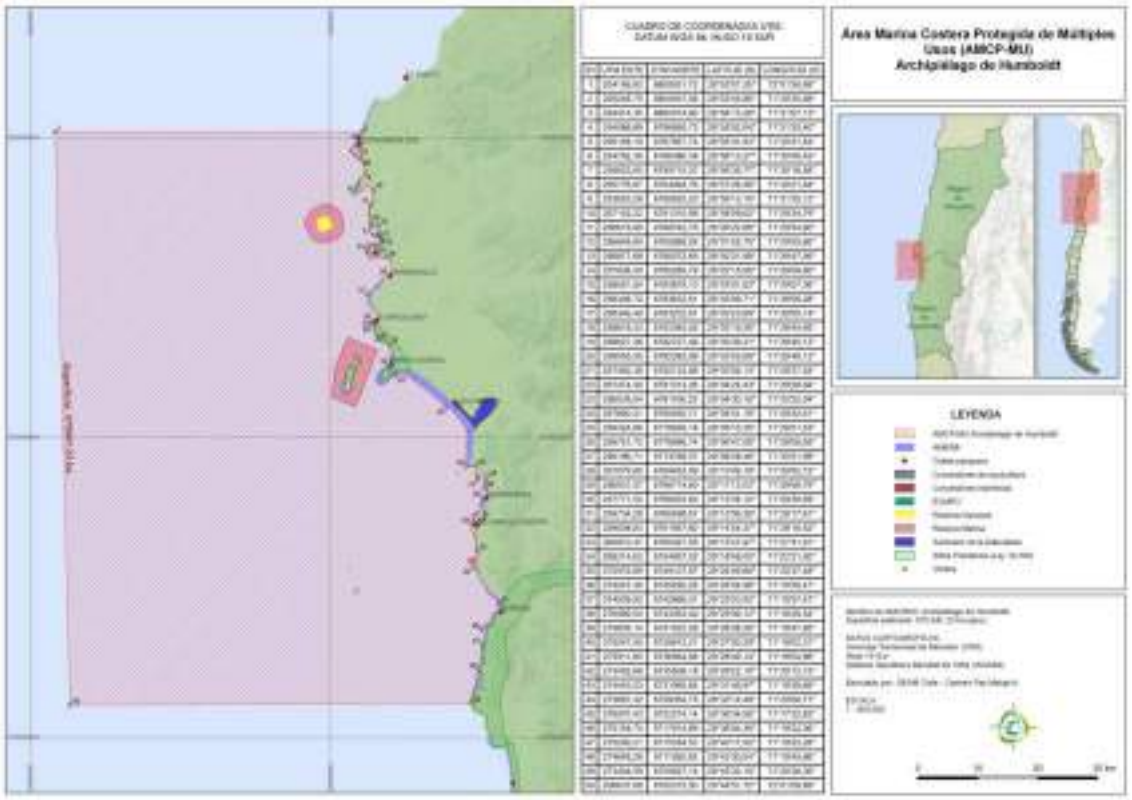


CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl



CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

4.4 Propuesta de polígono final del AMCP-MU



CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

4.5 Presentación realizada para la 1 era etapa de socialización del proyecto “Informe Técnico Justificatorio del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt”

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

GEAMCHILE
RECURSOS NATURALES Y GESTIÓN AMBIENTAL

Ministerio del Medio Ambiente
Gobierno de Chile



"ELABORACIÓN DE INFORME TÉCNICO JUSTIFICATORIO PARA LA CREACIÓN DEL ÁREA MARINA COSTERA PROTEGIDA DE MÚLTIPLES USOS ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT, REGIÓN DE COQUIMBO Y REGIÓN DE ATACAMA Y SU SOCIALIZACIÓN CON ACTORES LOCALES REGIÓN DE COQUIMBO"

Folio011876

Áreas Marinas Protegidas en Chile

¿Que son?

Son áreas delimitadas y definidas geográficamente cuya administración y regulación permiten alcanzar objetivos específicos de conservación y/o preservación.



Preservar unidades ecológicas de interés para la ciencia y cautelar áreas que aseguren la mantención y diversidad de especies hidrobiológicas, como también aquellas asociadas a su hábitat. No se puede realizar ninguna actividad, salvo aquellas que se autoricen con propósitos de observación, investigación o estudio.

Sitios que ofrecen posibilidades especiales para estudios e investigaciones o que posean formaciones naturales, cuya conservación sea de interés para la ciencia o para el Estado.

Áreas de resguardo de los recursos hidrobiológicos con el objeto de proteger zonas de reproducción, caladeros de pesca y áreas de repoblamiento por manejo.

Espacios, cuya administración es entregada a comunidades indígenas o asociaciones de ellas que han ejercido el uso consuetudinario de dicho espacio constatado por CONADI.

Se usa a nivel mundial para conservar la biodiversidad, proteger las especies marinas en peligro, reducir los conflictos de uso, generar instancias de investigación y educación; y desarrollar actividades comerciales y recreativas. También la conservación del patrimonio histórico-cultural marino y costero de las comunidades que las habitan para el desarrollo sostenible del turismo, la pesca y la recreación.

Folio011877

Áreas Marinas Protegidas en Chile

¿Que son?

Son áreas delimitadas y definidas geográficamente cuya administración y regulación permiten alcanzar objetivos específicos de conservación y/o preservación.



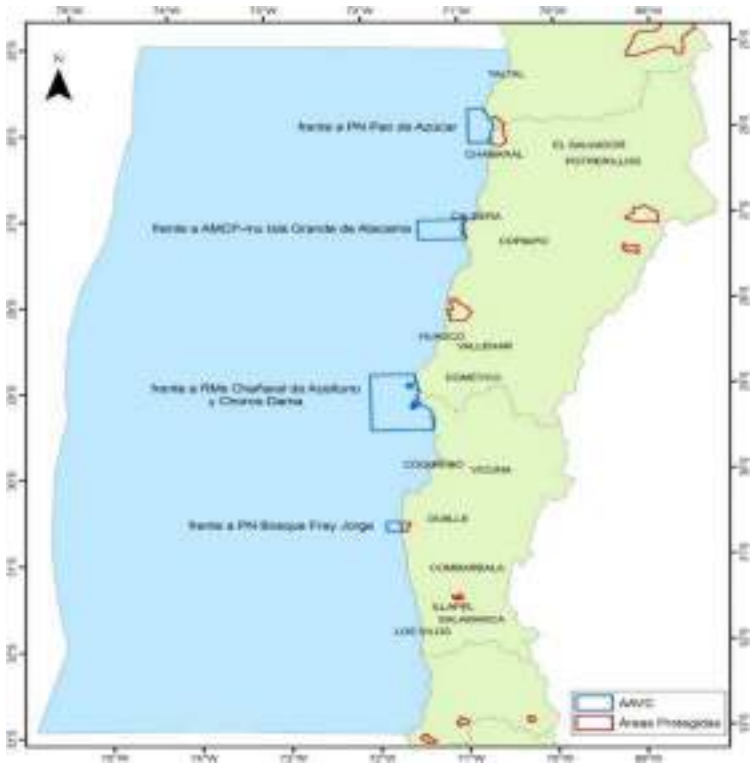




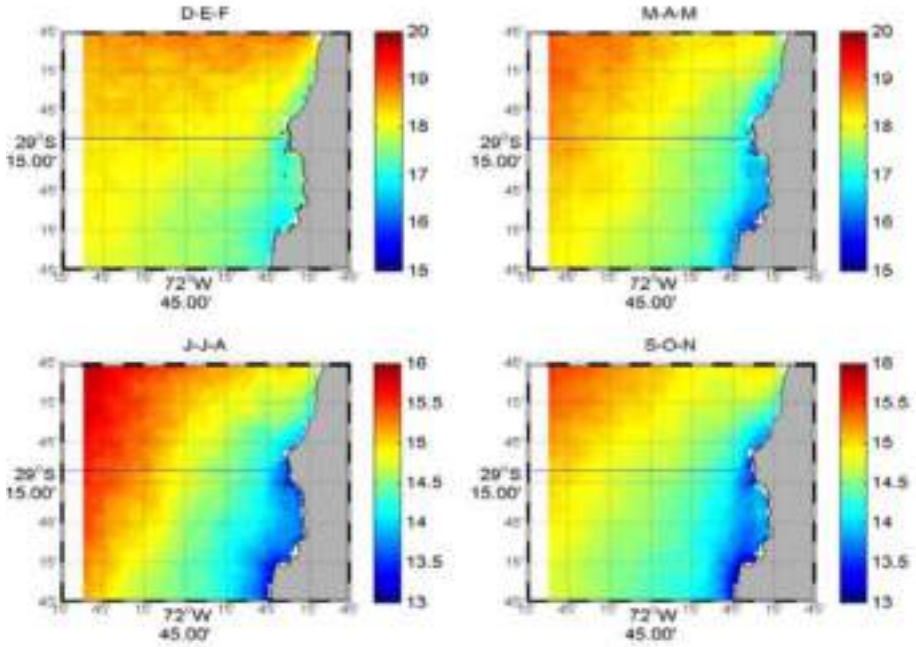




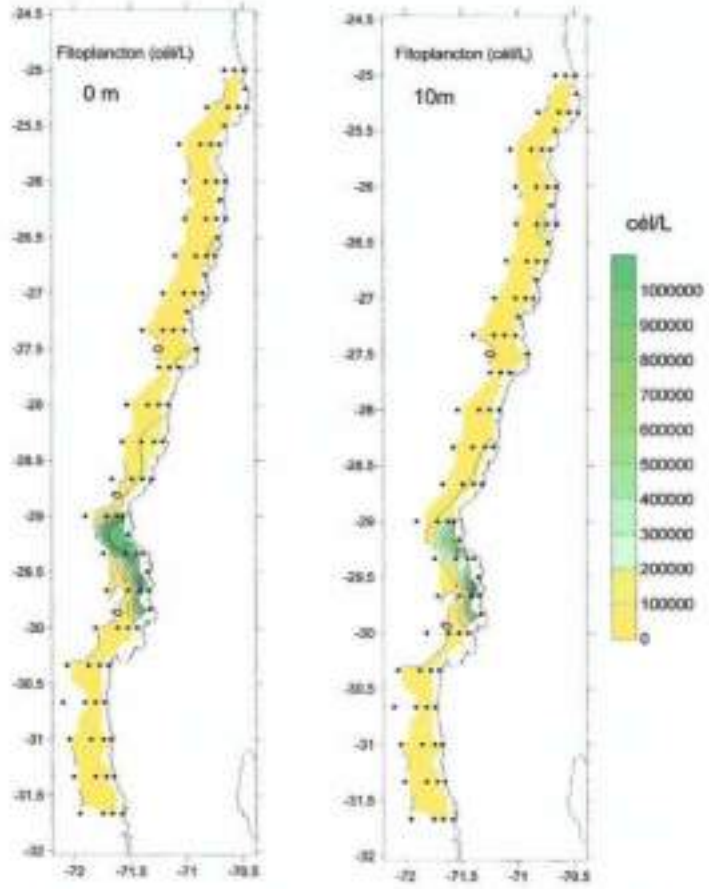
¿Por qué es importante esta área?



Identificación de la Áreas de Alto Valor para la Conservación (AAVC) en la eco-región Chile Central y la provincia biogeográfica de Juan Fernández" (Ref. 4.1.6.A – 2015 HCLME)



Climatología estacional de la temperatura superficial del mar (obtenida desde imágenes satelitales). Las bajas temperaturas (azul) indican las principales zonas de surgencia del sistema costero de Coquimbo-Atacama (Gaymer *et al.,* 2021).



Productividad primaria medida como abundancia de fitoplancton (cel/L) en el centro-norte de Chile. La zona de mayor productividad (verde) corresponde al Archipiélago de Humboldt (Fuente: Gaymer *et al.,* 2021).

¿Por qué es importante esta área?

Sistema de la Corriente de Humboldt → **Permite el desarrollo de tramas tróficas complejas**

BIODIVERSIDAD

Estudios evidencian entre 400 y 500 especies de las cuales al menos 100 (25%) son especies de importancia ecológica, como, por ejemplo, las macroalgas, los hidrocorales y las esponjas por su rol ecológico fundamental como bio-ingenieros, y otras especies que forman parte de recursos pesqueros de importancia comercial

- 187 especies macrobentónicas
- 122 especies de aves
- 15 especies de mamíferos
- 68 especies de peces

Reglamento de clasificación de especies (RCE)

- En Peligro (EN)
- Casi amenazadas ()
- Vulnerables (VU)



OCEANA 2009, Gaymer *et al.*, 2021.

¿Cuáles son las etapas que deben pasar para declarar un Área Marina Protegidas de Múltiples Usos (AMCP-MU)?

Estudios bases

Informe Justificatorio

Ingreso al Consejo de ministros

Propuesta de decreto al presidente

Creación del ÁREA por decreto

Plan de Manejo

Implementación del Plan de Manejo









Figura 1. Ciclo de un proyecto de conservación de acuerdo a los Estándares Abiertos para la Práctica de la Conservación (Tomado de CMP 2007).



Folio011881

¿Cuál es el papel de la comunidad?








➢ Participar en decisiones asociadas a la creación del Área Marina Costera Protegida de Multiples Usos(AMCP-MU):

- Opinando sobre la extensión y límites del Área a incluir
- Proporcionando información sobre los usos que se realizan y que se proyecta realizar
- Opinando acerca de otros usos que se realizan en el área y sus implicancias para el futuro
- Identificando posibles Objetos de Conservación para un futuro Plan de Manejo

➢ Participar en la elaboración del Plan de Manejo

- Opinando sobre: Objetos de Conservación que se priorizaran; zonificación del área para dar cabida a distintos usos (turismo, productivos, investigación, conservación, navegación, etc).
- Identificando y consensuando formas de representación y participación de los distintos actores relevantes

➢ Participar en la implementación de las Acciones del Plan de Manejo

- Mediante representación en el Grupo de servicios y actores que toman decisiones, implementan lo planificado
- Participando en las tareas de seguimiento y control de los acuerdos
- Dando cumplimiento a los acuerdos adoptados










Folio011882

¿Consecuencias y efectos?



Aumentan las posibilidades mejorar la efectividad de los mecanismos de fiscalización y control

- Permite regular de mejor manera las actividades ilegales
- Se pueden mejorar los mecanismos de vigilancia y denuncias
- Aumentan posibilidades de coordinación con Servicios de Fiscalización (Sernapesca, Directemar)



Permite coordinar y consensuar distintos usos, planificar la gestión del área y estar mejor preparados para enfrentar los problemas derivados del cambio climático

- Permite que las actividades que se realicen en el área no sean de alto impacto ni dañen a los Objetos de Protección (cruceros, pesca industrial, puertos industriales, relaves submarinos, etc.)
- Se debe elaborar una zonificación de los usos y un Plan de Manejo

¿Consecuencias y efectos?



Es posible potenciar actividades que permitan aumentar o mantener ingresos tanto a las actuales generaciones como a las que vienen, cuidando los recursos y el medio ambiente

- Generar nuevas ofertas de servicios turísticos y rutas turísticas
- Manejo del recurso marinos





Incentivar la generación de conocimientos sobre el área

- Posibilita acceso a fuentes de financiamiento nacionales e internacionales
- Exige a los Servicios Públicos a focalizar recursos y mantener información actualizada



Se puede potenciar la actividad pesquera sustentable

- Reconoce las Áreas de Manejo.
- Desincentiva la sobreexplotación de los recursos pesqueros.

Folio011884

¿Qué son los servicios ecosistémicos y me los ofrece nuestra área?



Servicios ecosistémicos: *"la contribución directa o indirecta de los ecosistemas al bienestar humano"*[2]

Beneficios: El uso de los SS. EE. proveen beneficios tales como nutrición, salud y placer. En este sentido, éstos pueden definirse como *"la ganancia en bienestar que generan los SS. EE."*. Cabe mencionar que los beneficios están directamente conectados sólo a los SS. EE. finales.





Folio011885

¿Qué son los servicios ecosistémicos y me los ofrece nuestra área?

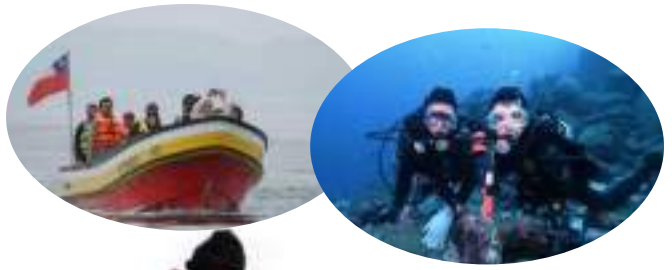












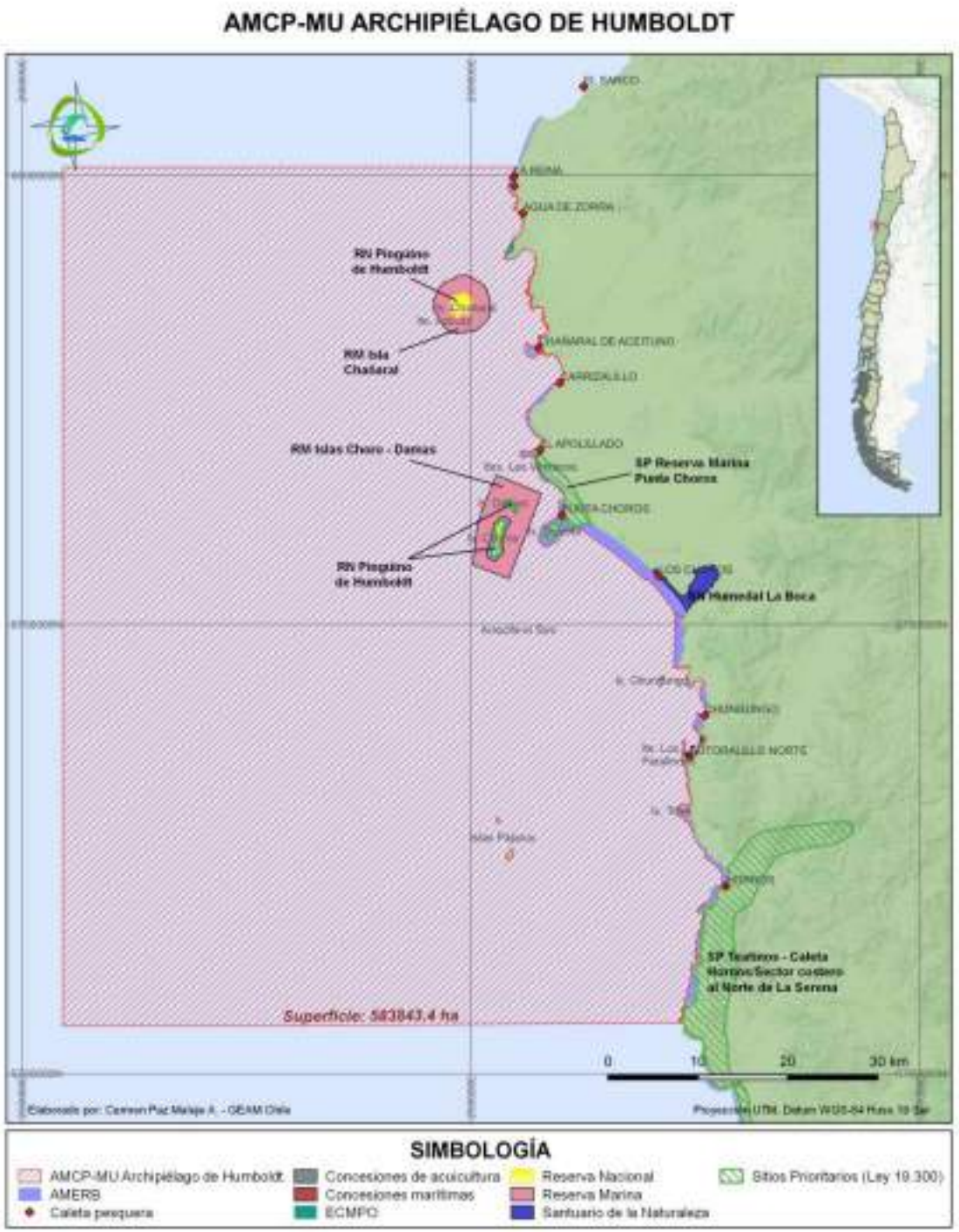


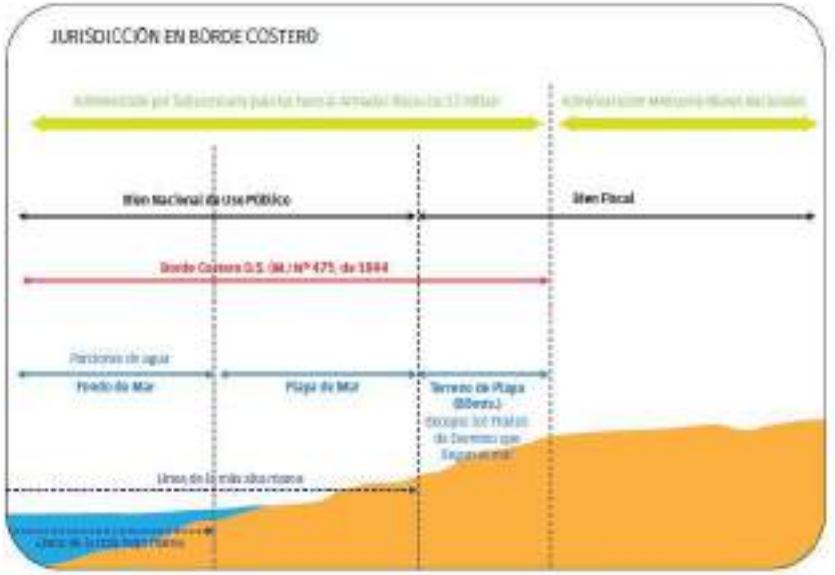
Folio011886

GEAMCHILE
RECURSOS NATURALES Y GESTIÓN AMBIENTAL

Ministerio del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

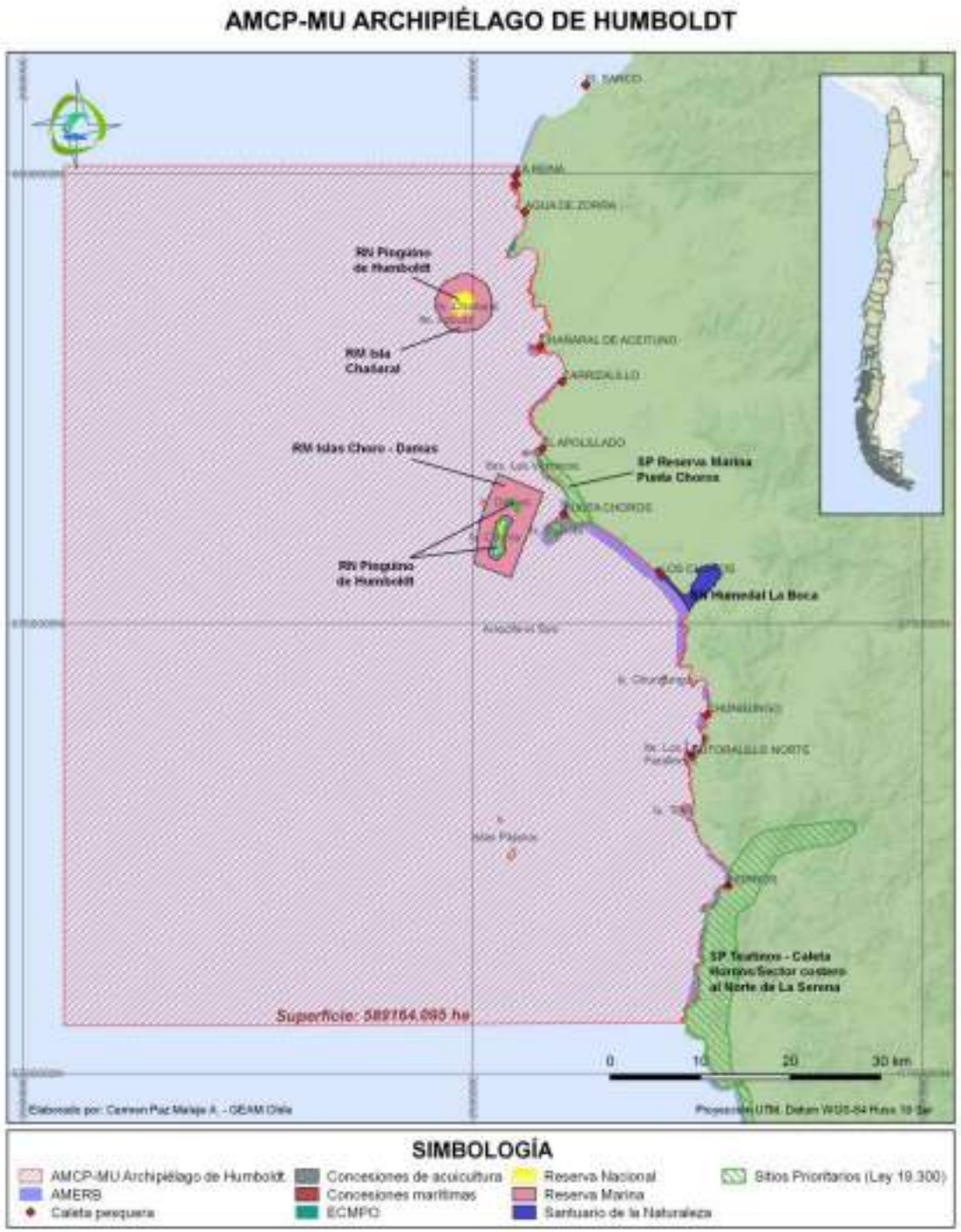
Propuestas de polígono del Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) Archipiélago de Humboldt

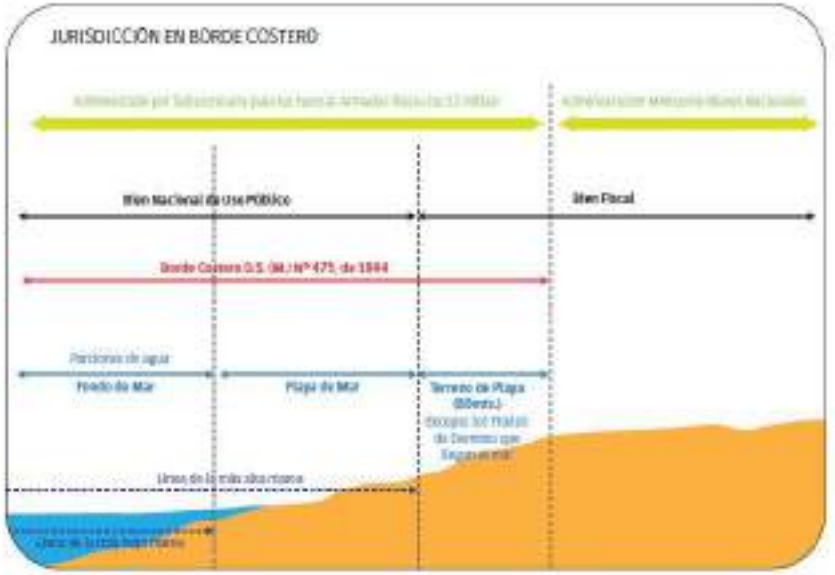




Folio011887

Propuestas de polígono del Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) Archipiélago de Humboldt



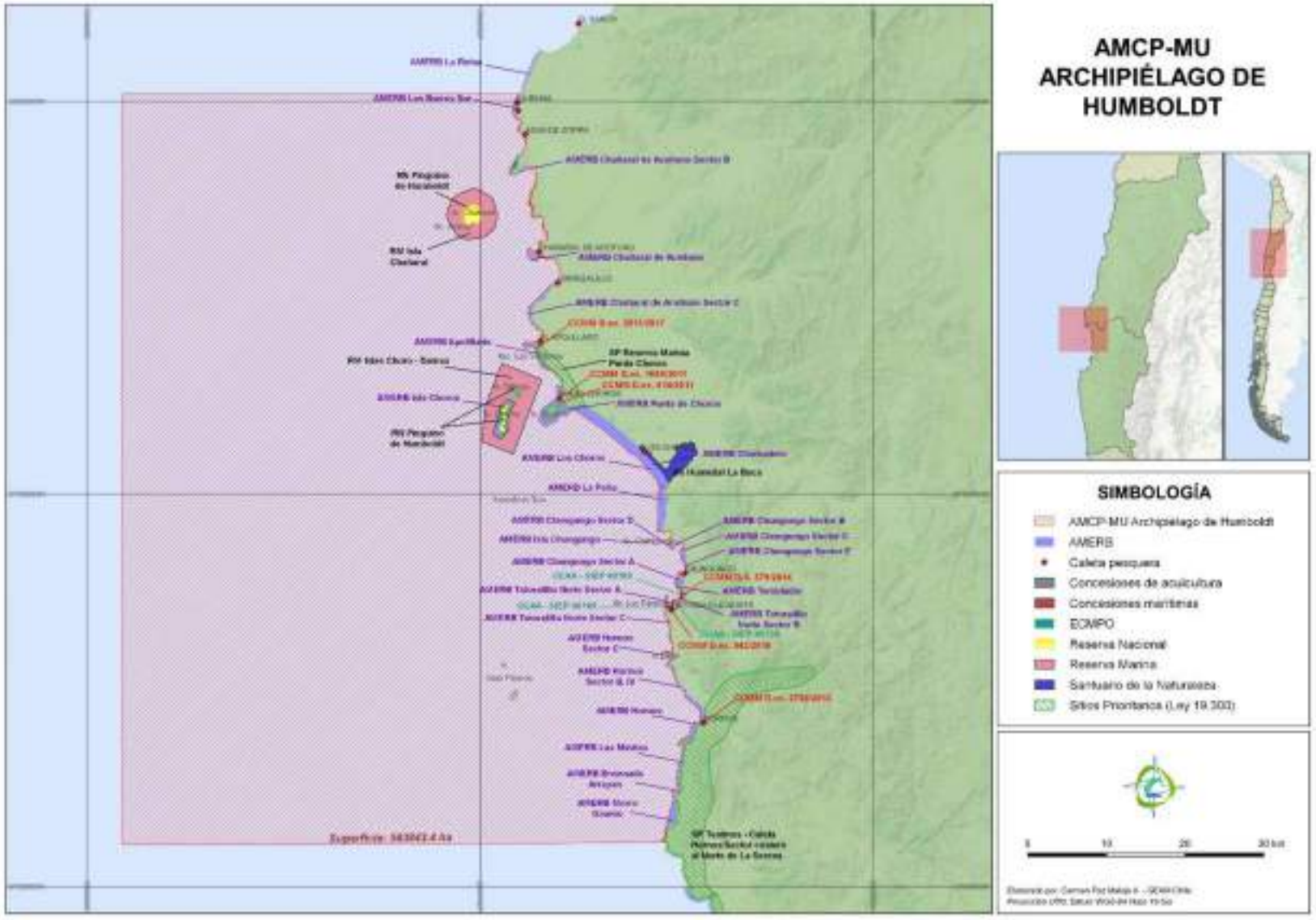


Folio011888

GEAMCHILE
RECURSOS NATURALES Y GESTIÓN AMBIENTAL

Ministerio del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

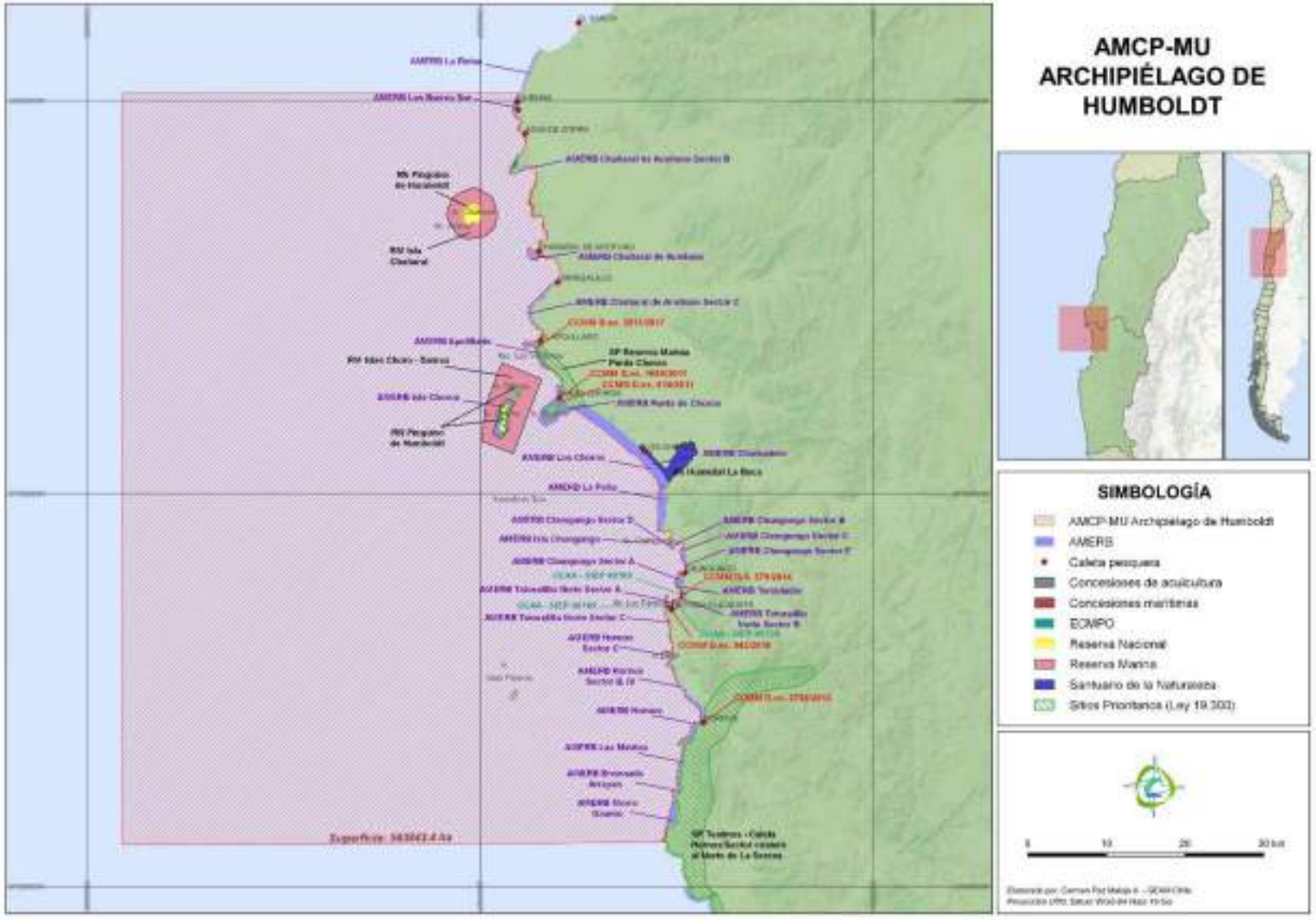
Propuestas de polígono del Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) Archipiélago de Humboldt



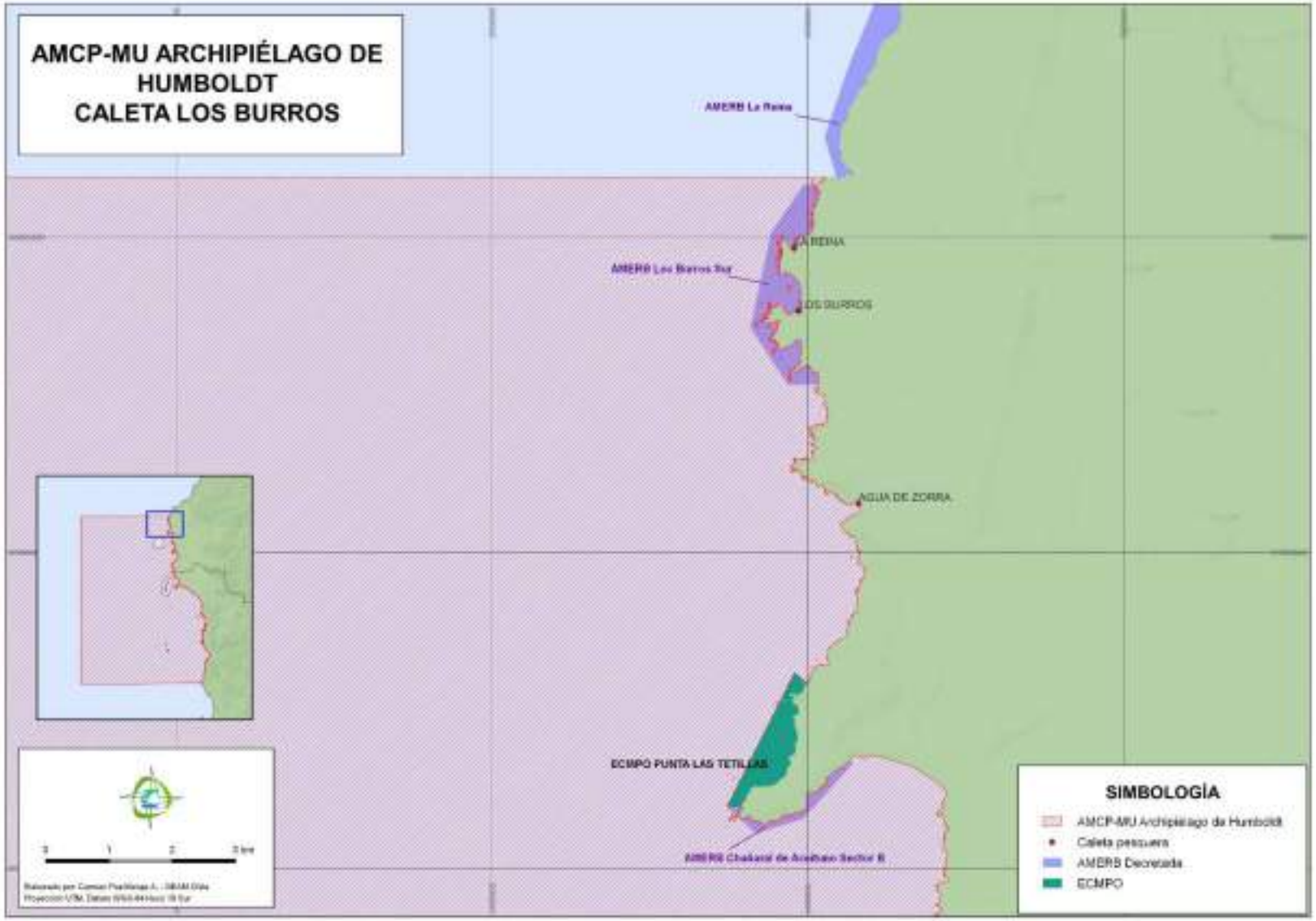
GEAMCHILE
RECURSOS NATURALES Y GESTIÓN AMBIENTAL

Ministerio del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

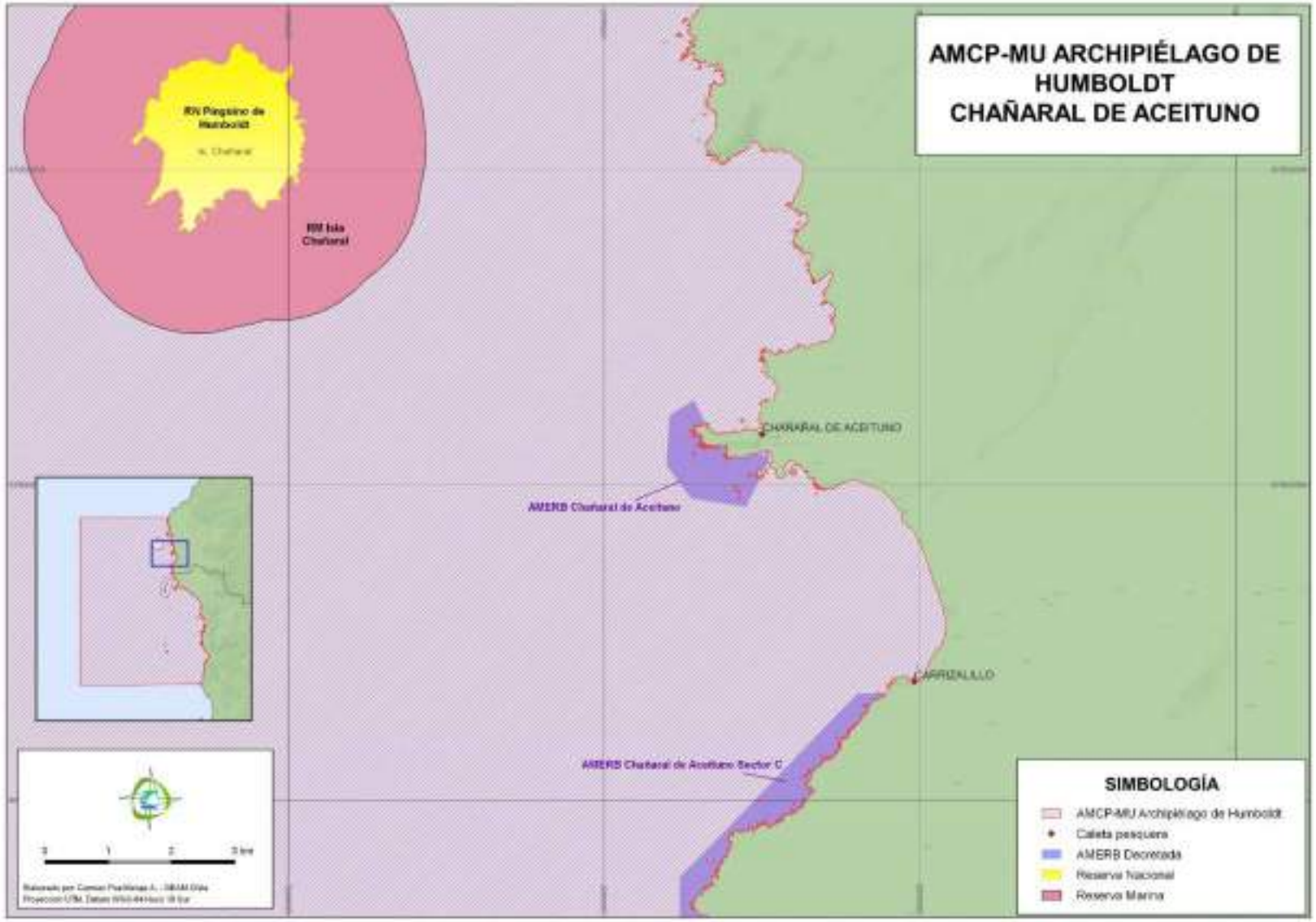
ANTES DE HABLAR SOBRE LOS USOS DEL ÁREA, TENDREMOS 10 MINUTOS DE DESCANSO



Usos o actividades que desarrollamos



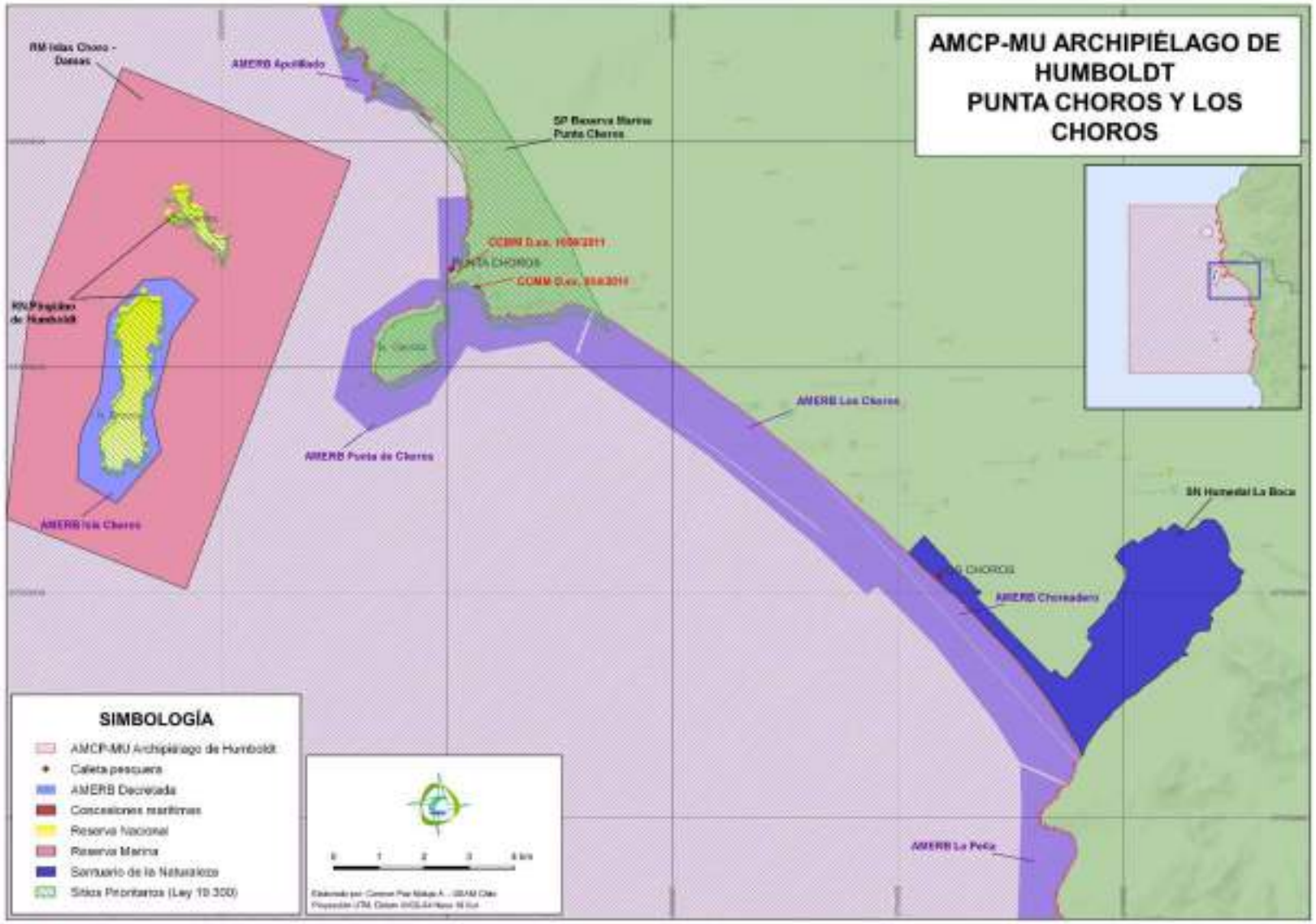
Usos o actividades que desarrollamos



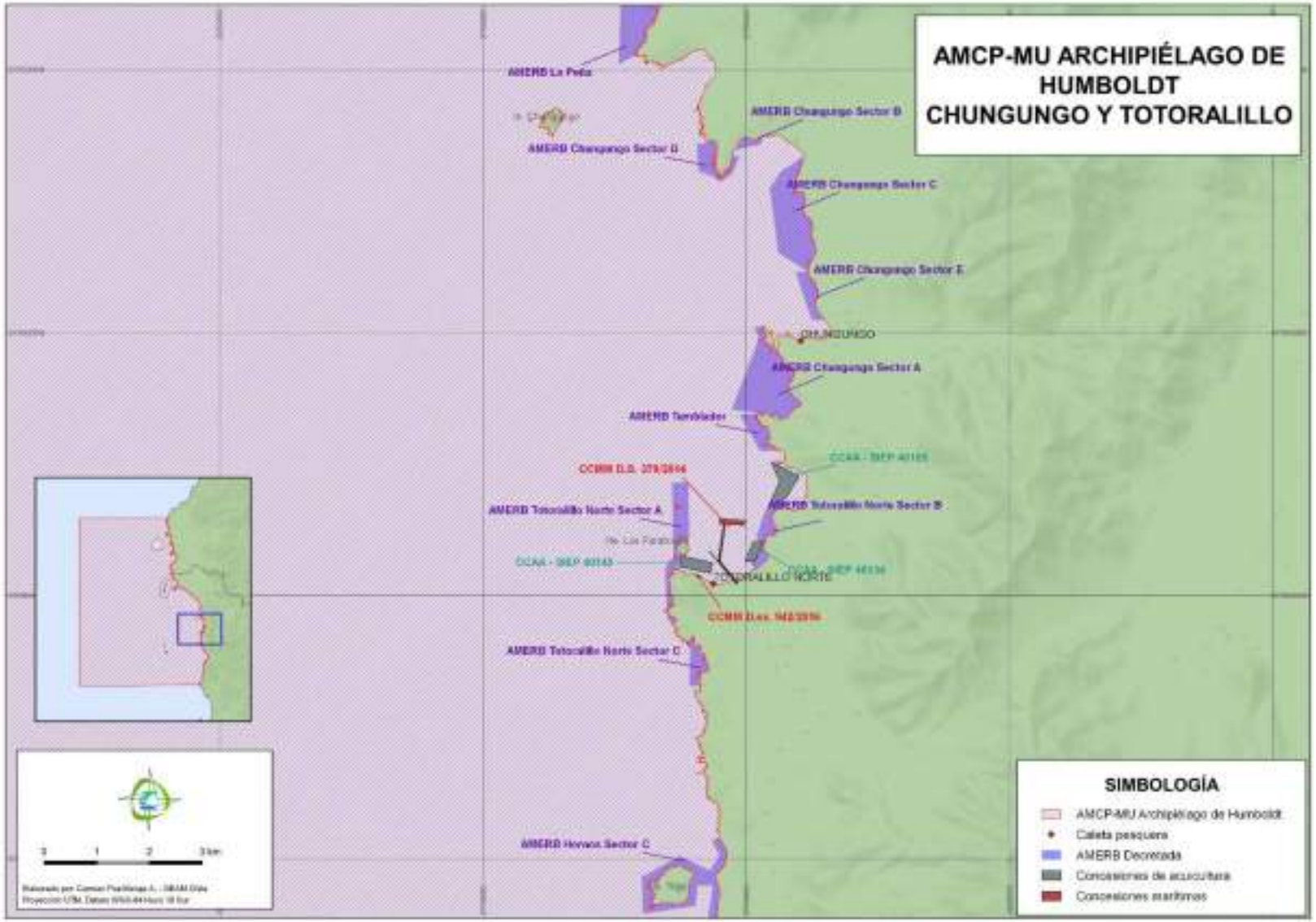
GEAMCHILE
RECURSOS NATURALES Y GESTIÓN AMBIENTAL

Ministerio del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

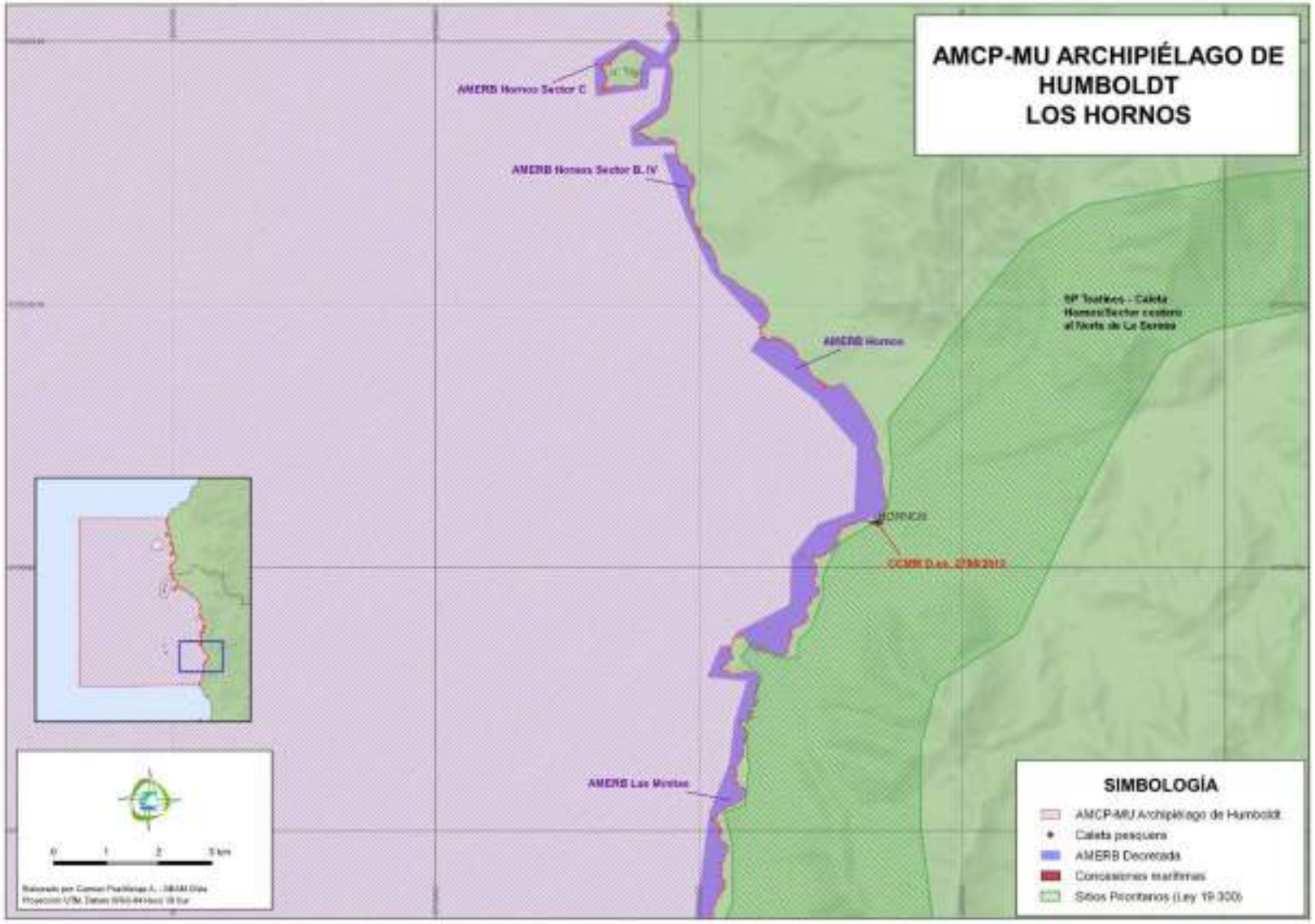
Usos o actividades que desarrollamos



Usos o actividades que desarrollamos



Usos o actividades que desarrollamos



Folio011895

GEAMCHILE
RECURSOS NATURALES Y GESTIÓN AMBIENTAL

Ministerio del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

"ELABORACIÓN DE INFORME TÉCNICO JUSTIFICATORIO PARA LA CREACIÓN DEL ÁREA MARINA COSTERA PROTEGIDA DE MÚLTIPLES USOS ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT, REGIÓN DE COQUIMBO Y REGIÓN DE ATACAMA Y SU SOCIALIZACIÓN CON ACTORES LOCALES REGIÓN DE COQUIMBO"

https://www.adnradio.cl/nacional/2021/12/22/archipielago-de-humboldt-consejo-de-ministros-aprobo-creacion-de-area-marina-costera-protegida.html

4.6 Presentación realizada para la 2da etapa de socialización del proyecto “Informe Técnico Justificatorio del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt”

CONSULTORA EN RECURSOS NATURALES Y GESTION AMBIENTAL GEAM CHILE LTDA.
Dr Martin 588-A, Puerto Montt – CHILE
consultorageamchile@gmail.com / www.geamchile.cl

Folio011897



“ELABORACIÓN DE INFORME TÉCNICO JUSTIFICATORIO PARA LA CREACIÓN DEL ÁREA MARINA COSTERA PROTEGIDA DE MÚLTIPLES USOS ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT, REGIÓN DE COQUIMBO Y REGIÓN DE ATACAMA Y SU SOCIALIZACIÓN CON ACTORES LOCALES REGIÓN DE COQUIMBO”

Folio 011898

OBJETIVOS

Objetivo general

- Elaborar un informe técnico que justifique la postulación como AMCP-MU del Archipiélago de Humboldt, en el marco de un proceso participativo y de sociabilización de la propuesta de protección.

Objetivos específicos

- Consolidar y actualizar información biológica, ambiental, caracterización socioeconómica y análisis de factibilidad, sobre la propuesta de AMCP-MU del Archipiélago de Humboldt.
- Realizar un proceso de participación y sociabilización con actores relevantes, respecto de la propuesta de declaración del AMCP MU, con apoyo de los equipos de las SEREMIS del Medio Ambiente de las regiones de Coquimbo y Atacama.
- Formular un informe técnico que permita fundamentar y justificar la creación del AMCP-MU Archipiélago de Humboldt.

Folio 011899

Áreas Marinas Protegidas en Chile

¿Que son?

Son áreas delimitadas y definidas geográficamente cuya administración y regulación permiten alcanzar objetivos específicos de conservación y/ o preservación.



Parque Marino

Preservar unidades ecológicas de interés para la ciencia, cautelar áreas que aseguren la mantención y diversidad de especies hidrobiológicas. No se puede realizar ninguna actividad, salvo las autorizadas con propósitos de observación, investigación o estudio.

Santuario de la Naturaleza

Sitios que ofrecen posibilidades especiales para estudios e investigaciones o que posean formaciones naturales, cuya conservación sea de interés para la ciencia o para el Estado.

Reserva Marina

Áreas de resguardo de los recursos hidrobiológicos para proteger zonas de reproducción, caladeros de pesca y áreas de repoblamiento por manejo.

Espacio Costero Marino de Pueblos Originarios

Espacios, cuya administración es entregada a comunidades indígenas o asociaciones de ellas que han ejercido el uso consuetudinario de dicho espacio constatado por CONADI.

Áreas Marinas Costeras Protegidas de Múltiples Usos

Objetivo es conservar la biodiversidad, proteger las especies marinas en peligro, reducir conflictos de uso, generar instancias de investigación y educación; desarrollar actividades comerciales y recreativas; conservación del patrimonio histórico-cultural marino y costero de las comunidades que las habitan para el desarrollo sostenible del turismo, la pesca y la recreación.

Folio 011900

¿Cuáles son las etapas y en qué etapa vamos?

Estudios bases

Informe Justificatorio

Ingreso al Consejo de Ministros

Propuesta de decreto al presidente

Creación del ÁREA por decreto

Plan de Manejo

Implementación Plan de Manejo









Figura 1. Ciclo de un proyecto de conservación de acuerdo a los Estándares Abiertos para la Práctica de la Conservación (Tomado de CMP 2007).



Folio 011901

¿Cómo se elabora un Plan de Manejo?



Ciclo del manejo adaptativo para la gestión de las unidades del SNASPE. Las etapas 1 y 2 corresponden a aquellas que desarrollan la formulación del plan de manejo de las áreas protegidas, las cuales son desarrolladas en este manual. Fuente: modificado a partir de CMP (2007).

ETAPA 1

Definir y describir el Área Protegida y su zona de influencia.

Establecer la Visión.

Seleccionar los objetos de conservación.

Analizar las Amenazas.

Análisis de situación global

ETAPA 2

Identificar objetivos, estrategias, resultados y metas.

Realizar análisis de usos y zonificación.

Planificar el monitoreo.

Plan Operativo de Largo Plazo.

Definir la estructura organizacional.

Editar y publicar el plan de manejo.







Folio 011902

POLÍGONO PROPUESTO
AMCP-MU Archipiélago de Humboldt



CUADRO DE COORDENADAS UTM,
DATUM WGS 84, HUSO 19 SUR

ID	UTM ESTE	UTM NORTE	LATITUD (S)	LONGITUD (O)
1	304196,82	6800831,72	28°53'07,25"	72°01'59,89"
2	255248,75	6800837,06	28°53'49,86"	71°30'39,68"
3	254414,39	6800074,60	28°54'13,28"	71°31'07,13"
4	254986,69	6798565,73	28°55'02,04"	71°31'20,40"
5	255159,10	6797867,74	28°55'31,93"	71°30'41,54"
6	254782,39	6796386,36	28°56'13,27"	71°30'56,45"
7	255822,60	6795715,37	28°56'35,77"	71°30'18,58"
8	255779,67	6794593,79	28°57'09,38"	71°30'21,54"
9	253883,29	6793626,20	28°58'13,16"	71°31'26,12"
10	257102,23	6791310,09	28°59'29,62"	71°29'34,79"
11	256819,66	6788742,76	29°00'52,68"	71°29'54,69"
12	256649,80	6785968,28	29°01'52,75"	71°29'55,96"
13	256877,68	6785672,65	29°02'21,98"	71°29'47,95"
14	257938,10	6785282,79	29°02'15,95"	71°29'08,60"
15	258001,54	6783875,10	29°03'01,83"	71°29'07,36"
16	258309,72	6783632,61	29°03'09,71"	71°28'56,28"
17	258346,49	6783202,61	29°03'23,69"	71°28'55,14"
18	258619,53	6783348,02	29°03'19,26"	71°28'44,90"
19	258627,36	6782727,46	29°03'39,31"	71°28'45,13"
20	258555,55	6782282,66	29°03'53,69"	71°28'48,13"
21	257492,26	6782123,66	29°03'58,13"	71°29'27,54"
22	257474,40	6781313,26	29°04'24,43"	71°29'28,84"
23	256039,04	6781106,22	29°04'30,16"	71°30'22,04"
24	257960,21	6780492,71	29°04'51,19"	71°29'22,91"
25	259334,66	6779834,18	29°05'10,30"	71°28'21,53"
26	259761,73	6776866,74	29°06'47,04"	71°28'06,05"
27	258186,71	6773768,07	29°08'26,48"	71°28'21,99"
28	257079,56	6768453,09	29°11'09,16"	71°29'02,72"
29	256831,57	6768714,60	29°11'13,03"	71°29'58,79"
30	257771,52	6766203,62	29°12'35,12"	71°29'29,69"
31	259734,28	6765498,57	29°12'59,36"	71°28'17,61"
32	259838,63	6761857,60	29°14'54,37"	71°28'16,52"
33	260810,37	6760327,05	29°15'47,87"	71°27'41,81"
34	269319,62	6754957,02	29°18'46,00"	71°22'31,09"
35	272976,89	6748107,97	29°24'09,89"	71°20'37,48"
36	274247,36	6745292,28	29°25'41,98"	71°19'58,41"
37	274609,92	6742866,01	29°26'20,92"	71°19'27,47"
38	276089,54	6743383,40	29°26'09,12"	71°18'28,54"
39	275805,14	6741522,06	29°26'08,26"	71°18'47,85"
40	276247,05	6739813,21	29°27'00,29"	71°19'02,31"
41	275511,80	6738584,68	29°28'49,14"	71°19'54,98"
42	273452,68	6735508,18	29°29'22,10"	71°20'12,15"
43	274443,23	6731085,64	29°31'49,97"	71°19'36,69"
44	273697,42	6728384,75	29°33'14,48"	71°20'08,77"
45	278007,43	6722274,14	29°36'34,68"	71°17'32,83"
46	278154,74	6717914,69	29°38'54,39"	71°19'22,08"
47	275200,21	6715384,57	29°40'17,53"	71°19'22,28"
48	274848,28	6711260,63	29°42'30,04"	71°19'45,86"
49	273484,59	6705627,14	29°45'32,10"	71°20'36,36"
50	269937,68	6705315,50	29°44'51,72"	72°01'59,89"

Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU)
Archipiélago de Humboldt



LEYENDA

- AMCP-MU Archipiélago de Humboldt
- AMERB
- Concesiones de acuicultura
- Concesiones marítimas
- ECMPO
- Reserva Nacional
- Reserva Marina
- Santuario de la naturaleza
- Sitios Prioritarios (Ley 19.300)
- Varios

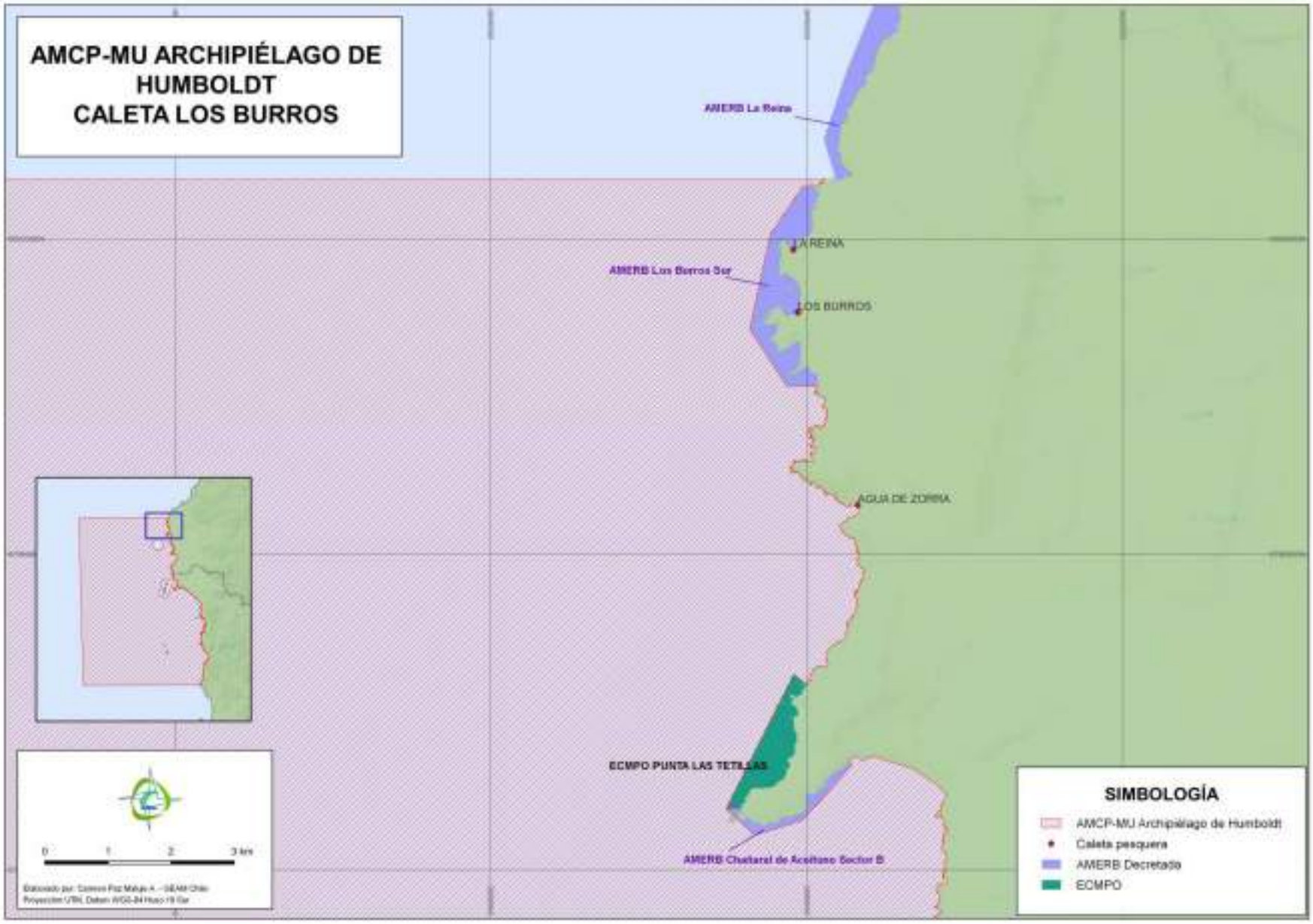
Nombre de AMCPMU: Archipiélago de Humboldt
Superficie estimada: 575.591,02 ha aprox

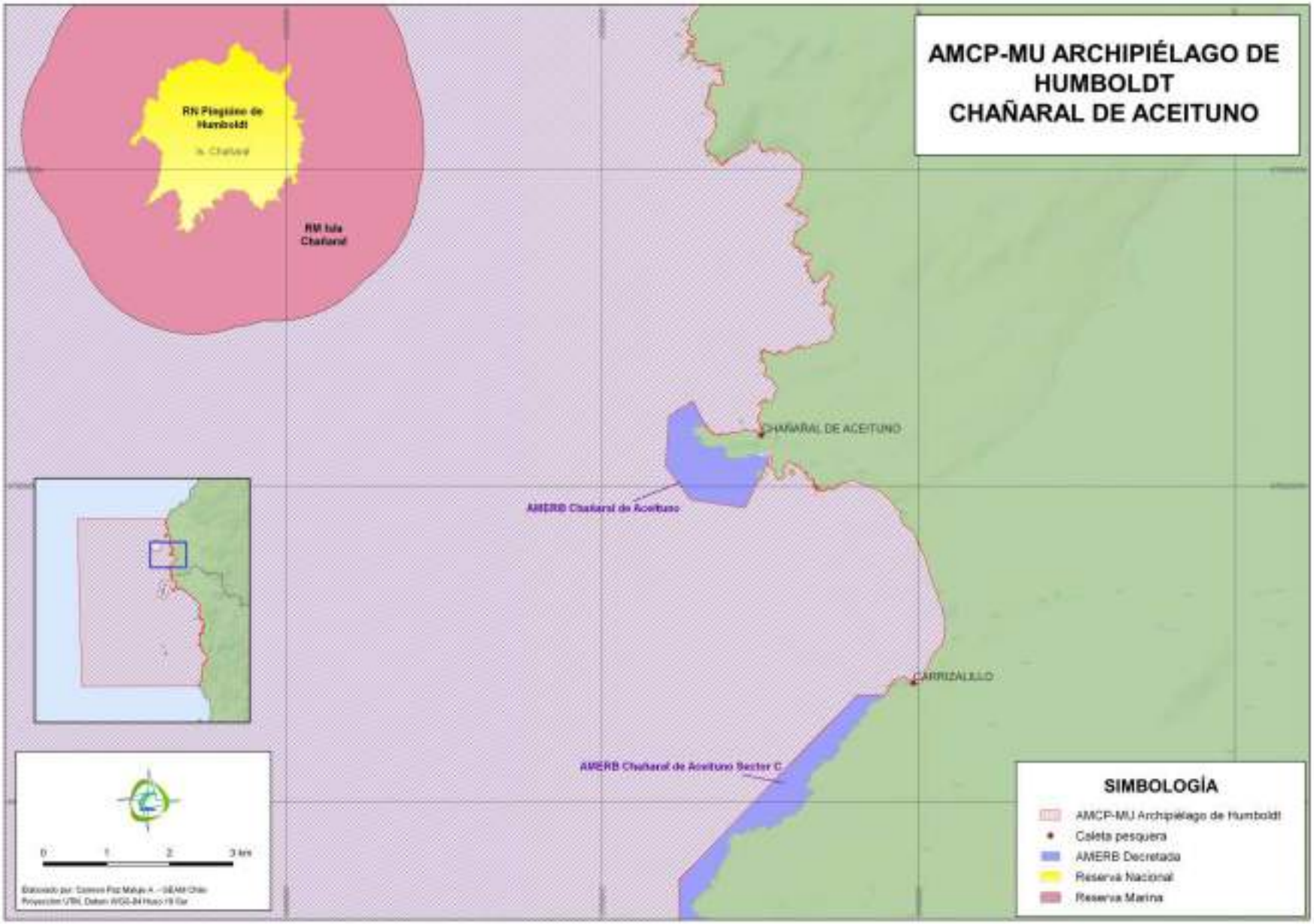
DATOS CARTOGRÁFICOS:
Universal Transversal de Mercator (UTM)
Huso 19 Sur
Sistema Geodésico Mundial de 1984 (WGS84)

Ejecutado por: GEAM Chile - Carmen Paz Mateja A.

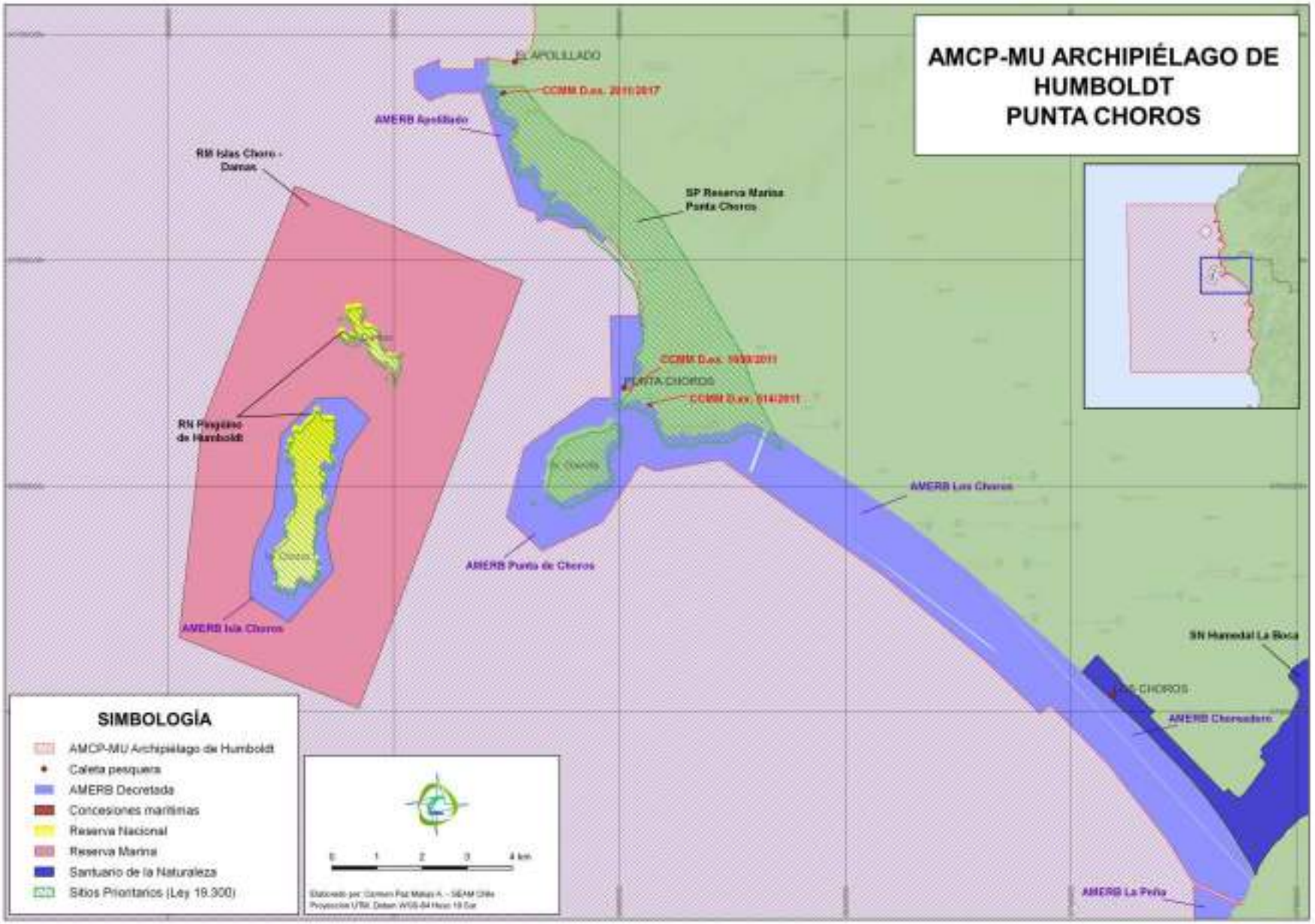
ESCALA
1 : 400.000

0 10 20 30 km

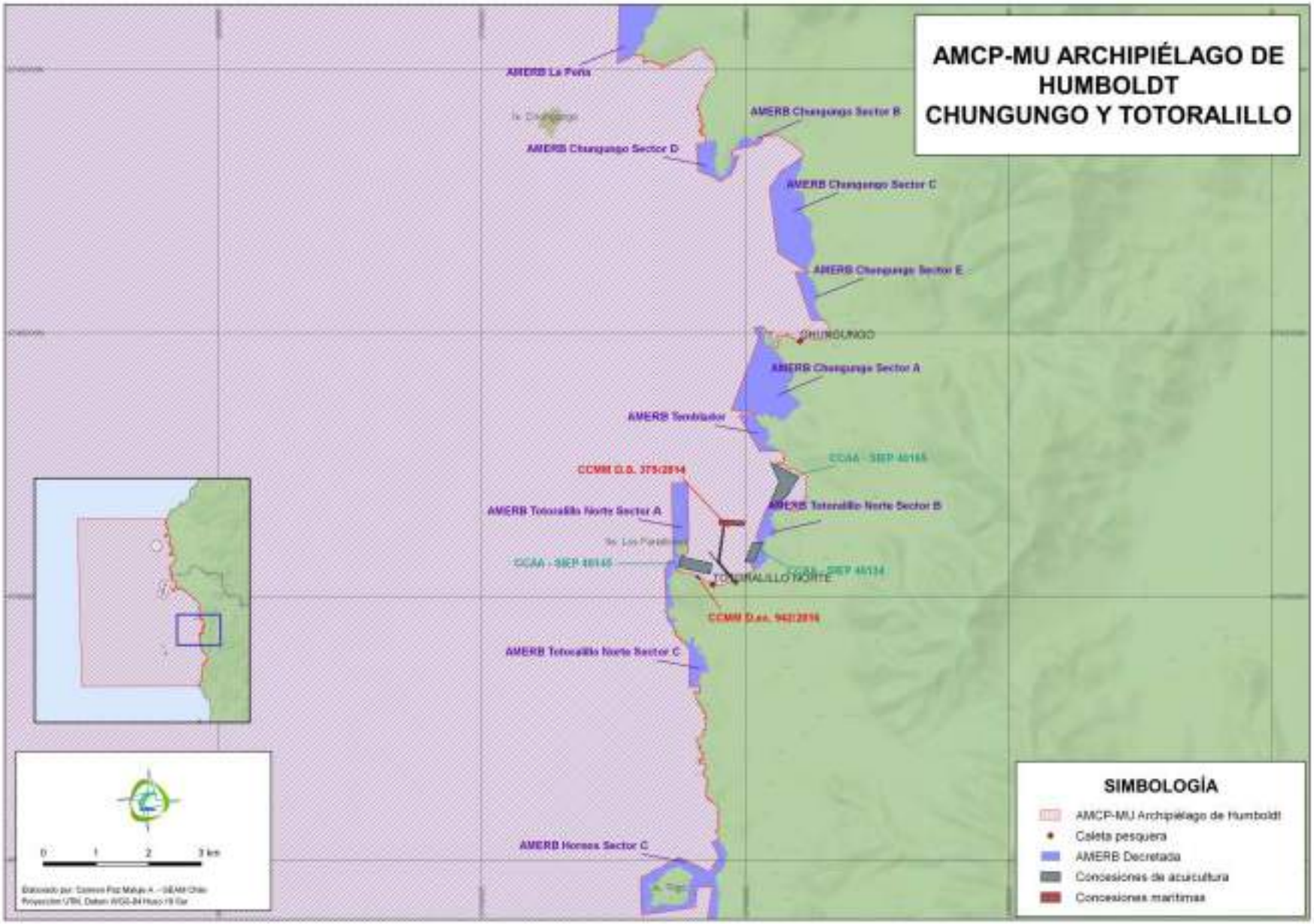

AMCP-MU ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT
CALETA LOS BURROS
AMERB La Reina
LA REINA
AMERB Los Burros Sur
LOS BURROS
AGUA DE ZORRA
ECMPO PUNTA LAS TETILLAS
AMERB Chañaral de Aceituno Sector B
0 1 2 3 km
SIMBOLOGÍA
AMCP-MU Archipiélago de Humboldt
Caleta pesquera
AMERB Decretada
ECMPO

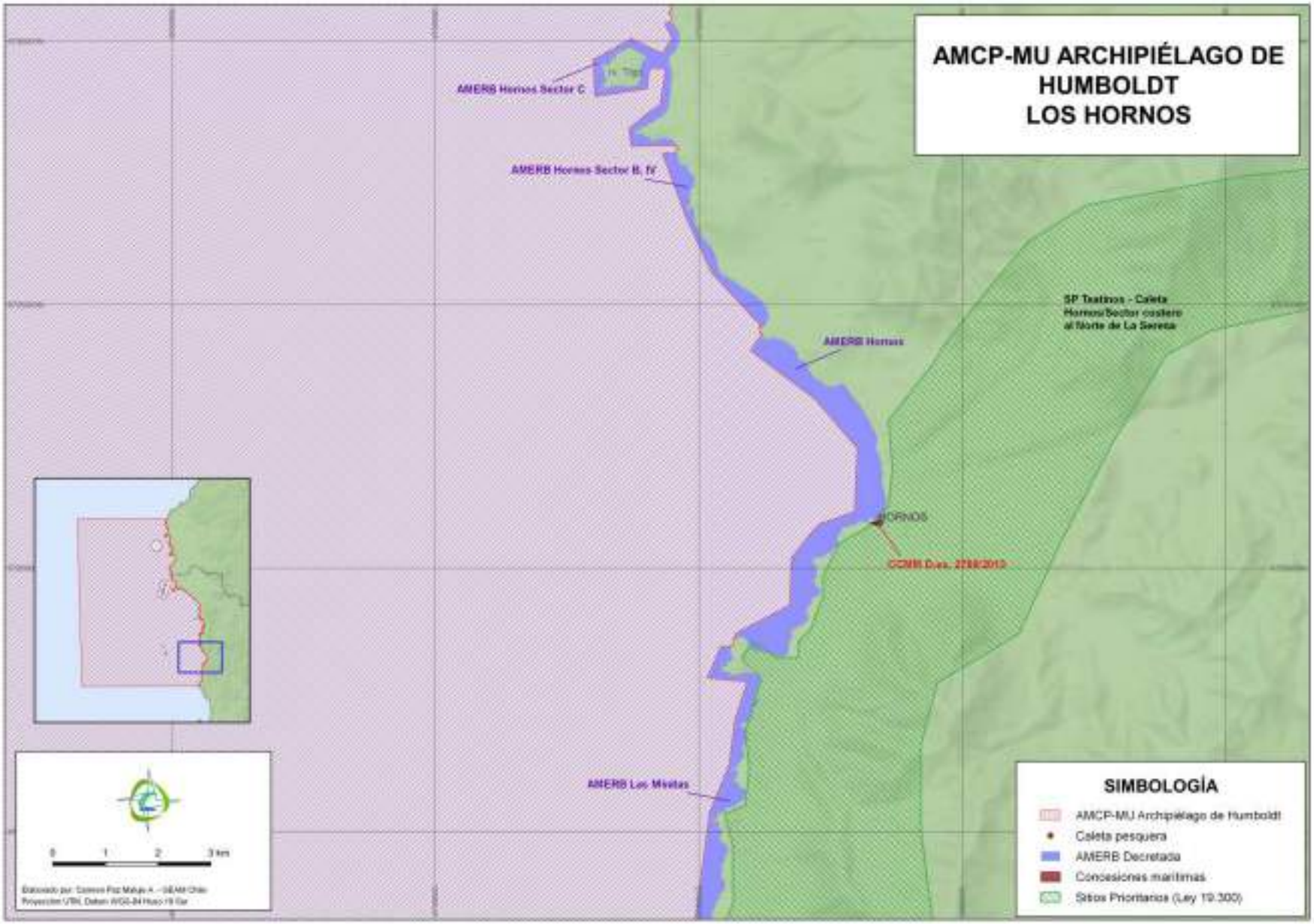

AMCP-MU ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT
CHAÑARAL DE ACEITUNO
RN Pingüino de Humboldt
RM Isla Chañaral
CHAÑARAL DE ACEITUNO
AMERB Chañaral de Aceituno
AMERB Chañaral de Aceituno Sector C
SIMBOLOGÍA
AMCP-MU Archipiélago de Humboldt
Caleta pesquera
AMERB Decretada
Reserva Nacional
Reserva Marina
0
1
2
3 km

Folio011905




AMCP-MU ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT
LOS CHOROS
RM Islas Choro - Damas
SP Reserva Marina Punta Choros
RN Pingüino de Humboldt
CCMM D.exc. 1680/2011
PUNTA CHOROS
CCMM D.exc. 914/2011
AMERB Isla Choros
AMERB Punta de Choros
AMERB Los Choros
AMERB Choroadero
SN Humedal La Boca
AMERB La Pena
SIMBOLOGÍA
AMCP-MU Archipiélago de Humboldt
Caleta pesquera
AMERB Decretada
Concesiones marítimas
Reserva Nacional
Reserva Marina
Santuario de la Naturaleza
Sitios Prioritarios (Ley 19.300)
0 1 2 3 4 km


AMCP-MU ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT
CHUNGUNGO Y TOTORALILLO
AMERB La Pena
AMERB Chungungo Sector B
AMERB Chungungo Sector D
AMERB Chungungo Sector C
AMERB Chungungo Sector E
CHUNGUNGO
AMERB Chungungo Sector A
AMERB Tembladar
CCAA - SEP 40165
CCMM D.S. 375/2014
AMERB Totoralillo Norte Sector A
AMERB Totoralillo Norte Sector B
CCAA - SEP 40145
CCAA - SEP 40134
TOTORALILLO NORTE
CCMM D.exc. 962/2014
AMERB Totoralillo Norte Sector C
AMERB Hornos Sector C
0 1 2 3 km
SIMBOLOGÍA
AMCP-MU Archipiélago de Humboldt
Caleta pesquera
AMERB Decretada
Concesiones de acuicultura
Concesiones marítimas


AMCP-MU ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT
LOS HORNOS
AMERB Hornos Sector C
AMERB Hornos Sector B, IV
AMERB Hornos
SP Textiños - Caleta Hornos/Sector costero al Norte de La Sereta
HORNOS
CCMR D.ex. 2788/2013
AMERB Los Miuelas
SIMBOLOGÍA
AMCP-MU Archipiélago de Humboldt
Caleta pesquera
AMERB Decretada
Concesiones marítimas
Sitios Prioritarios (Ley 19.300)
0 1 2 3 km

Folio011909

¿Consultas?

“ELABORACIÓN DE INFORME TÉCNICO JUSTIFICATORIO PARA LA CREACIÓN DEL ÁREA MARINA COSTERA PROTEGIDA DE MÚLTIPLES USOS ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT, REGIÓN DE COQUIMBO Y REGIÓN DE ATACAMA Y SU SOCIALIZACIÓN CON ACTORES LOCALES REGIÓN DE COQUIMBO”

Folio 011910

Ejemplos de Decretos Creación de AMCP-MU

Tipo de Norma : Decreto 360
Fecha de Publicación : 05 – 02 – 2005
Fecha de Promulgación : 09 – 12 – 2004
Organismo : Ministerio de Defensa Nacional; Subsecretaría de Marina
Título : Declara Área Marina Costera Protegida "Punta Morro-Desembocadura Río Copiapó" un sector de la Costa de la III Región de Atacama entre Punta Morro y la Desembocadura del Río Copiapó y terrenos de playa fiscales de la Isla Chata e Isla Grande

Art. 4.- Se excluye de esta área los espacios de columna de agua y fondo de mar correspondientes a las 2 Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos, denominadas Cisne Sector A y Cisne Sector B, establecidas mediantes D.S. MINECON Nº510, de 1997 y los DD.SS.(M) Nos. 414 y 415 ambos de 1999.

Art. 5.- La declaración del área Marina Costera Protegida, dispuesta por el presente decreto, tiene por objeto colocar bajo protección oficial los sectores antes singularizados, con el fin de establecer una gestión ambiental integrada sobre la base de estudios e inventarios de sus recursos y una modalidad de conservación en situ de los ecosistemas y los hábitat naturales, a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación.

Para asegurar el cumplimiento de estos objetivos, se implementará un Plan General de Administración, que promueva, principalmente, la investigación científica, actividades como el turismo de observación y recreación, que se encuentren debidamente reguladas por los organismos competentes.

Folio011911

Ejemplos de Decretos
Creación de AMCP-MU

TABLA I
VÉRTICES NOTABLES DEL ÁREA MARINA Y COSTERA PROTEGIDA
PUNTA MORRO – DESEMBOCADURA RÍO COPIAPÓ
PROYECCIÓN UTM

Puntos	Coordenadas X	Coordenadas Y
1	308.418,52	7.000.026,11
2	308.491,98	6.999.965,09
3	308.311,09	7.000.980,20
4	306.870,60	6.999.961,85
5	306.434,54	6.999.003,29
6	305.937,59	6.998.012,54
7	305.548,63	6.997.358,49
8	305.570,08	6.996.114,48
9	304.866,70	6.994.771,65
10	304.286,70	6.994.307,80
11	303.683,53	6.992.775,27
12	303.842,96	6.991.247,70
13	304.117,26	6.989.974,58
14	304.833,05	6.988.895,45
15	305.729,99	6.988.558,66
16	306.010,37	6.987.685,87
17	305.448,67	6.986.679,25
18	304.155,41	6.986.098,14
19	303.192,84	6.984.633,05
20	303.571,05	6.983.362,04
21	305.012,65	6.983.602,82
22	305.301,85	6.983.343,42
23	305.401,21	6.982.808,24
24	305.347,09	6.981.475,51
25	306.594,70	6.981.037,52
26	307.987,10	6.977.571,16
27	307.876,37	6.976.177,91
28	308.926,68	6.976.135,48
29	308.900,20	6.976.173,76

4.- Se excluye de esta área los espacios de columna de agua y fondo de mar correspondientes a las 2 Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos, denominadas Cisne Sector A y Cisne Sector B, establecidas mediante D.S. MINECON Nº 510, de 1997 y los DD.SS. (M) Nos. 414 y 415 ambos de 1999.

Área Marina Costera Protegida “Punta Morro-Desembocadura Río Copiapó”

Art. 4.- Se excluye de esta área los espacios de columna de agua y fondo de mar correspondientes a las 2 Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos, denominadas Cisne Sector A y Cisne Sector B, establecidas mediantes D.S. MINECON Nº510, de 1997 y los DD.SS.(M) Nos. 414 y 415 ambos de 1999.

Folio 011912


Ley Chile

Decreto 13

CREA ÁREA MARINA COSTERA PROTEGIDA DE MÚLTIPLES USOS "PITIPALENA - AÑIHUE", EN LA REGIÓN DE AYSÉN DEL GENERAL CARLOS IBÁÑEZ DEL CAMPO

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

Ejemplos de Decretos Creación de AMCP-MU

Área Marina Costera Protegida Pitipalena – Añihué

6. Que los **objetos de protección** propuestos para el área son la calidad de aguas y fondo; comunidades de aves marinas: comunidades de corales de aguas frías; mamíferos mayores y menores; praderas de pelillo y luga roja; poblaciones de especies de importancia comercial, comunidades de peces (puy) y calidad de paisaje;

7. Que la propuesta de creación del Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos, Pitipalena – Añihué, es fruto de la propia iniciativa local a partir del Sindicato de Trabajadores Independientes de la Pesca Artesanal de Puerto Raúl Marín Balmaceda y otras entidades locales, con el apoyo técnico de Fundación Melimoyu y la colaboración del Ministerio del Medio Ambiente, y cuenta con respaldo de la Municipalidad de Cisnes y otras organizaciones locales.

8. Que, en sesión ordinaria de fecha 23 febrero de 2014, el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad acordó unánimemente proponer al Presidente de la República la creación del Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos denominada “Pitipalena–Añihué”

9. Y, de conformidad a los antecedentes tenidos a la vista, existen fundamentos suficientes para aprobar la propuesta definitiva para la creación del Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos denominada “Pitipalena – Añihué”, correspondiente a los lotes A y B del fundo del mismo nombre, de acuerdo con el plano archivado en el Ministerio del Medio Ambiente.

Folio 011913



Ejemplos de Decretos Creación de AMCP-MU

Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos Rapa Nui

Artículo 3º.-**Objetos de Protección**. El Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos Rapa Nui tendrá como objeto de protección el suelo y subsuela marino, particularmente arrecifes de coral y especies asociadas, montes submarinos y fuentes hidrotetrmales; la columna de agua; mamíferos marinos tales como la ballena azul (Baleanoptera musculus), la ballena minke (Baleanoptera bonaerensis), la balllena jorobada (Megaptera novaeangliae), el cachalote (Physeter macrocephalus), el zifio de Cuvier (Ziphius cavirostris), el zafio de Blainville (Mesoplodon densirostris) la falsa orca (PSeudorca crassidens), ballena piloto (Globicephala sp.), delfín nariz de botella (Tursiops truncatus) y el delfín común (Delphinus sp.); avez marinas tales como ave del trópico de cola roja o tavake (Phaethon rubricauda), petreles, gaviotas y piqueros; y los recursos hidrobiológicos tales como el caracol pure (Monetaria caputdraconis), el atún de aleta amarilla o kahi (Thunnus albacares), el atún de ojos grandes (Thunus obesus), mahi mahi (Coryphaena lalandi), el jurel negro o ruhi (caranx lugubris), el pez timón o nahue (Kyphosus sandwicensis), la langosta de Isla de Pascua o ura (Panulirus paspascuensis), el tiburón mango o de Galápagos (Carcharhinus galapaguensis) y otros tiburones.

Folio 011914

Ejemplos de Decretos Creación de AMCP-MU


Biblioteca del Congreso Nacional de Chile / BCN | Ley Chile

Decreto 10

CREA ÁREA MARINA COSTERA PROTEGIDA DE MÚLTIPLES USOS RAPA NUI

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

Fecha Publicación: 08-JUN-2018 | Fecha Promulgación: 28-FEB-2018

Tipo Versión: Única De : 08-JUN-2018

Url Corta: https://bcn.cl/2f8rz

Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos Rapa Nui

Articulo 6º.- Actividades. Toda actividad que se realice en el área deberá ser compatible con los objetos de protección de la misma y deberá ajustarse a lo dispuesto en el respectivo plan de administración (PLAN DE MANEJO)….

…. La pesca sólo se podrá realizarse con artes y aparejos de pesca establecidos por resolución de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, la cual se dictará tomando en consideración la información relativa a artes y aparejos proporcionada por el pueblo Rapa Nui. La Subsecretaría de Pesca y Acuicultura considerará la opinión del Consejo Directivo en caso de modificar la resolución antes dicha…..

Folio 011915

Propuesta
Objetos de Protección



Hábitat intermareal y submareal somero que alberga una diversidad de especies hidrobiológicas y recursos bentónicos pesqueros



Zonas de alimentación y nidificación de aves



Zonas de alimentación y reproducción de mamíferos marinos

Folio 011916

Usos Actuales

LISTA DE USOS ACTUALES

- Pesca artesanal
- Pesca industrial
- Pesca de anchoveta/sardina
- Recolección de algas
- Extracción de recursos bentónicos en zonas libres
- Turismo: avistamiento, recorridos
- Buceo Deportivo
- Actividades recreativas (surf, kayak, veleros)
- Navegación Comercial (Cabotaje, Pasajeros, etc)
- Fiestas religiosas
- Ceremonias tradicionales de pueblos originarios

¿OTRAS ACTIVIDADES?

Folio011917

Muchas Gracias

“ELABORACIÓN DE INFORME TÉCNICO JUSTIFICATORIO PARA LA CREACIÓN DEL ÁREA MARINA COSTERA PROTEGIDA DE MÚLTIPLES USOS ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT, REGIÓN DE COQUIMBO Y REGIÓN DE ATACAMA Y SU SOCIALIZACIÓN CON ACTORES LOCALES REGIÓN DE COQUIMBO”

“Informe Técnico Justificatorio Para el Área Marina Costero Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) Archipiélago de Humboldt”

GEAMCHILE
RECURSOS NATURALES Y GESTIÓN AMBIENTAL

MINUTA

División de Recursos Naturales y Biodiversidad
Departamento de Áreas Protegidas

CREACIÓN DE UN ÁREA MARINA Y COSTERA PROTEGIDA DE MÚLTIPLES USOS ARCHIPIÉLAGO DE HUMBOLDT

22 de octubre de 2021

A. Valor ambiental del área

La zona emplazada en el sector costero entre Caleta Chañaral de Aceituno (región de Atacama) y Caleta Hornos (región de Coquimbo), es parte del área identificada como la principal zona de la Ecorregión de Chile Central de Alto Valor para la Conservación, por el estudio "Identificación de la Áreas de Alto Valor para la Conservación (AAVC) en la eco-región Chile Central" (Squeo, Martínez y Gaymer, 2015).

Además, es una de las tres zonas más importantes de afloramiento o surgencia en el centro–norte de Chile, transformando el sector en uno de los más productivos de las regiones de Atacama y Coquimbo, debido a que estas surgencias llevan a la superficie del mar aguas profundas, frías y ricas en nutrientes (Figueroa & Moffat 2000). La circulación de corrientes predominantes tendría como consecuencia la llegada de masas de agua con gran cantidad de larvas del sur, las cuales además son retenidas en estas zonas a través de procesos locales, donde los sistemas de islas son fundamentales (Gaymer et al. 2007). Las condiciones oceanográficas del área y su alta productividad se traducen en grandes reclutamientos de varios organismos de la trama trófica, incluyendo locos y otros recursos pesqueros como lapas y crustáceos. Es un área de biodiversidad y pesquería artesanal de importancia mundial. Concentra numerosas especies en peligro crítico de conservación, incluidas el 80% de la población del Pingüino de Humboldt del planeta, numerosas especies endémicas tanto marinas como terrestres, más de 14 especies de cetáceos, además del 80% del desembarque de Locos y Lapas de la Región de Coquimbo, además de numerosos otros recursos para la pesca artesanal e industrial del centro-norte de Chile, incluyendo al langostino amarillo y el camarón nailon.

Esta productividad biológica se traduce en grandes poblaciones de peces (anchovetas, sardinas) y crustáceos (krill) que son el alimento de las poblaciones de pingüinos de Humboldt, delfines y ballenas que frecuentan o residen en el área. Su borde costero y su archipiélago de islas e islotes albergan, una importante cantidad de especies con 187 especies macro bentónicas, 122 especies de aves, 21 especies de mamíferos marinos y 68 especies de peces.

Por todo esto, incluido el hecho de ser parte relevante de uno de los más importantes grandes ecosistemas marinos en el mundo (Humboldt Large Marine Ecosystem (LME)1), este ecosistema ha sido definido además como uno de los 10 grandes ecosistemas marinos con alta prioridad para ser protegidos en el mundo[2].

En el sector actualmente existen tanto áreas marinas como terrestres: las Reservas Marinas Choros-Damas e Isla Chañaral, y la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt.

B. Propuesta de creación de un área marina protegida

En julio de 2010 ingresó a la entonces Dirección Regional de CONAMA, Coquimbo, la primera solicitud de creación de un Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCPMU) "La Higuera-Isla Chañaral": esta fue una iniciativa propuesta por la ONG Oceana, y comprendía sectores pertenecientes las comunas de la Higuera en la región de Coquimbo y la comuna de Freirina en la región de Atacama, con una superficie aproximada de 344.500 hectáreas y una línea costera de 294 kilómetros en el borde costero (ver figura 1). En este mismo año el informe final del estudio "Estudio de Análisis de Omisiones y Vacíos de Representatividad en los Esfuerzos de Conservación de la Biodiversidad en Chile GAP-Chile 2009, (Licitación N° 1588-76-LE09) se identifica el área de La Higuera Chañaral, como "mejor solución" de iniciativas de protección.



Figura 1. Propuesta original de Oceana de carácter birregional (2009)

Del primer análisis realizado por MMA (Ord. N°11.822/2011), entre otros aspectos, se indicó la necesidad de reforzar la identificacion de objetos de conservación ya amenazas sobre ellos, además de llevar a cabo un proceso de socialización y validación de la iniciativa con la comunidades locales de la zona propuesta. Oceana desarrolló un proceso en tal sentido, y reingresó en mayo de 2013 un segundo informe a la Secretaría Regional Ministerial de Medio Ambiente, región de Coquimbo.

Basado en la propuesta de Oceana, se desarrolló una revisión conjunta entre nivel central y Seremi MMA Atacama y Coquimbo y Oceana, adoptándose el acuerdo de presentar la propuesta a los servicios públicos regionales en virtud del carácter birregional de la misma; y al Comité Técnico de Áreas Marinas Protegidas. Así es como se constituyó (desde la SEREMI Región de Coquimbo), en octubre de 2013, la Mesa Técnica Regional AMCPMU La Higuera/Chañaral, conformada por SUBPESCA, SERNAPESCA, SAG, CONAF, IFOP, SERNATUR, Bienes Nacionales, Gobernación Marítima,

[1] http://lme.edc.uri.edu/images/Content/LME_Briefs/lme_13.pdf
[2] https://mission-blue.org/hope-spots/

GORE-DIPLAN (Atacama), Universidad Católica del Norte, CEAZA, entre otros, que buscó evaluar la solicitud, profundizar en esta discusión, alcanzar un objetivo regional de conservación marina y conocer de manera temprana la opinión de los actores locales respecto de la iniciativa. La señalada mesa sesionaba principalmente en la región de Coquimbo. En su 4a sesión de agosto de 2014, el acta consigna que "se replicarán las reuniones en la región de Atacama". Seguido de ello, en acta N°5 de la mesa (enero de 2015), se indica que "la III Región se encuentra un FNDR se presenta la posibilidad de generar material de difusión para La Higuera - Chañaral y realizar intercambio de experiencia". A continuación, en misma acta, se indica que "la presentación realizada por Oceana en Coquimbo, se replicará en la región de Atacama".

A partir de marzo de 2015, la participación de la región de Atacama descendió ostensiblemente debido a los aluviones sufridos en la región y a las consecuencias que produjo en la zona, por tal motivo, la propuesta en adelante se acotó solo a la región de Coquimbo. Revisadas las actas, no consta tal hecho o decisión por escrito. Ello no significa que el área haya perdido interés y mérito técnico.



Figura 2. Propuesta final MMA (2018)

En ese contexto, entre los años 2016-2017 el MMA financió una consultoría con el objetivo de levantar información buscando alternativas de protección marino-costeras en la comuna de La Higuera, región de Coquimbo, tomando como referencia las variadas condiciones que se presentan en el lugar, e incluyendo a la comunidad en la construcción de estas alternativas a través de la realización de talleres participativos. Dicha consultoría generó dos propuestas de escenarios de protección:

i) Generar un AMCPMU, con una superficie aproximada de 140.869 hectáreas, que debía ser validada por la comunidad,

ii) Avanzar con iniciativas complementarias de protección, de menor tamaño, que gatillen un proceso de protección mayor, y permitieran proteger y gestionar los sitios y especies de importancia para la biodiversidad de la región.

A partir de lo anterior la Seremi de Medio Ambiente (región de Coquimbo), inició un proceso de validación de la propuesta del AMCPMU, que generó una zonificación preliminar, y que buscaba asegurar la sustentabilidad de usos en un área altamente productiva, que sustenta pesca artesanal y turismo comunal, entre otras actividades. Este proceso consistió en la realización de talleres, en

distintas instancias, priorizando servicios públicos con competencia y los actores locales. En el trascurso de este proceso se realizaron reuniones territoriales con asociaciones gremiales de pescadores artesanales de las caletas de Chungungo, Totoralillo y Caleta de Hornos. Se presentó la propuesta en reunión de Consejo Consultivo Regional del Medio Ambiente, Consejo Consultivo Reserva Marina lsla-Choros Damas y Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, Consejo Comunal de la Higuera, Comisión Regional del Uso del Borde Costero, y se concretaron reuniones con gremios de pescadores industriales y Comunidad Agrícola Los Choros.

De esta forma, en enero de 2018 la Seremi envió para evaluación del nivel central un expediente e informe técnico para la creación del AMCPMU La Higuera, con una superficie de 136.900 hectáreas, en el área marina que se extiende desde Punta Zorro por el norte hasta Punta Poroto por el sur (ver figura 2). Así en marzo de 2018, en sesión del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad (CMS), el CMS se pronunció favorablemente sobre la importancia de proteger el área, quedando pendiente acordar y precisar el polígono y la superficie definitiva de la misma. (https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/03/Acta-N5-2018.pdf).

En agosto de 2019, la Fundación Melimoyu presentó (vía reunion de Lobby) al MMA un documento de recopilación de antecedentes junto con una propuesta de creación, zonificación y administracion de un arreglo de de AMP que considera distintos usos , tanto de conservación como de uso sostenible. La propuesta no tuvo una socialización, y representaba un aporte a la discusión que viabilizara la conservacion costero marino, con proyexctos de inversión e inlcuso de una porción terrestre del litoral.

En septiembre de 2020, el MMA invita a SUBPESCA, SERNAPESCA, SUBTURISMO y Ministerio de Ciencias, a conformar la mesa de trabajo que tomara el mandato del CMS de marzo de 2018, en orden a “precisar el polígono y la superficie” de la AMCPMU.

El mandato de la mesa fue precisar el área a proteger, brindando un adecuado resguardo a los ecosistemas, especies y procesos reproductivos de la fauna ahí presente, junto con considerar los usos y sus condiciones específicas, que quedarán sujetos a la zonificación del área y a un plan de manejo. De esa manera, para facilitar y garantizar la correcta fiscalización por parte de los organismos competentes, la propuesta de polígono ha sido ampliada y supera las 200 mil hectáreas. La mesa sesionó en tres oportunidades, llegando en el mes de marzo de 2021 al acuerdo técnico del polígono a proponer. Resta por presentar la propuesta al CMS.

En la zona propuesta para la creación del AMCPMU en la comuna de la Higuera en la región de Coquimbo, existen a la fecha 7 proyectos de inversión de “pesca y acuicultura” (centros de cultivo) con resolución de calificación ambiental (RCA) favorable. En igual condición, existen dos proyectos portuario-mineros.

C. Iniciativa contigua de protección, región de Atacama.

Lo antes señalado, no implica que la región de Atacama, basada en el propio mérito del territorio y los ecosistemas, más el interés de sus autoridades y actores regionales y locales, no pueda retomar la iniciativa y avanzar en el mediano plazo, en la reposición de la creación de un AMCPMU anexa a la iniciativa que se está desarrollando en la región de Coquimbo. Por el contrario, trata sobre el mismo ecosistema, patrones y procesos ecológicos, y poblaciones de especies que se buscan proteger en la iniciativa de AMCPMU Archipiélago de Humboldt (región de Coquimbo). Es la continuidad natural. No obstante, necesariamente debe desarrollarse un trabajo de formulación y

socialización de la iniciativa con las comunidades y autoridades locales, trabajo que se detuvo el año 2015, por las razones antes señaladas.

Adicionalmente, cabe consignar que en los últimos años, la labor de la SEREMI de Medio Ambiente, región de Atacama, en estas materias, ha estado centrada en i) formular y aprobar el plan de manejo del AMCPMU Isla Grande de Atacama – cuestión que es prioritaria llevar a término, y ii) levantar y gestionar iniciativas de protección de humedales en el marco del Plan Nacional de Protección de Humedales (PNPH), tales como Humedal Totoral, Humedal Carrizal bajo, Humedal desembocadura del río Copiapó.

Recomendaciones

De acuerdo a todos los antecedentes presentados, sin duda hacen que esta zona tenga las condiciones necesarias y suficientes para focalizar los esfuerzos en conservación, situación que regionalmente se ha discutido durante años. Por este motivo se han creado las reservas marinas de Chañaral e Isla Choros y Damas y la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, resaltando la importancia ecológica de estos sectores y su preservación. Sin embargo, la creación de estas áreas protegidas y los esfuerzos regionales en conservación, han sido insuficientes para resguardar, de las actuales y futuras presiones antrópicas, tanto los ecosistemas como los elementos que lo componen, considerando de manera urgente contar con un marco regulatorio orientado a la conservación. Por tanto, y en virtud de los antecedentes actuales, los vacíos regulatorios, la urgencia y necesidad de conservación, es necesario avanzar aún más en la protección de este ecosistema e instalar la necesidad de creación de más áreas marinas protegidas, que permitan planificar el uso del territorio marítimo, evitando el desarrollo de actividades productivas en desmedro de otras, elevar los estándares ambientales de los proyectos de inversión, potenciar actividades productivas locales de bajo impacto, así como otorgar nuevas y mejores oportunidad a las comunidades locales, lo que finalmente se traduce en un desarrollo armónico y sustentable. Para avanzar en estas materias se recomienda:

a) Generación de Mesa de trabajo de conservación marino terrestre de la comuna de Freirina, con alta participación de los Gobiernos locales y las comunidades costeras.

b) Dada la relevancia ecológica del área y el avance de propuesta de la región de Coquimbo, se recomienda iniciar un trabajo formal a nivel local y regional para generar una propuesta de AMCP-MU en la región de Atacama, desde el límite regional sur y que abarque la zona costera de Freirina y así complementar de manera terrestre la componente marina protegida, a través de la Reserva Marina Isla Chañaral y Reserva Nacional Pingüino de Humboldt.

c) Avanzar en la generación de un AMCP MU en la región de Coquimbo, desde el límite regional norte y que abarque la zona costera de La Higuera y así complementar de manera terrestre la componente marina protegida, a través de la Reserva Marina Choros Damas y la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt.

d) Generar Intercambios técnicos entre las mesas de trabajo de las dos regiones por lo menos dos veces al año y mantener una agenda en común, para tratar temas del ecosistema de Archipiélago de Humboldt.

e) Actualizar, analizar y ordenar la información existente del borde costero y territorio marítimo de las comunas de La Higuera y Freirina

f) Revisar y actualizar los instrumentos de gestión territorial, como la macrozonificación de Usos del Borde Costero, tanto de la región de Atacama como Coquimbo y planificar espacialmente la conservación marina en ambas regiones y lograr acuerdos en materia de gobernanza.

g) Buscar fuentes de financiamiento a través de los Gobiernos locales.

ANEXO. Importancia ecológica sector marítimo La Higuera-Isla Chañaral

El área costera entre Caleta Hornos (por el sur) y Caleta Chañaral de Aceituno (por el norte), es de los más productivos de las regiones de Atacama y Coquimbo debido al foco de surgencia en el sector que lleva a la superficie del mar aguas profundas frías y ricas en nutrientes (Figueroa & Moffat 2000). La circulación de corrientes predominantes tendría como consecuencia la llegada de masas de agua con gran cantidad de larvas del sur, las cuales además son retenidas en estas zonas a través de procesos locales, donde los sistemas de islas son fundamentales (Gaymer et al. 2007). Las condiciones oceanográficas del área y su alta productividad se traducen en grandes reclutamientos de varios organismos de la trama trófica, incluyendo locos y otros recursos pesqueros como lapas, crustáceos y peces.

Es una zona con una gran cantidad de especies endémicas, es una zona "hotspots" o Punto Caliente de Biodiversidad, se han identificado solo 25 de ellas en el mundo. Globalmente ha sido definido como uno de los 10 grandes ecosistemas marinos con alta prioridad para ser protegidos en el mundo.

El borde costero de esta zona y su archipiélago de islas e islotes albergan, una importante cantidad de especies con 187 especies macro bentónicas, 122 especies de aves, 21 especies de mamíferos marinos y 68 especies de peces.

Es una de las tres zonas más importantes de afloramiento o surgencia en el centro–norte de Chile, resultando en aguas altamente productivas de fitoplancton y de zooplancton. Esta producción biológica se traduce en grandes poblaciones de peces (anchovetas, sardinas) y crustáceos (krill) que son el alimento de las poblaciones de pingüinos de Humboldt, delfines y ballenas que frecuentan o residen en el área.

La mayor población de pingüinos de Humboldt reside en el archipiélago que se encuentra frente a las costas de la Higuera y Freirina, en un sistema formado por ocho islas en las proximidades de los centros de afloramiento del Sistema de la Corriente de Humboldt (Quispe et al., 2020). Se estima que el archipiélago de Humboldt puede albergar aproximadamente el 80% de la población total de pingüinos de Humboldt (Mattern et al.2004, Wallace & Araya 2015). Sólo la isla Tilgo, que es la isla más cercana a la costa en el archipiélago de Humboldt, la que no está bajo ninguna figura de protección, tiene una colonia reproductora de 2000 pingüinos (Vianna et al., 2014).

Figuras de protección existentes y propuestas

En la región de Atacama en el sector costero de Freirina existen dos áreas protegidas, la Reserva Marina Isla Chañaral dependiente de la administración del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura y la Isla Chañaral como parte de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, dependiente de la administración de la Corporación Nacional Forestal (Fig. 3).

a) Reserva Marina Isla Chañaral, Está ubicada en la comuna de Freirina, provincia de Huasco. Esta reserva, es un área de anidación y protección del pingüino de Humboldt y área de protección de poblaciones residentes de delfines nariz de botella). Además, es un corredor biológico de ballenas y se constituye como un área de reproducción, asentamiento y exportación de larvas de moluscos de importancia económica, como los locos y las lapas. Fue decretada el año 2005 y protege una superficie de 2.695,63 ha.

Por su parte en la región de Coquimbo las condiciones biológicas y territoriales del lugar generan un enorme potencial para la conservación y desarrollo de actividades sustentables, por lo que, y según lo establece la Estrategia Regional de Biodiversidad, los esfuerzos de conservación se han centrado en esta zona, contando con un sistema de áreas protegidas, que incluye a:

b) Reserva Marina Islas Choros-Damas, declarada el año 2005, con una extensión de 3.863 ha, y que alberga a especies como el Delfín Nariz de Botella, Ballena Fin y Chungungo. Está ubicada en la comuna de La Higuera, provincia de Elqui. Su importancia radica en la necesidad de conservar la estructura de las comunidades marinas costeras de las Islas Choros y Damas, su valor ambiental, y las poblaciones de recursos hidrobiológicos de interés para la pesca artesanal con el objeto de potenciar las áreas de manejo y la explotación de los recursos bentónicos locales (Fig.3).

c) Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, declarada en 1990, la cual protege 859,3 hectáreas de la parte terrestre de las islas. La unidad Pingüino de Humboldt está en territorios geográficos de la Región de Atacama, provincia del Huasco, comuna de Freirina, y de la Región de Coquimbo, provincia del Elqui, comuna de La Higuera. La componen tres islas: Chañaral, la más grande, en la Región de Atacama, e islas Choros y Damas, pertenecientes a la Región de Coquimbo. Sólo en esta última se puede desembarcar. La unidad destaca por la protección de las especies de fauna como el chungungo, lobo de un pelo, el pingüino de Humboldt, delfines nariz de botella y la presencia esporádica de ballenas y cachalotes. En lo que a flora se refiere, existen 59 especies de plantas vasculares entre las que destacan añañucas amarillas, lirios, cactus (Eulichnia acida), entre otros (Fig. 3).

Además del Bien Nacional Protegido Isla Gaviota y Dos sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad: “Punta Teatinos-Caleta Hornos/ sector costero al Norte de La Serena”, que abarca alrededor de 12.000 hectáreas terrestres, y “Reserva Marina Isla Choro-Damas” con 2.000 hectáreas terrestres en las islas (Choros, Damas y Gaviota) y en el borde costero entre Punta Zorro y Bahía Choros.

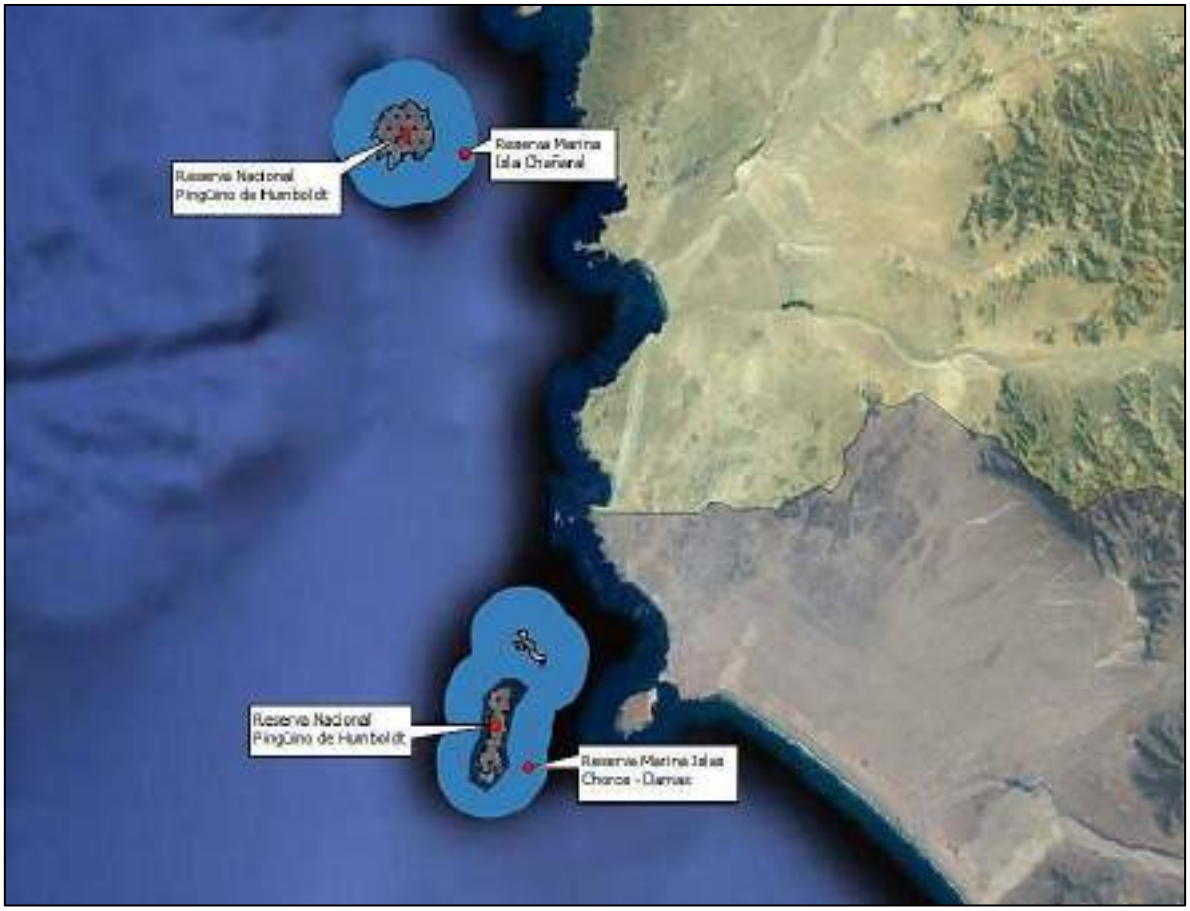


Figura Nº 3 Mapa donde se muestran las Reservas Marinas y Reservas Nacionales del territorio marítimo de la comuna de Freirina en Atacama y la comuna de La Higuera en Coquimbo.

Definiciones legales

Reservas Marinas: Áreas de resguardo de los recursos hidrobiológicos con el objeto de proteger zonas de reproducción, caladeros de pesca y áreas de repoblamiento por manejo. Las Reservas Marinas están establecidas en - En el D.S. N° 430, de 1991, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, - En la Ley General de Pesca y Acuicultura - En el D.S. N° 238, de 2004, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Reglamento de Parques Marinos y Reservas Marinas. En consecuencia, esta categoría de protección tiene una consagración jurídica formal, de rango legal. Desde la Ley Nº 20.417 (2010), el Ministerio de Medio Ambiente supervigila y el órgano administrador de esta categoría de protección es el Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA), dependiente del Ministerio de Economía y eran regidas por la Ley General de Pesca (Nº 18.892 de 1989). Son restrictivas para actividades pesqueras.

Reserva Nacional: Las regiones establecidas para la conservación y utilización, bajo vigilancia oficial, de las riquezas naturales en las cuales se dará a la flora y la fauna toda protección que sea compatible con los fines para los que son creadas estas reservas. Las Reservas Nacionales están establecidas en: - El D.S. N° 531, de 1967, del Ministerio de Relaciones Exteriores, que aprobó la Convención para la Protección de la Flora, Fauna y Bellezas Escénicas Naturales de los Países de

América (Convención de Washington de 1940) - En la Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente. En consecuencia, esta categoría de protección tiene una consagración jurídica formal, de rango legal. Desde la Ley Nº 20.417 (2010), el Ministerio de Medio Ambiente ejerce la supervigilancia del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado. Actualmente están administradas por Corporación Nacional Forestal (CONAF), dependiente del Ministerio de Agricultura.

Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU): Un AMCP-MU es una herramienta de gestión ambiental y territorial eficiente para entregar protección y fomentar el desarrollo de actividades económicas de bajo impacto al medio ambiente. En estas áreas de protección oficial, se regulan los distintos usos que se dan en la zona declarada, permitiendo solo el desarrollo de actividades compatibles con la conservación, es decir, aquellas que no provoquen grandes impactos sobre los ecosistemas o las especies, como la pesca artesanal, la extracción de recursos bentónicos, el turismo sustentable y la agricultura. Además fomentan la Investigación científica, la difusión y educación ambiental y por último la participación ciudadana a través de las gobernanzas participativas en Consejos de Gestión Local, al amparo de un instrumento de gestión rector como lo es el Plan de Manejo.

Fecha: 06-10-2021

GRS/DFA/APV/RCG/rcg

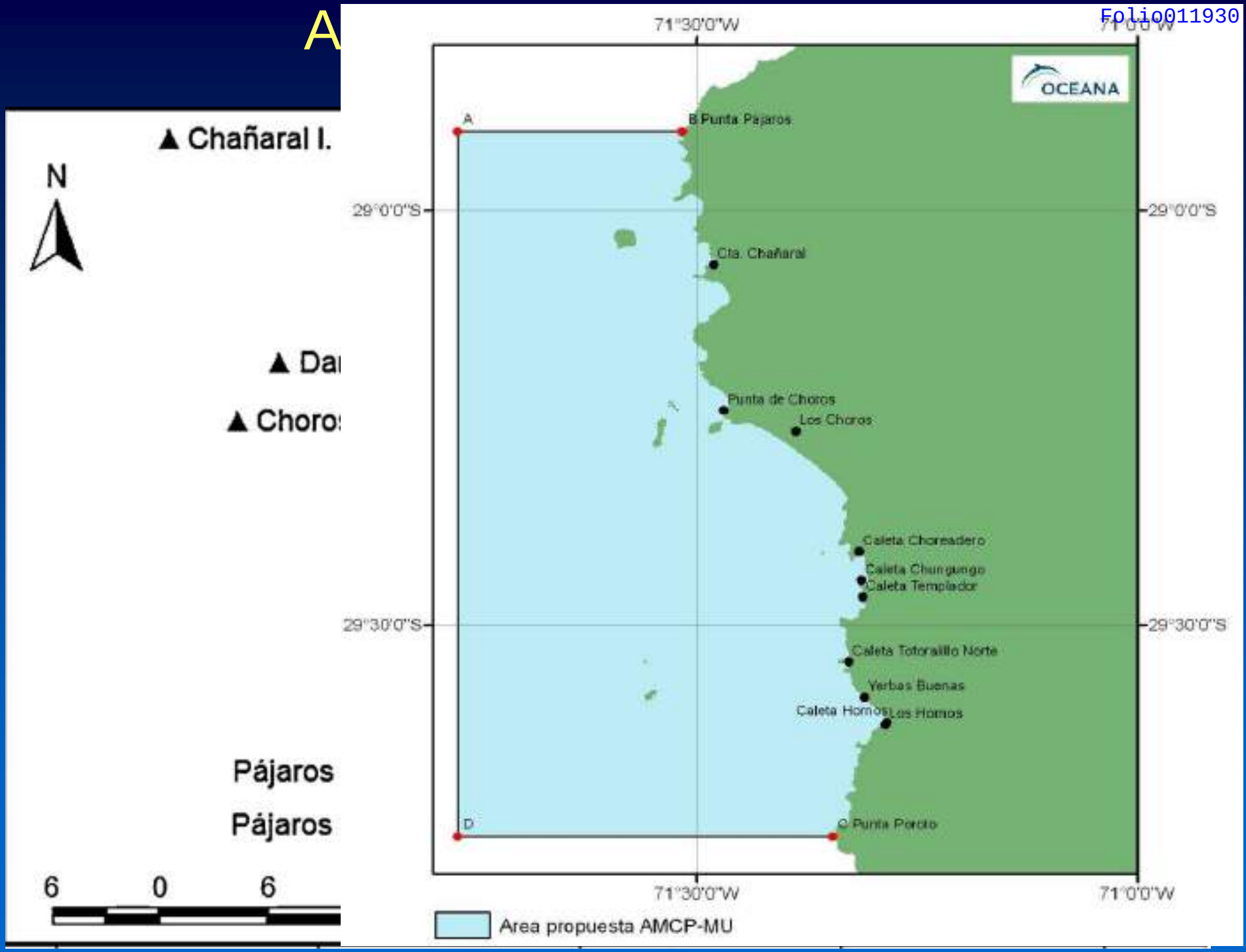
Fundamentos científicos propuesta AMCP-MU Archipiélago de Humboldt

Gaymer CF, Arancio G, Buchan S, Dewitte B, Gonzalez JE, Gorny M, Luna-Jorquera G, Mujica A, Muñoz P, Olavarría C, Perez-Álvarez MJ, Petit-Vega I, Ramos M, Rivadeneira MM, Santos M, Sellanes J, Sepulveda M, Stotz W, Thiel M, Yannicelli B, Zuleta C

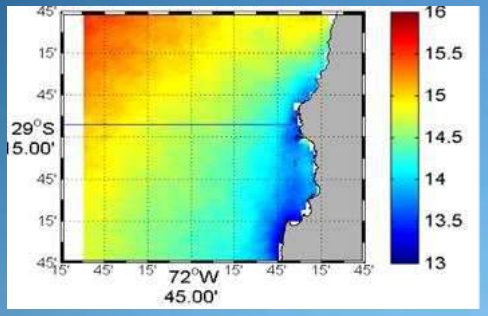
Comité técnico AMCP-MU AH

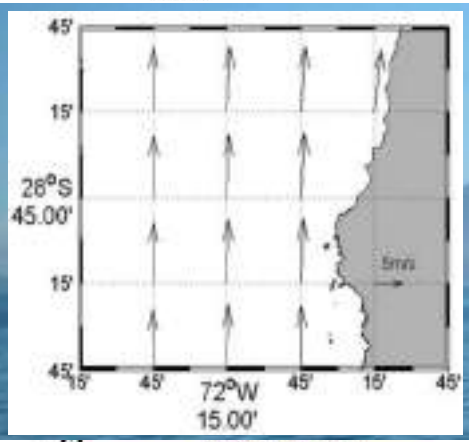
2 noviembre 2022

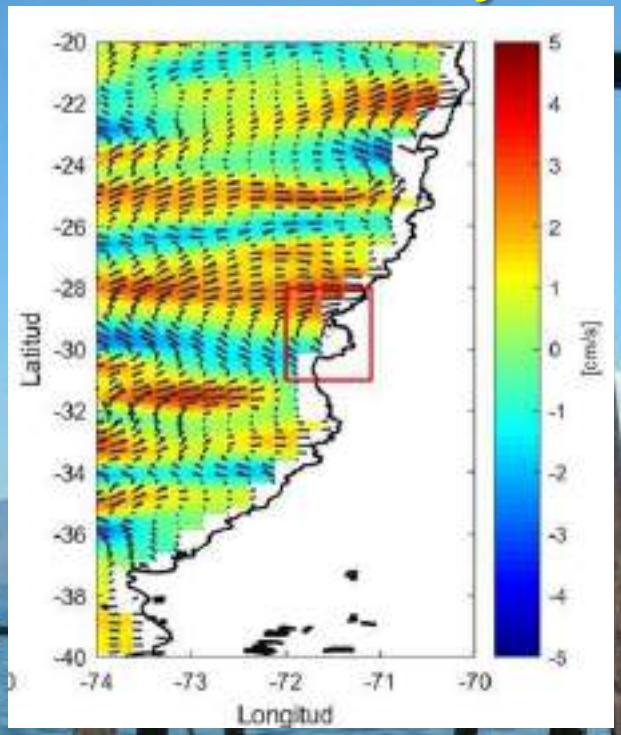
A

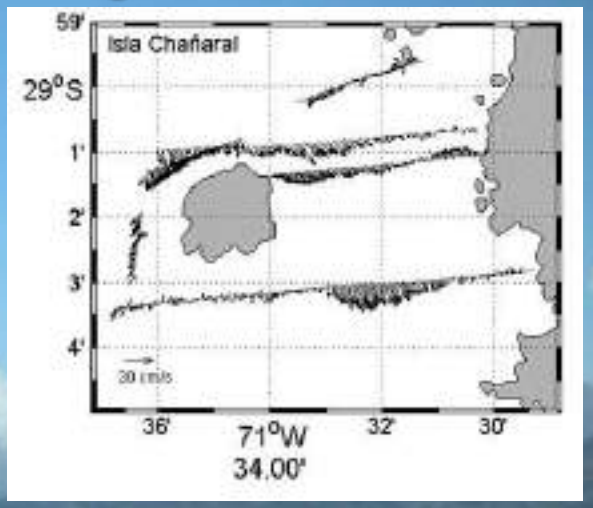

▲ Chañaral I.
N
▲ Dar
▲ Choros
Pájaros
Pájaros
6 0 6
71°30'0"W
71°0'0"W
OCEANA
A
B Punta Pajaros
29°0'0"S
Cta. Chañaral
Punta de Choros
Los Choros
Caleta Choreadero
Caleta Churgungo
Caleta Templador
29°30'0"S
Caleta Totoralillo Norte
Yerbas Buenas
Caleta Hornos
Los Hornos
D
C Punta Porotio
Area propuesta AMCP-MU

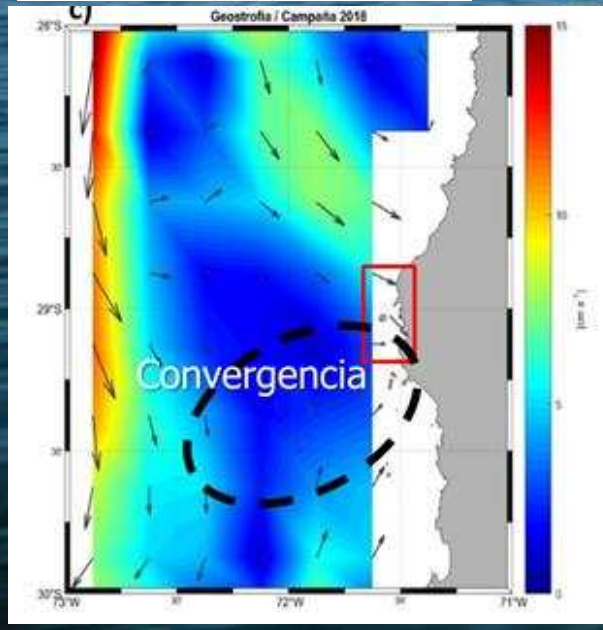
Antecedentes cilmaticos y oceanográficos

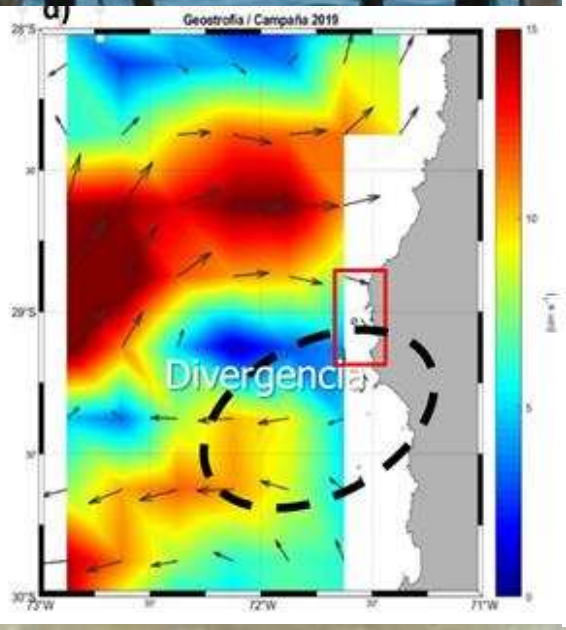


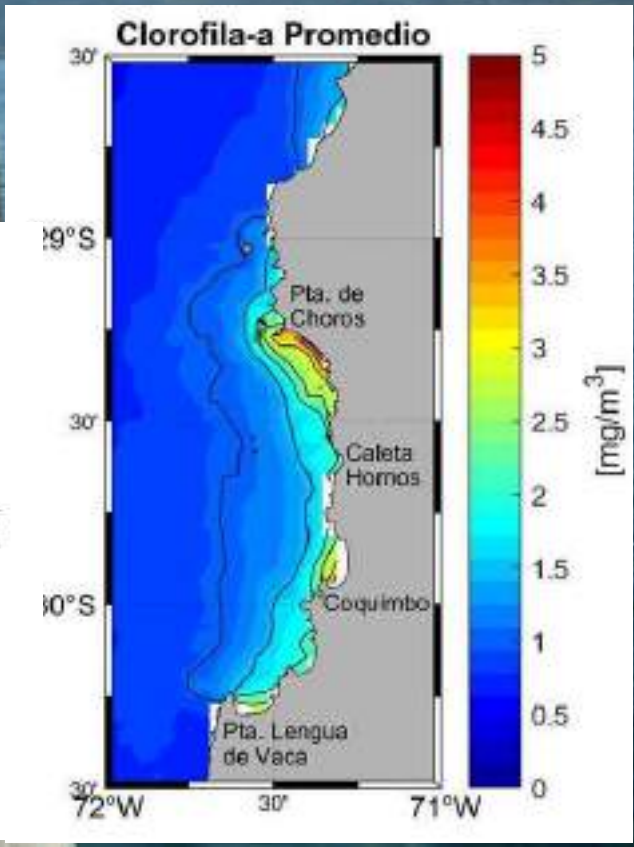






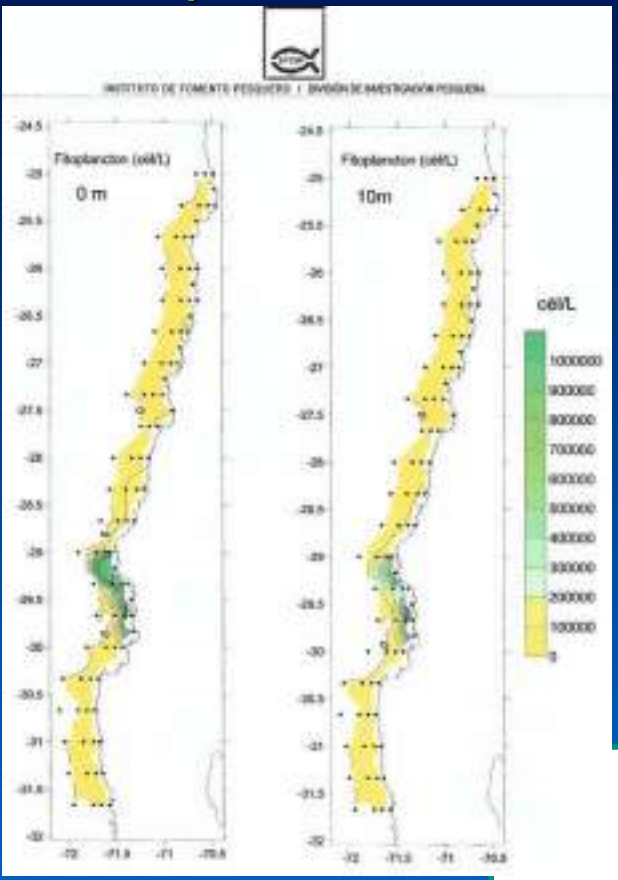




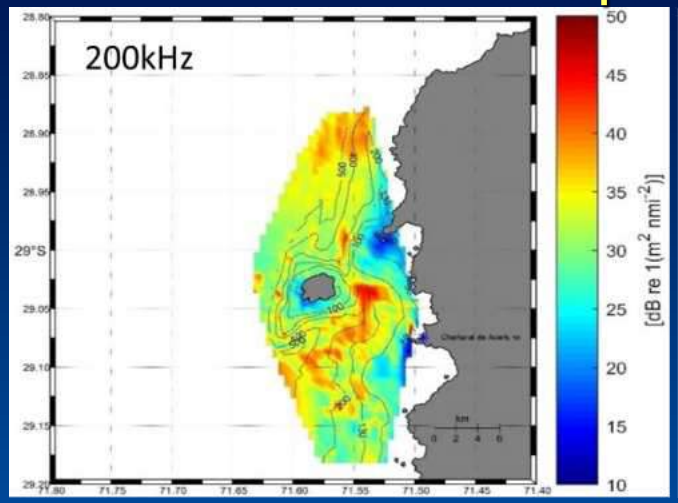


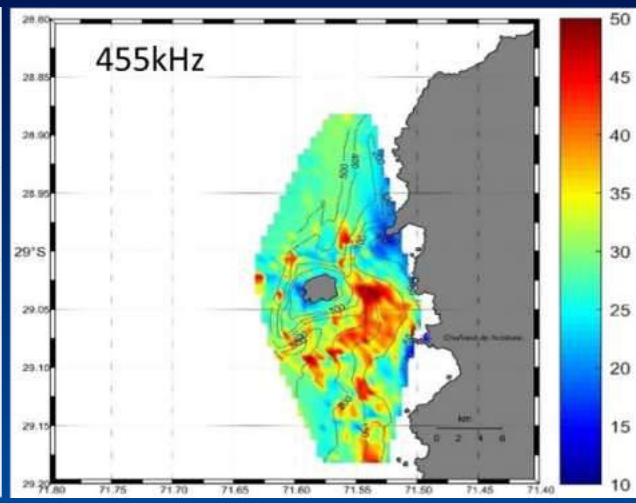
Productividad primaria y secundaria

Fitoplancton

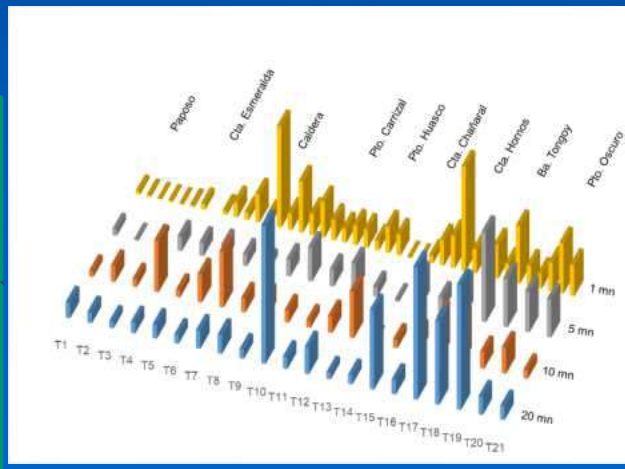


Zooplankton

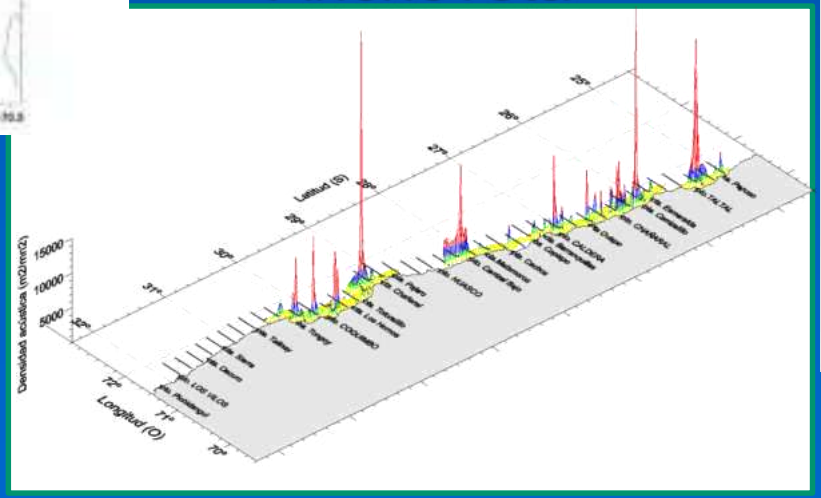




Krill



Anchoveta



Biodiversidad Marina













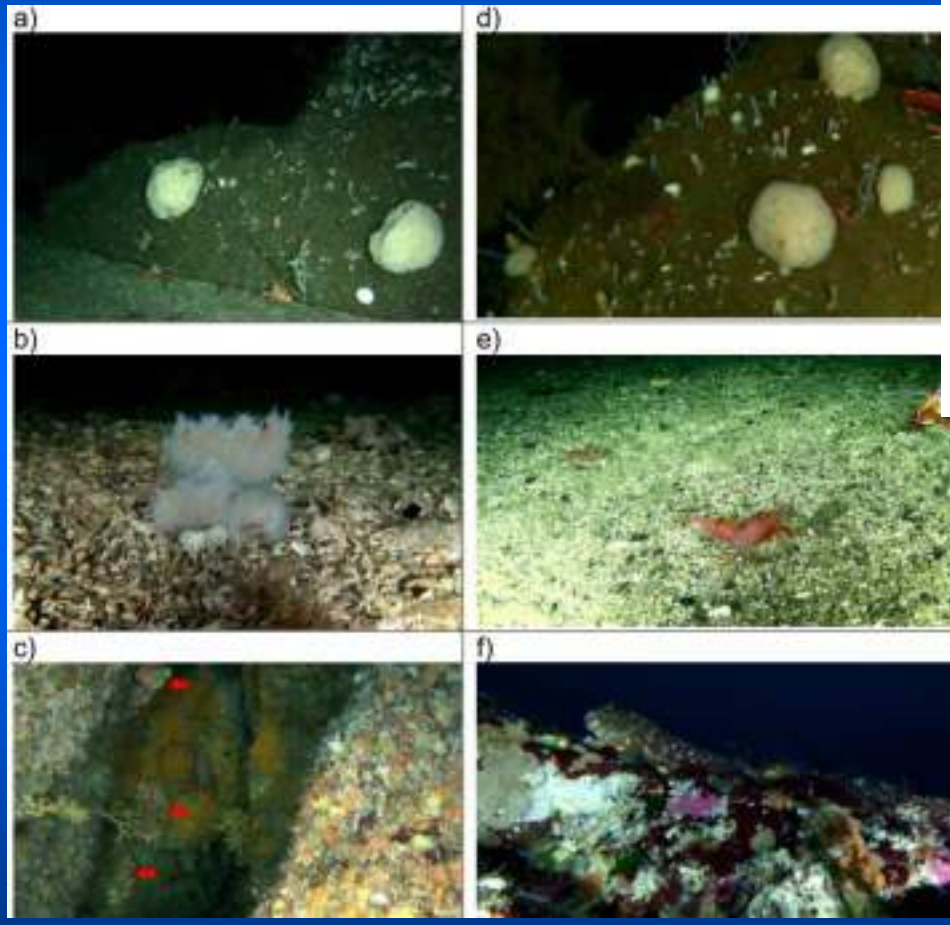


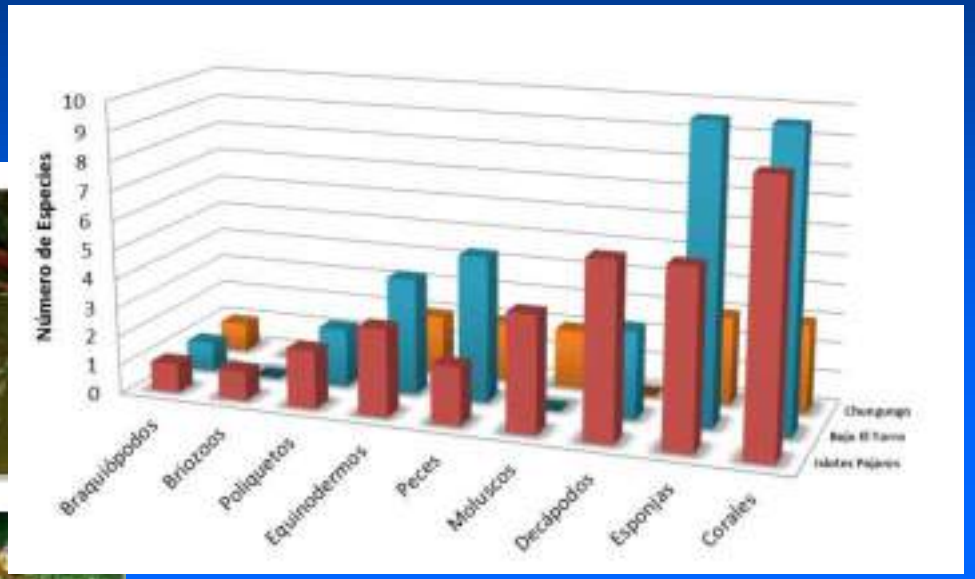


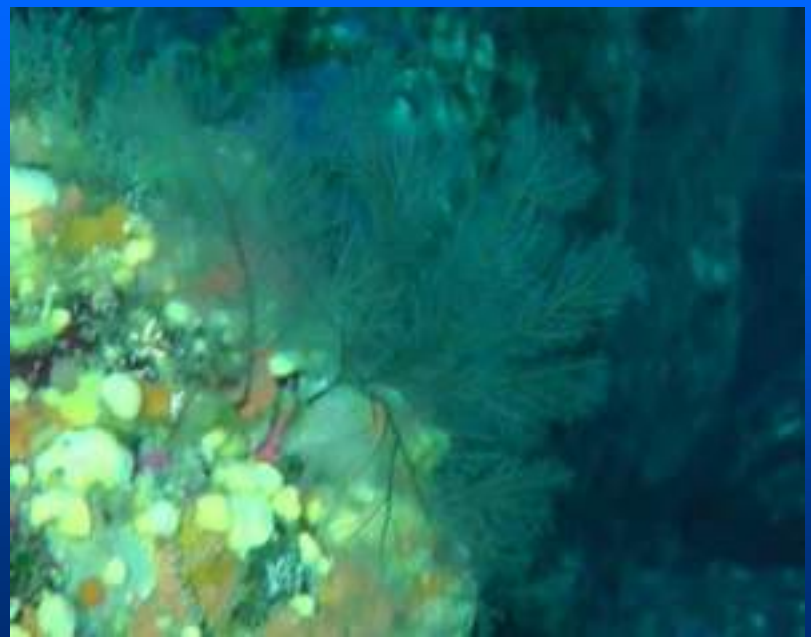


Biodiversidad Marina

Bentos somero y profundo







Folio011935

Biodiversidad Marina

Peces

40 oseos y 21 cartilaginosos

Nombre científico	Clase	Familia	Nombre común	Estado de Conservación
Acanthistius pictus	*Actinopterygii*	Serranidae	Vieja colorada	LC
Aplodactylus punctatus	*Actinopterygii*	Aplodactylidae	Jerguilla	Sin evaluación
Auchenionchus microcirrhis	*Actinopterygii*	Labrisomidae	Chalaco	LC
Cheilodactylus variegatus	*Actinopterygii*	Cheilodactylidae	Bilagay	Sin evaluación
Chromis crusma	*Actinopterygii*	Pomacentridae	Burrito	LC
Cilus gilberti	*Actinopterygii*	Sciaenidae	Corvina	DD
Congiopodus peruvianus	*Actinopterygii*	Congiopodidae	Pez chanchito	LC

Biodiversidad Marina

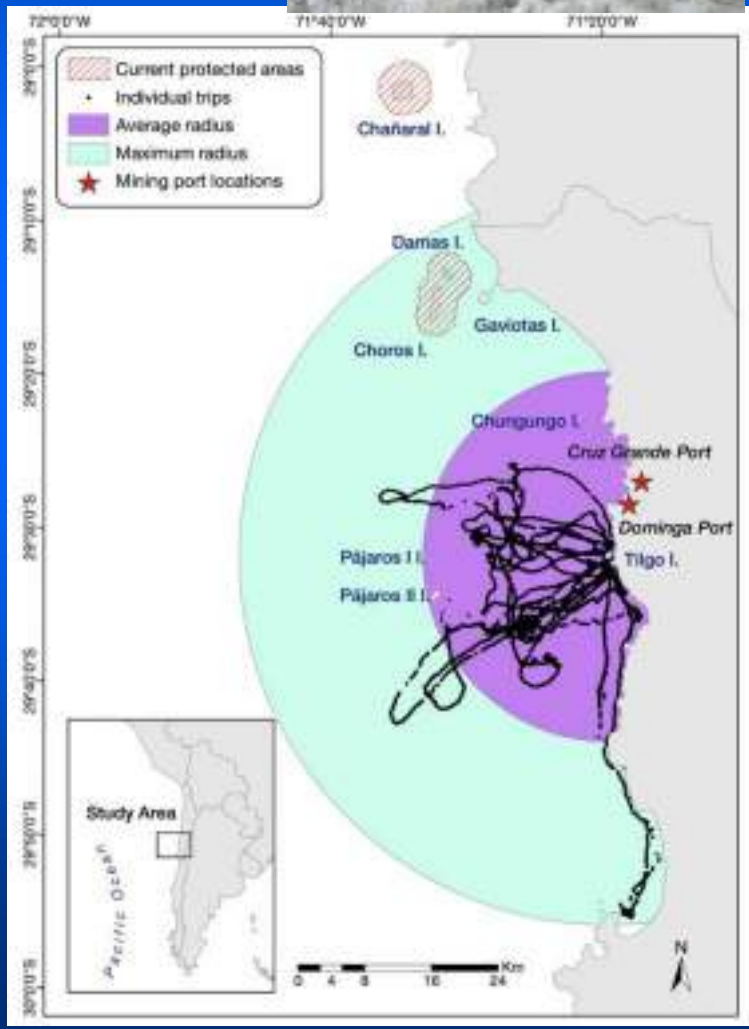
Aves marinas





49 especies
9 nidificantes

Especie	Nombre común	Isla	Estado de conservación UICN
Aves marinas que nidifican en el Archipiélago de Humboldt			
Larosterna inca	Gaviotín monja	Cho	Casi amenazada
Larus dominicanus	Gaviota dominicana	Cho; Paj 1; Paj 2; Cha; Chun; Til; Da	Preocupación menor
Phalacrocorax bougainvillorum	Guanay	Cho; Paj 2	Casi amenazada
Phalacrocorax brasilianus	Yeco	Cho; Paj 1; Cha; Coq	Preocupación menor
Phalacrocorax gaimardi	Lile	Cho; Paj 1; Cha; Chun	Casi amenazada
Sula variegata	Piquero	Cho; Paj 1; Paj 2; Cha	Preocupación menor
Oceanites gracilis	Golondrina de mar chica	Chun	Datos insuficientes
Pelecanoides garnotii	Yunco	Cho; Paj 2	Casi amenazada
Spheniscus humboldti	Pingüino de Humboldt	Cho; Paj 1; Cha; Chun; Til; Da	Vulnerable
Aves marinas que no nidifican en el Archipiélago de Humboldt			
Larus belcheri	Gaviota peruana		Preocupación menor
Chroicocephalus maculipennis	Gaviota Cáhuil		Preocupación menor



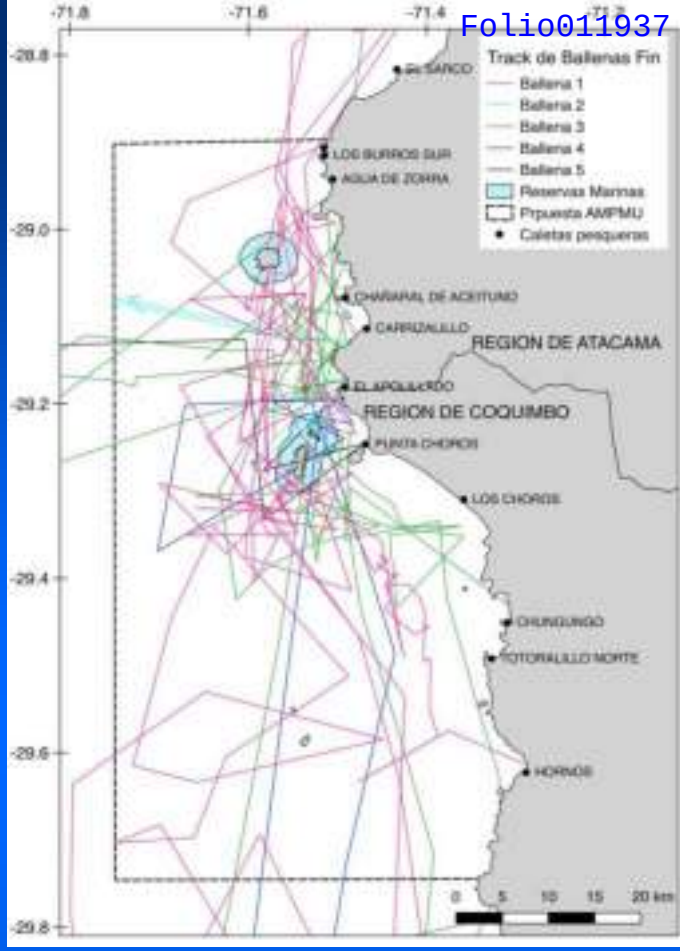
Biodiversidad Marina

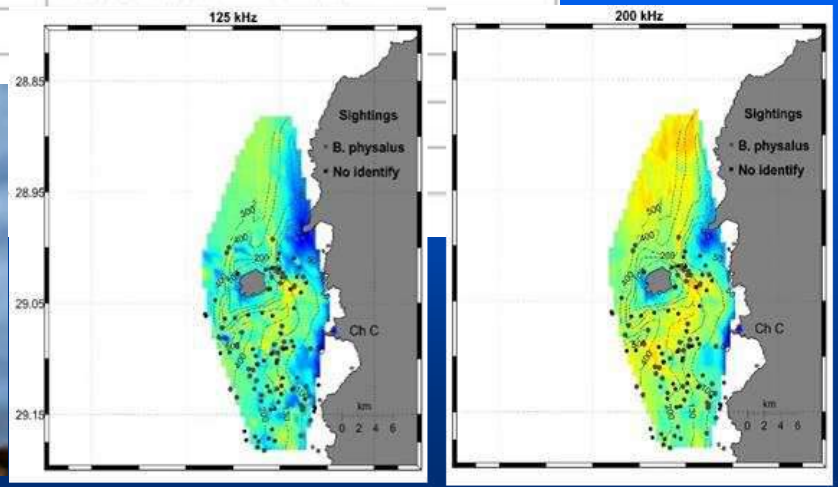
Mamíferos marinos

18 especies

Especie	Estado de conservación	Nombre vernacular
MAMIFEROS MARINOS		
Balaenoptera musculus	EN	ballena azul
Balaenoptera physalus	CR	ballena de aleta
Balaenoptera bonaerensis	LC	ballena minke
Megaptera novaeangliae	VU	ballena jorobada
Physeter macrocephalus	VU	cachalote
Lagenorhynchus obscurus	LC	delfin oscuro
Delphinus delphis	LC	delfin común
Tursiops truncatus (población residente)	EN	delfin nariz de botella
Tursiops truncatus (transeúntes/ no residentes)	LC	delfin nariz de botella
Orcinus orca	DD	orca
Pseudorca crassidens	DD	orca falsa
Globicephala sp.	DD	
Grampus griseus	LC	







Folio011937

Biodiversidad terrestre

















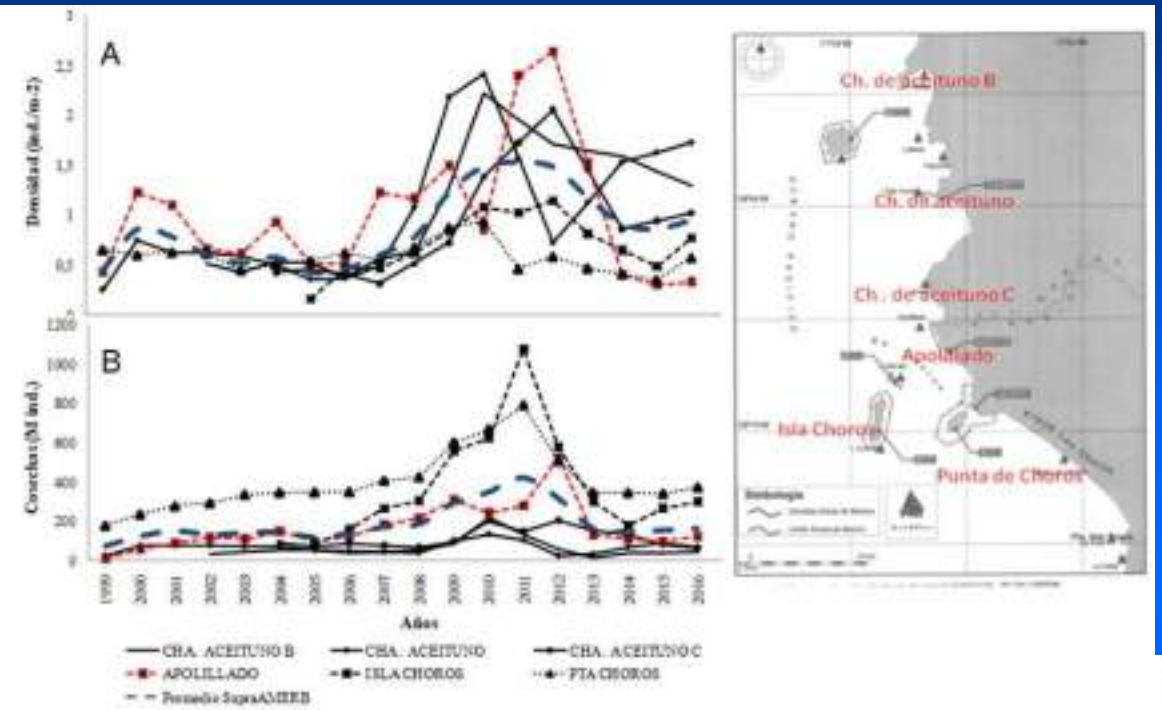


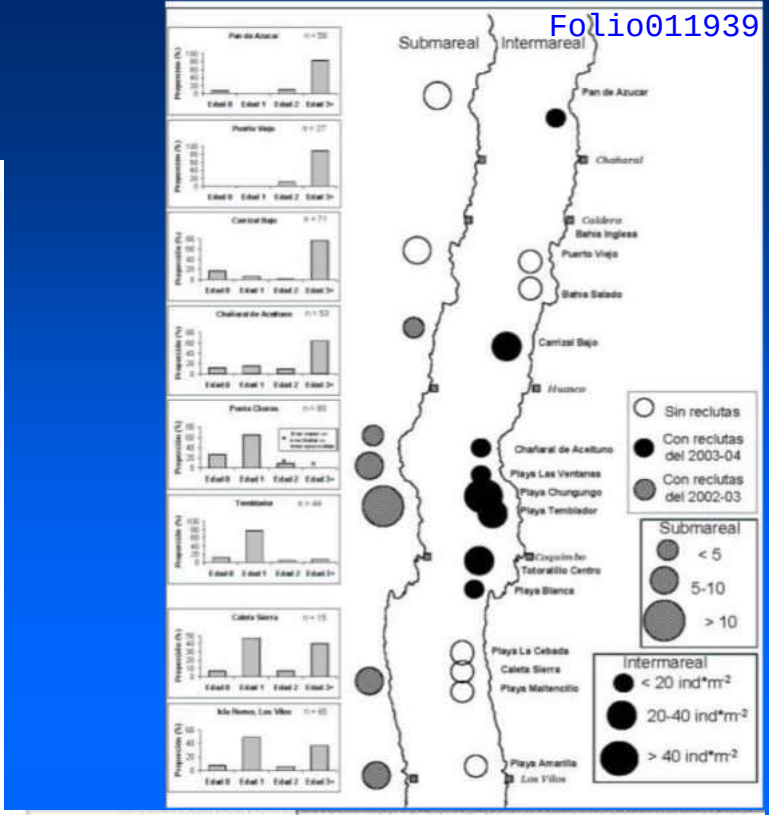


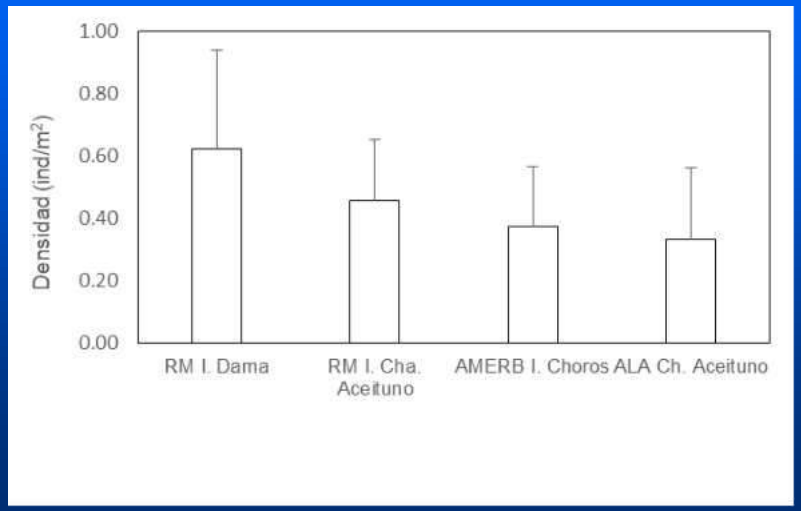
- Endemismo alto
- En peligro y amenazadas

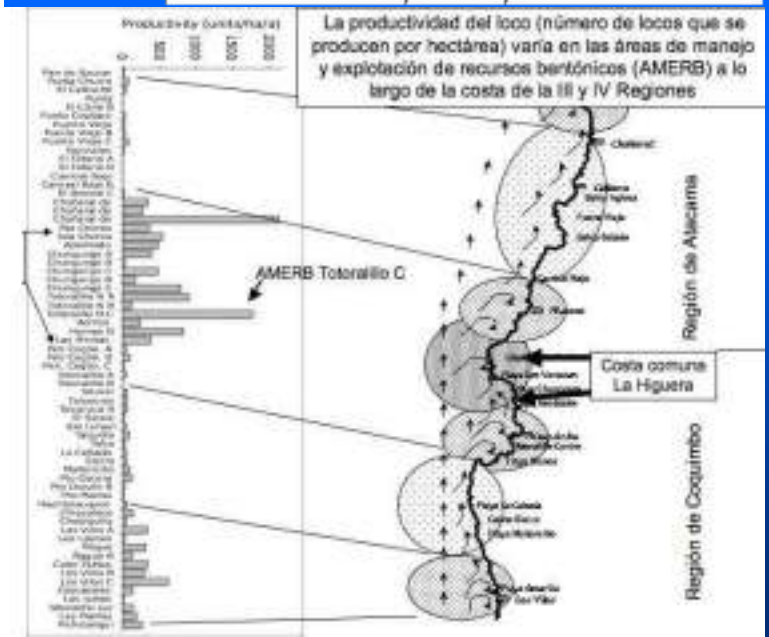
Antecedentes pesqueros

Folio011939





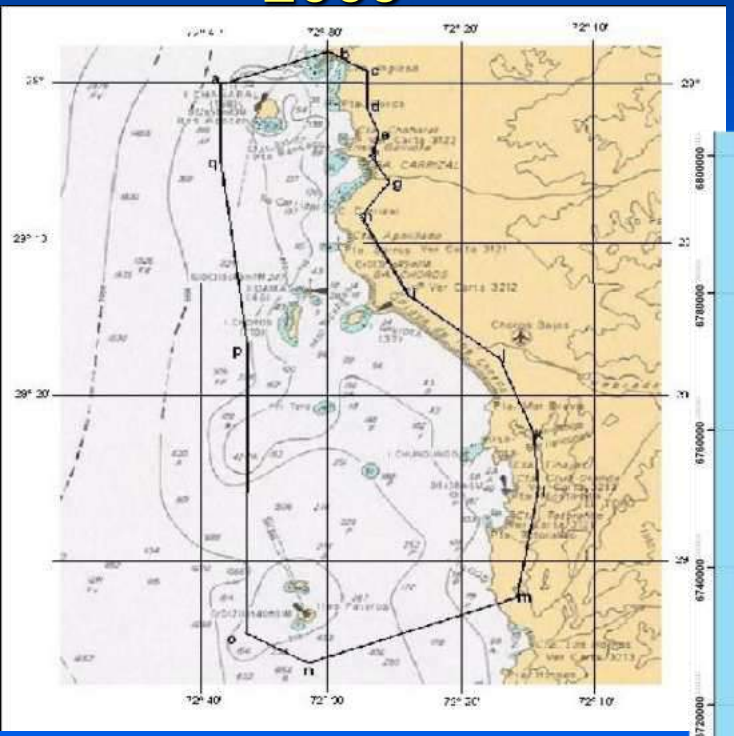




Folio011940

Antecedentes para la conservación del área

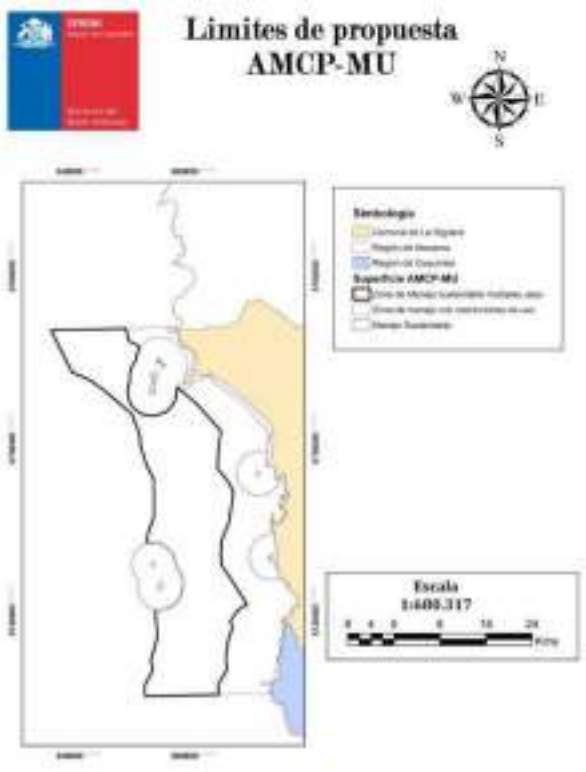
2009



2010

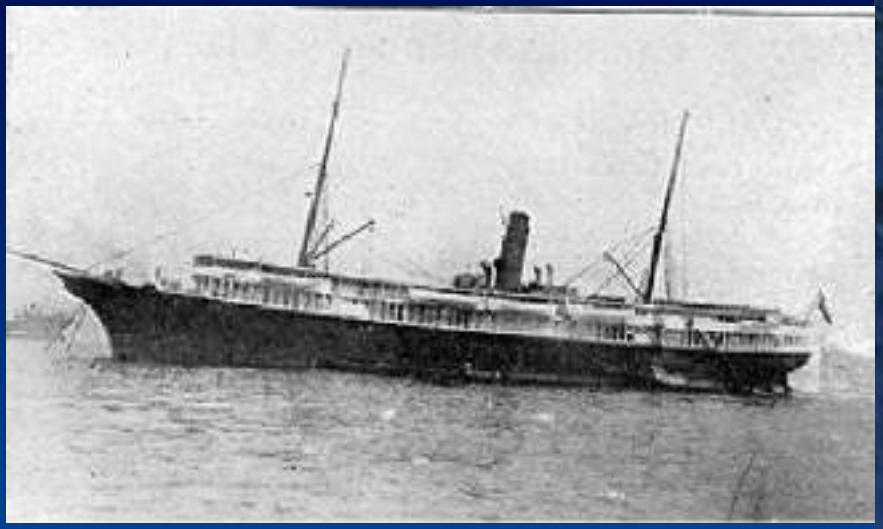


2018



Antecedentes paleontológicos y arqueológicos

Folio011941



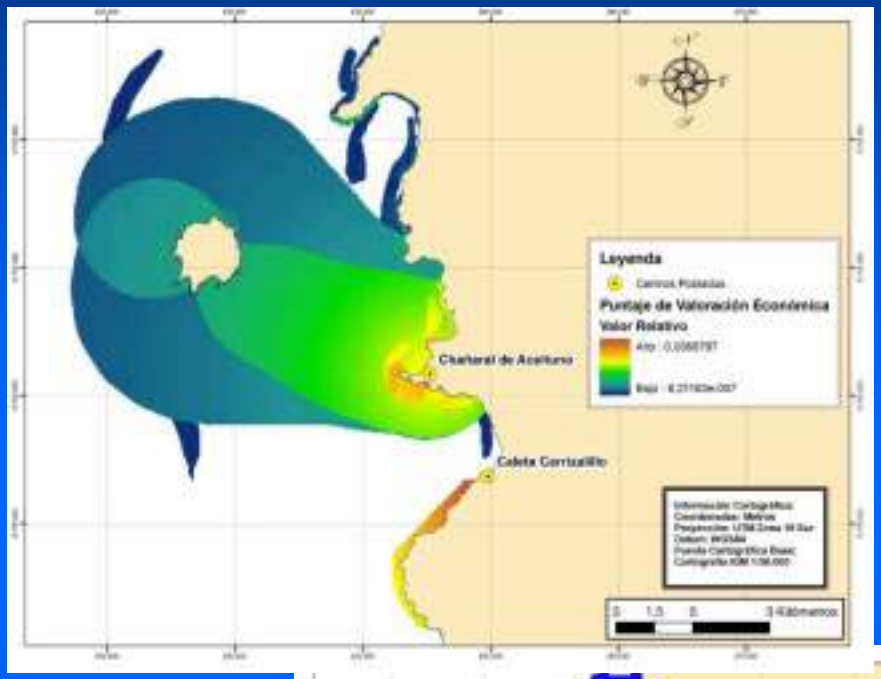


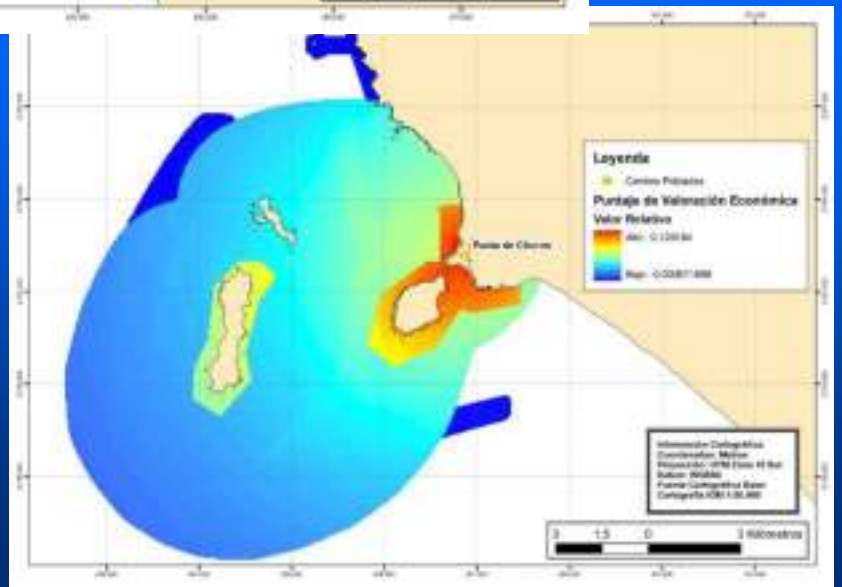




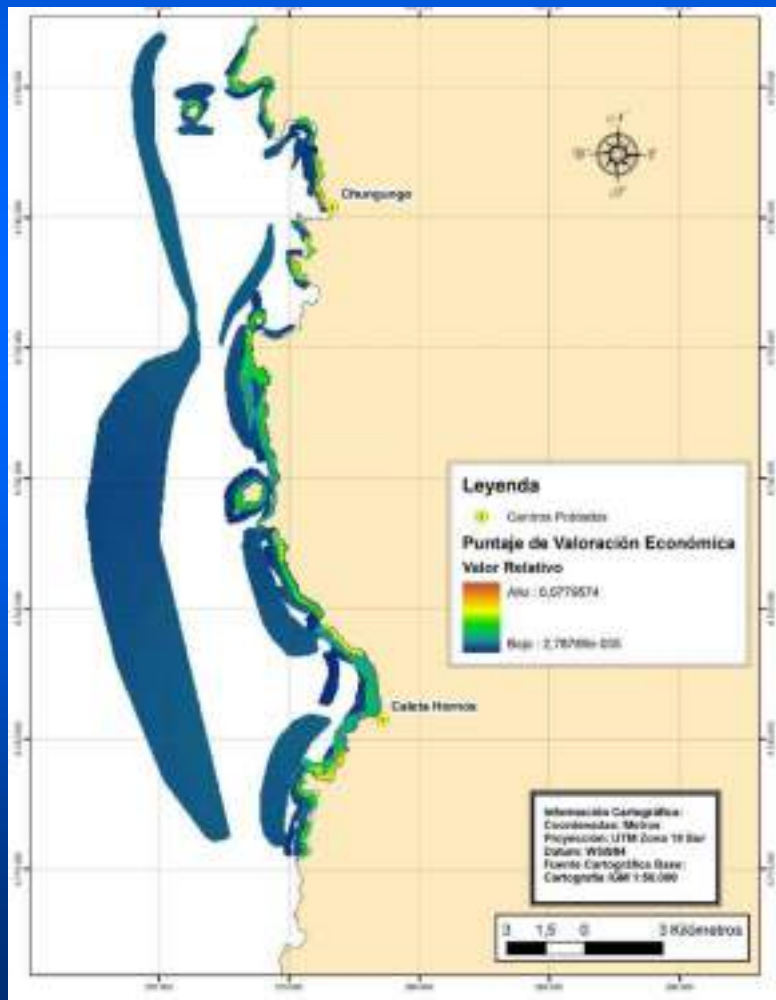
En rojo zonas de alto potencial paleontológico (fosilífera, i.e. con presencia de fósiles). En amarillo zonas de potencial medio (susceptible, i.e. con posible presencial de fósiles). *(Consejo de Monumentos Nacionales)*

Valoración de los servicios ecosistémicos del Archipiélago

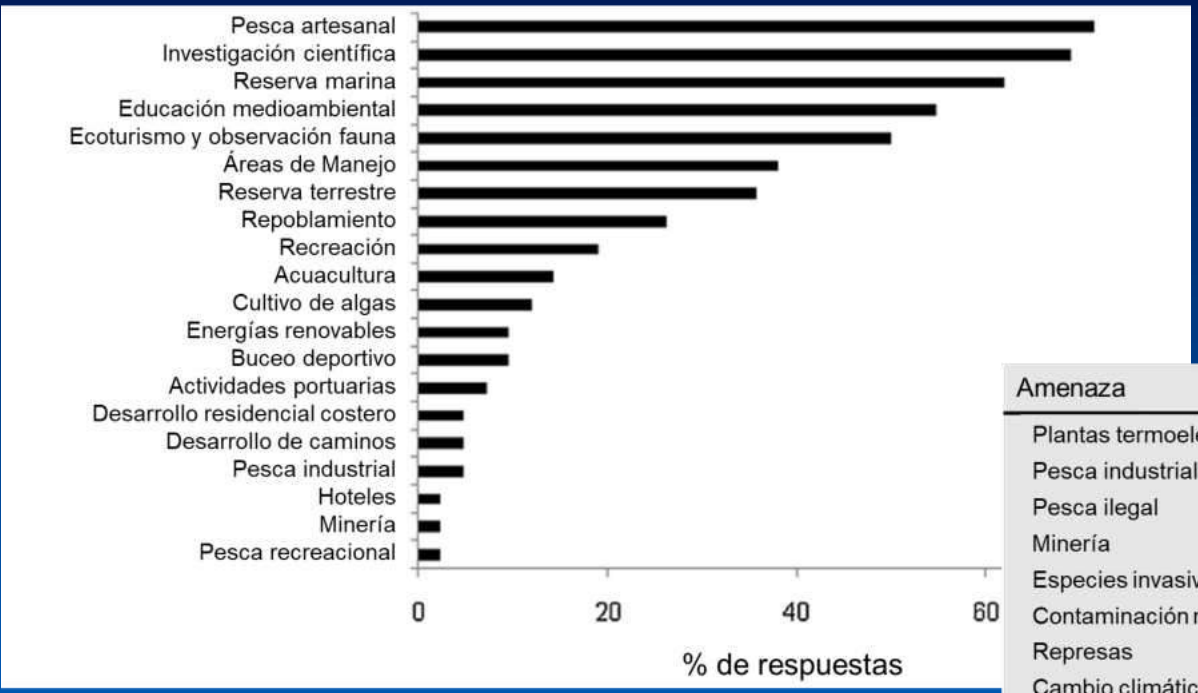




$1.779.579.100.000 total



La La visión de las comunidades costeras sobre su territorio



Amenaza	Promedio ± SE
Plantas termoeléctricas	6.1 ± 0.24
Pesca industrial	6.1 ± 0.19
Pesca ilegal	6.0 ± 0.16
Minería	6.0 ± 0.22
Especies invasivas	5.8 ± 0.18
Contaminación marina	5.8 ± 0.19
Represas	5.5 ± 0.23
Cambio climático	5.4 ± 0.20
Cosecha de algas	5.3 ± 0.21
Desarrollo residencial costero	5.2 ± 0.20
Puertos	5.0 ± 0.24
Eventos El Niño	4.6 ± 0.23
Tráfico marítimo	4.3 ± 0.22
Erosión costera	4.1 ± 0.20
Desarrollo de instalaciones turísticas	4.1 ± 0.20
Ecoturismo	3.7 ± 0.23
Pesca artesanal	3.6 ± 0.25
Agricultura	3.4 ± 0.27
Acuicultura	3.3 ± 0.24
Pesca recreativa	2.8 ± 0.18
Investigación científica	1.5 ± 0.12
Áreas protegidas	1.4 ± 0.12

Available online at www.sciencedirect.com
ScienceDirect
journal homepage: www.elsevier.com/locate/envsci
ELSEVIER

Using stakeholders' perspective of ecosystem services and biodiversity features to plan a marine protected area

P. Francisco Cárcamo[a,b], Rosa Garay-Flühmann[c], Francisco A. Squeo[d,f], Carlos F. Gaymer[e,f,g,*]

Amenazas a la biodiversidad



- Colisiones
- Ruido
- Luminarias
- Pesca no regulada e ilegal
- Pesca incidental
- Destrucción de hábitats
- Pesca de arrastre
- Basura marina






Gracias

Folio011946

PROYECTO FIPA 2018-43

DETERMINACION DEL ESTADO POBLACIONAL EN LAS RESERVAS MARINAS ISLA CHAÑARAL E ISLAS CHOROS Y DAMAS, DE LAS ESPECIES DELFIN NARIZ DE BOTELLA, CHUNGUNGO, PINGÜINO DE HUMBOLDT Y CETACEOS



INFORME FINAL

Institución Ejecutora: Universidad de Valparaíso

DICIEMBRE 2020

Directora: Maritza Sepúlveda
Co-director: Guillermo Luna
Investigadores principales: Macarena Santos
Guido Pavez
María José Pérez-Alvarez
Carlos Olavarría
Claudia Fernández
Claudia Hernández
Alfredo Ardiles
Paola Hernández
Fernanda Barilari
David López
Marcelo Flores
Colaboradores: Giselle Alosilla
Franco Ferreira
María Jesús Herrera
Gustavo Peña
Ignacio Vergara

Este documento debe ser citado como:
Sepúlveda, M., Santos-Carvallo, M., Pavez, G., Pérez-Álvarez, M.J., Olavarría, C., Fernández, C., Hernández, C., Ardiles, A., Hernández, P., Barilari, F., López, D. Flores, M. & Luna, G. 2020. Determinación del estado poblacional en las Reservas Marinas isla Chañaral e islas Choros y Damas, de las especies delfín nariz de botella, chungungo, pingüino de Humboldt y cetáceos. Informe Final Proyecto FIPA 2018-43, 343 pp + Anexos.

1. CONTENIDO DEL INFORME

El presente Informe Final da cuenta de los resultados completos obtenidos en el marco de los Objetivos Específicos 1 al 5 del proyecto. El grado de cumplimiento de cada uno de estos objetivos ha seguido lo estipulado en la Carta Gantt de la propuesta original del proyecto.

Tal como fue solicitado en las Bases Técnicas, este informe considera la Metodología, Resultados, Discusión y Conclusiones de cada objetivo.

2. RESUMEN EJECUTIVO

Para el cumplimiento del Objetivo Específico 1, El presente estudio reporta la presencia de delfines nariz de botella (*Tursiops truncatus*) residentes y no residentes en el área estudio, así como la presencia de otros cetáceos. Dentro de los delfines residentes se identifican delfines históricos (10 individuos) que conformarían el grupo residente presente en la Reserva Marina Isla Chañaral (RMIC). Se sugiere una preferencia de los delfines residentes por la zona suroeste (expuesta) de Isla Chañaral, denominada La Erizada, basado principalmente en la mayor frecuencia de avistamiento de los delfines en esa área y del mayor registro de variedad de conductas observadas. Adicionalmente, se da cuenta de un grupo de delfines nariz de botella compuesto por dos delfines residentes históricos y delfines no previamente identificados en la Reserva Marina Isla Choros-Damas (RMICD). Se avistaron seis grupos de delfines nariz de botella no residentes, cinco de los cuales estaban conformados por menos de 20 individuos y un grupo de mayor tamaño conformado por 80 individuos, dentro del cual se registró la presencia de crías. Se identificaron mediante foto-identificación 61 individuos no residentes. Los delfines no residentes fueron principalmente avistados al norte de la RMICD y el comportamiento registrado con mayor frecuencia para esta categoría fue el de desplazamiento. Adicionalmente, se registró la presencia de delfín oscuro, *Lagenorhynchus obscurus*, cachalote, *Physeter macrocephalus*, calderón gris, *Grampus griseus* y ballena fin, *Balaenoptera physalus*, en el área de estudio. En cuanto al tamaño grupal de las especies avistadas, estas se caracterizaron por agrupaciones pequeñas (*P. macrocephalus* un ind, *G. griseus* cuatro a cinco inds, *B. physalus* uno a cuatro inds) y agrupaciones grandes (>200 individuos, *L. obscurus).* Se identificaron 17 individuos de ballena fin en el área de estudio (considerando ambas Reservas Marinas). El comportamiento registrado con mayor frecuencia para esta especie fue el de alimentación. Al comparar individuos identificados de ballena fin con catálogos históricos se encuentran tres individuos que han retornado al área con al menos cinco, 10 y 13 años de diferencia, respectivamente. Se confeccionó un catálogo de identificación de delfines residentes, no residentes y de individuos de ballena fin registrados en la zona durante el período de estudio los cuales servirán para futuras comparaciones espaciales y temporales de presencia de individuos.

En el caso de chungungos (*Lontra felina*), a través de una campaña prospectiva se constató directa e indirectamente la presencia de 83 chungungos en el borde costero de las tres islas, de los cuales 38 se avistaron en isla Chañaral, 28 en isla Choros y 17 en isla Damas. Entre noviembre de 2019 y febrero de 2020 se realizaron tres campañas de terreno, en donde se estimó la abundancia relativa y densidad de chungungos en las tres islas, y se estudió su comportamiento. Se contabilizaron 45 chungungos en isla Chañaral, 21 en isla Choros y 3 en isla Damas. La densidad promedio para las tres islas fue de 6,0 ± 3,3 ind/km, 3,7 ± 1,8 ind/km y 1,2 ± 0,2 ind/km, respectivamente. De acuerdo con estos antecedentes, la densidad de chungungos registrada en isla Choros e isla Damas sería la más alta para la zona norte del país (entre Arica y Coquimbo). No se encontraron diferencias en la densidad de individuos entre mañana, mediodía y tarde, ni en isla Chañaral ni en isla Choros, lo cual podría indicar que no existen diferencias en el patrón de

actividad durante el día. Respecto al comportamiento, las categorías más frecuentes fueron desplazamiento (34,8%) y buceo (31,7%) en isla Chañaral, y desplazamiento (25,3%) y descanso (25,3%) en isla Choros. No se consideró isla Damas debido al bajo número de observaciones registradas. En cuanto al tiempo de asignación a diferentes actividades, las nutrias de isla Chañaral ocuparon más tiempo buceando (30,6%) y descansando (30,4%), mientras que en isla Choros, los chungungos asignaron más tiempo a descanso (57,7%) y alimentación (16,1%).

La población reproductiva más importante en Chile de pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*) se localiza en las islas Choros y Chañaral. Para la temporada reproductiva 2019–2020, se utilizó el método de Línea de Transecto para estimar la densidad de nidos, el número de parejas reproductivas y la abundancia de pingüinos mudando en cada colonia. Todos los nidos observados durante el muestreo fueron caracterizados según el tipo de nido (i.e., cubierto por roca, protegido por vegetación, etc.). En febrero se realizaron dos visitas a cada isla para realizar el censo de pingüinos en muda de plumaje mediante el recuento directo del número de pingüinos. En isla Choros se investigó la biología reproductiva de los pingüinos marcando nidos activos (i.e., presencia adultos, pollos, huevos, n=60) desde septiembre hasta enero. Además, en isla Choros, se estimó la abundancia de adultos nidificando de las siguientes especies: piquero (*Sula variegata*), gaviotín monja (*Larosterna inca*), yunco (*Pelecanoides garnotii*), huairavo (*Nycticorax nycticorax*) y los cormoranes liles (*Poikilokarbo gaimardi*), yecos (*Nannopterum brasilianus*) y guanayes (*Leurocarbo bougainvillii*).

El área de las colonias de pingüino se estimó en 0,517 Km^2 y 1,638 Km^2 en Choros y Chañaral, respectivamente. Se estimó un total de 2430 ± 585 parejas reproductivas en Choros y 4055 ± 1322 en Chañaral. Isla Choros presentó al menos ocho tipos diferentes de nidos, mientras que Chañaral sólo presentó un tipo de nido (cubierto por vegetación) dominante. El total estimado de pingüinos mudando en isla Choros fue de 429 individuos, mientras que en Chañaral fue de 149 individuos. El monitoreo de la biología reproductiva del pingüino en isla Choros mostró que la puesta de huevos alcanzó su máximo en octubre y el mayor número de pollos ocurrió en diciembre. La tasa de éxito de eclosión alcanzó el 81%. En isla Choros además se registraron 35 especies de aves marinas y terrestres. Con relación a las demás especies de aves marinas, el promedio de abundancia fue: guanay 1970 ± 578; lile 16 ± 14; piquero 722 ± 445; yeco 88 ± 50 y del gaviotín monja un total de 100 individuos. En el caso del yunco, el valor promedio de parejas reproductivas fue de 9922 (8540–11303). El valor estimado de parejas reproductivas revela que la población de pingüinos de Humboldt en las islas Choros y Chañaral es bajo en comparación con los valores reportados en las temporadas 2003–2004. Sin embargo, en comparación con el censo de 2017, nuestros valores reflejaron un incremento en un 74% del número de parejas en isla Chañaral y una disminución (18%) en isla Choros.

Para el cumplimiento del Objetivo Específico 2, se aplicó la metodología de superposición de mapas, la que permite identificar espacialmente los usos que se desarrollan en las reservas marinas, identificar unidades en el área y su aptitud para los distintos tipos de uso, y establecer un sistema de clasificación de las áreas que establezca los usos y acciones permitidas en estas zonas. Se trabajó en ocho etapas: (1) identificación y caracterización de las actividades que se realizan en las Reservas Marinas, (2) análisis de la interacción espacial

entre las actividades, (3) distribución espacial y caracterización de las especies objeto de conservación, (4) efecto de las actividades sobre las especies objeto de conservación, (5) generación de propuesta de zonificación, (6) difusión de la propuesta de zonificación con usuarios de las reservas marinas y servicios públicos, (7) corrección de la propuesta de zonificación, (8) generación de la propuesta de zonificación definitiva. Se identificaron las actividades de: extractiva en áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos (solamente en la RMIC), extractiva en áreas de libre acceso, extractiva de excedentes productivos (solo en la RMICD), tour de avistamiento de fauna marina, buceo recreativo, pesca recreativa (solamente en la RMICD) e investigación científica. Cada una de estas actividades se caracterizó en cuanto a su extensión espacial, intensidad y temporalidad. En el caso particular del tour de avistamiento de fauna marina, se registró información acerca de las rutas de navegación de las embarcaciones que realizan tour de avistamiento de fauna marina. Posteriormente, se analizó el nivel del impacto de las distintas actividades sobre las especies objeto de conservación a través de matrices de impacto. En esta matriz, como criterio para definir el nivel de impacto, se consideró la sobreposición espacial entre las especies objeto de conservación y las actividades que se realizan en las reservas marinas, aspectos relacionados con la intensidad de las actividades y su temporalidad, así como la temporalidad del periodo reproductivo de las especies. A partir de las matrices de impacto, se identificaron las actividades que generan mayor efecto sobre las especies y se generó una primera versión de propuesta de zonificación para ambas reservas marinas. Para la generación de esta propuesta se identificaron zonas sensibles dentro de las reservas, donde se encuentran las especies objeto de conservación, y que presentan una alta interacción espacial con las distintas actividades. En estas áreas se definieron medidas de conservación, para lo cual se consideraron las distancias a las cuales las embarcaciones generan un cambio en el comportamiento de los animales, así como lo establecido en el Reglamento General de Observación de Mamíferos, Reptiles y Aves Hidrobiológicas. Esta propuesta de zonificación fue difundida con los dirigentes de las asociaciones de turismo, sindicatos o asociaciones gremiales de pescadores, y empresas independientes de turismo, así como con personal de Sernapesca y Conaf. Se recibieron comentarios de los usuarios de las reservas marinas y de los servicios públicos mencionados, para finalmente generar la propuesta final de zonificación. Esta propuesta consideró tres medidas: (1) anillos de restricción de velocidad máxima alrededor de las tres islas; (2) zonas de resguardo para aves y mamíferos marinos (zonas donde se restringe el acceso de las embarcaciones); y (3) zonas de protección de delfines (velocidad de navegación no superior a 5 nudos).

Para dar cumplimiento al Objetivo Específico 3, se compiló una base de datos sobre embarcaciones dedicadas a actividades de turismo y sus registros de movimientos, zarpes y traslados. Además, se evaluó el nivel de conocimiento y calidad del servicio, a través de encuestas a turistas y una ficha de evaluación para analizar el desempeño de los guías de turismo y tripulantes en cada salida. De las embarcaciones que aparecen en las resoluciones que autorizan paseos náuticos en la Reserva Marina, existen embarcaciones que están en la resolución pero que no están en SERNATUR, y viceversa. En relación al detalle de los movimientos de zarpes, el análisis arrojó que el total de movimientos de embarcaciones en Punta de Choros fue de 1851, con un promedio de 10,5 zarpes por embarcación durante enero-febrero 2020. En caleta Chañaral de Aceituno se realizaron

728 movimientos de embarcaciones con un promedio de 13 zarpes por embarcación durante el mismo período. Para ambas Reservas, los zarpes con fines turísticos se concentran durante febrero. En relación a los paseos náuticos, se evaluó el nivel de conocimiento que poseen los beneficiarios del programa, así como de la calidad del servicio ofrecido a los turistas. Los resultados mostraron características generales similares en todos los paseos náuticos, así como una buena evaluación por parte de los turistas. A partir de la comparación de resultados obtenidos mediante los dos instrumentos y en ambas localidades, se hallaron tanto similitudes como diferencias relacionadas al discurso de los guías a bordo de los paseos.

Para dar cumplimiento al Objetivo Específico 4, se identificaron y caracterizaron distintas acciones sobre las especies objetivo durante la actividad turística. Las acciones del turismo consideradas fueron: 1) Número medio de embarcaciones presentes; 2) Número máximo de embarcaciones presentes; 3) Distancia media de acercamiento (m); 4) Distancia mínima de acercamiento (m); 5) Modo de aproximación; 6) Velocidad media de acercamiento (km/h); 7) Velocidad máxima de acercamiento (km/h); 8) Comportamiento de los turistas; 9) Duración media de los avistamientos (min) (solo para el delfín nariz de botella, y 10) Duración máxima de los avistamientos (min) (solo para el delfín nariz de botella). Las especies sometidas a evaluación fueron el delfín nariz de botella, el lobo marino común (*Otaria flavescens*), el lobo fino austral (*Arctocephalus australis*), el chungungo, la ballena fin, la ballena azul (*Balaenoptera musculus*), el pingüino de Humboldt, el yunco, el lile, el yeco y el piquero. Luego se realizó la estimación de la magnitud del impacto y la evaluación de la importancia a partir de datos colectados en terreno y del taller de validación con actores gubernamentales. En esta instancia se establecieron las categorías baja, media, alta y muy alta para caracterizar la intensidad de las acciones. A partir del análisis de la matriz de Leopold, el piquero y el yeco se podrían considerar como especies con una presión turística baja. Las especies con mayor presión turística serían el delfín nariz de botella residente, el chungungo y el pingüino de Humboldt. Las acciones del turismo con mayor preponderancia fueron el número máximo de embarcaciones presentes, la distancia media y mínima de acercamiento y la velocidad máxima de acercamiento. En el pingüino de Humboldt se evidenció que, a menor distancia, los animales respondieron de manera adversa a la presencia de las embarcaciones, llegando incluso al escape. Por otro lado, los lobos marino común y fino austral tienen cierta tolerancia a la presencia de las embarcaciones, donde a una corta distancia los animales no se ven afectados, siempre y cuando el acercamiento sea de forma lenta sin emitir ruidos. Para el delfín nariz de botella, el número de embarcaciones presentes fue excepcionalmente alto en la RMICD, llegando a las 12 embarcaciones. En el caso de la ballena fin y para la conducta de desplazamiento, la reorientación y la linealidad se vieron afectadas por la presencia de las embarcaciones. La reorientación aumentó (movimientos más erráticos) mientras que la linealidad disminuyó (se pierde la trayectoria rectilínea en el movimiento), en la situación “durante” la visita de las embarcaciones. La velocidad de natación no presentó diferencias en presencia y ausencia de embarcaciones, lo que sugiere que las ballenas fin no estarían utilizando una estrategia energéticamente costosa para evitar a las embarcaciones, sino que las evitan con el cambio de rumbo. En resumen, para todas las especies se propone lo siguiente: 1) mantener una velocidad de navegación

de 10 km/h (5 nudos) para el acercamiento de todas las especies; 2) evitar las aproximaciones a una distancia muy reducida; 3) no superar 2 embarcaciones simultaneas para las especies de aves, lobos marinos, chungungos y ballenas; 4) no superar las 3 embarcaciones simultaneas para el avistamiento del delfín nariz de botella; 5) no superar los 10 minutos para el avistamiento del delfín nariz de botella y de 15 min para las ballenas; 6) para el delfín nariz de botella es necesario establecer un tiempo máximo acumulado de observación y/o establecer un tiempo de descanso entre avistamientos.

Para el caso del Objetivo Específico 5, se elaboró el documento denominado "*Programa de manejo de los servicios de observación y avistamiento de fauna en las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros y Damas*". Este documento consta de 10 capítulos: (1) *Introducción*, que contiene aspectos generales de las Reservas Marinas, (2) *Sistematización de los antecedentes sobre presencia y abundancia de especies objetivo*, que incluye la sistematización de la distribución y abundancia de las especies objeto de conservación, (3) *Desarrollo de la actividad turística*, que analiza las características de actividad turística, (4) *Normativas y disposiciones vigentes*, que recopila la información sobre las normas y disposiciones vigentes, (5) *Principales actividades productivas relacionadas con las Reservas Marinas,* que desarrolla las distintas actividades que se realizan en las reservas marinas, (6) *Identificación de los impactos de los servicios de observación y avistamiento sobre la fauna en estudio*, en el cual se compilaron los impactos de los servicios de observación y turismo que fueron cuantificados en terreno, (7) *Identificación de las medidas requeridas para prevenir y/o mitigar los impactos negativos sobre las especies*, que consiste en recomendaciones en base a los límites de las distintas acciones identificadas en el capítulo anterior para las distintas especies, (8) *Zonificación de las reservas marinas*, que consiste en una propuesta sustentada en base a las recomendaciones de las acciones de turismo (9) *Evaluación y seguimiento*, que incluye indicadores biológicos y de turismo, así como guías de monitoreo, y (10) Referencias bibliográficas. Este documento se basó mayoritariamente en los resultados obtenidos en los demás Objetivos Específicos. Cabe destacar que se incluyeron a los lobos marinos que, si bien no fueron parte de este proyecto, sí son importantes especies objetivo de turismo.

Las RMIC y RMICD poseen un conjunto único de atributos que hace que puedan converger variados objetivos que van desde la preservación de su diversidad biológica a la promoción de objetivos productivos a través del desarrollo de actividades turísticas y de explotación de los recursos hidrobiológicos. Sin embargo, el incremento de la actividad turística en base a la observación de fauna silvestre aumenta la probabilidad de degradar los frágiles ambientes en los que las especies se encuentran. Compatibilizar el desarrollo sostenido de las diversas actividades humanas con la sustentabilidad ambiental de estas dos reservas marinas se presenta como un objetivo a alcanzar y una oportunidad para la comunidad en general. En este contexto, este proyecto buscó aportar con la generación de nuevos datos científicos que sean utilizados como base de un programa de manejo adaptativo y con enfoque ecosistémico, que promuevan el desarrollo de un turismo sustentable de alta calidad, y llevado a cabo por las comunidades locales adyacentes de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros-Damas.

3. ABSTRACT

For the Objective 1, this study reports the presence of resident and non-resident bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the study area, as well as the presence of other species of cetaceans. For the resident population, we identified 10 'historical' individuals that belong to the resident group at Isla Chañaral Marine Reserve (RMIC by its acronyms in Spanish). We suggest a preference of resident dolphins for the southwest (exposed) area at Isla Chañaral, called La Erizada, based on the higher frequency of dolphin sightings in that area. Additionally, we identified a group of bottlenose dolphins formed by two historic resident dolphins and dolphins not previously identified at Isla Choros-Damas Marine Reserve (RMICD). Six groups of non-resident bottlenose dolphins were identified, five of them formed by less than 20 individuals, and one formed by ~80 individuals, including calves. Using photo-identification methodology, we identified 61 non-resident individuals. Non-resident dolphins were mainly sighted north of the RMICD, while the most predominant behavior was movement. The presence of dusky dolphin, *Lagenorhynchus obscurus*, sperm whale, *Physeter macrocephalus*, Risso's dolphin, *Grampus griseus* and fin whale, *Balaenoptera physalus*, was recorded in the study area as well. Group size of these species was small (*P. macrocephalus* one whale, *G. griseus* 4-5 dolphins, *B. physalus* 1-4 whales) or large (*L. obscurus* >200 dolphins). Seventeen fin whales were photo-identified in both marine reserves (RMIC and RMICD). The most frequently behavior recorded for fin whales was foraging. Three of the 17 identified fin whales have been previously recorded for at least five, 10 and 13 years in the area. Finally, we included here an identification catalog of resident and non-resident bottlenose dolphins, as well as for fin whales in the study area, which will be useful for future spatio-temporal studies.

In relation to chungungos or marine otters (*Lontra felina*), prospective surveys identified the presence of otters on the coastline of the three islands: 38 at Chañaral Island, 28 at Choros Island, and 17 at Damas Island. From November 2019 to February 2020, three field campaigns were carried out, with the objective of estimating the relative abundance and density of otters on the three islands, as well as describing the behavioral patterns of this species. Forty-five chungungo were recorded at Chañaral Island, 21 at Choros Island and 3 at Damas Island. The mean density for the three islands was 6.0 ± 3.3 ind/km, 3.7 ± 1.8 ind/km, and 1.2 ± 0.2 ind/km, respectively. Based on these results, the density of otters is the highest recorded for Northern Chile (from Arica to Coquimbo). No differences were found in the density of individuals between morning, noon or afternoon, neither for Chañaral Island nor for Choros Island, suggesting that there were no differences in the patterns of activity along the day. With respect to behavioral patterns, the most frequent categories were movement (34.8%) and diving (31.7%) at Chañaral Island, and movement (25.3%) and rest (25.3%) in Choros Island. Damas Island was not considered due to the low number of observations. Regarding the time allocated to different activities, marine otters from Chañaral Island spent more time diving (30.6%) and resting (30.4%), while marine otters from Choros Island spent more time resting (57.7%) and foraging (16.1%).

The most important breeding colony of Humboldt penguins (*Spheniscus humboldti*) is located at Choros and Chañaral islands. For the 2019–2020 breeding season, we used the Transect Lines methodology to estimate nest density, number of nesting pairs, and the abundance of molting penguins in each colony. All nests were characterized according to the type of nest (i.e. covered by rock, protected by vegetation, etc.). In February, two visits were made to each island to survey the number of molting penguins. At Choros Island, the reproductive biology of penguins was investigated by marking active nests (i.e., presence of adults, chicks, eggs, n = 60) from September 2019 to January 2020. Additionally, the abundance of nesting adults of the following species was estimated at Choros Island: Peruvian booby (*Sula variegata*), Inca tern (*Larosterna inca*), Peruvian diving petrel (*Pelecanoides garnotii*), black-crowned night heron (*Nycticorax nycticorax)*, and red-legged (*Poikilokarbo gairmardi*), neotropical (*Nannopterum brasilianus*), and guanay (*Leurocarbo bougainvillii*) cormorants. The penguin colonies area was estimated in 0.517 Km^2 and 1.638 Km^2 at Choros and Chañaral Islands, respectively. A total of 2,430 ± 585 nesting pairs were estimated at Choros and 4,055 ± 1,322 at Chañaral islands. Choros Island presented at least eight different types of nests, while Chañaral Island only had one type of nest, covered by vegetation. The estimated number of molting penguins was 429 and 149 individuals at Choros and Chañaral Islands, respectively. The peak of egg laying of the Humboldt penguin at Choros Island was in October, whereas the highest number of chicks was found in December. The hatching success rate reached 81% at that island. At Choros Island, 35 species of marine and terrestrial birds were recorded. The mean abundance was: guanay cormorant 1,970 ± 578; red-legged cormorant 16 ± 14; Peruvian booby 722 ± 445; neotropical cormorant 88 ± 50; and the Inca tern a total of 100 individuals. For the Peruvian diving petrel, the mean number of nesting pairs was 9,922 (8,540–11,303). The estimated number of nesting pairs suggest that the population size of Humboldt penguins at the Choros and Chañaral islands is low in comparison to the numbers reported in the 2003–2004 seasons. However, in comparison with the 2017 survey, our values indicated an increase of 74% in the number of pairs at Chañaral Island and a slight decrease (18%) at Choros Island.

For the Objective 2, we applied the methodology of maps superposition, which allows to identify spatially the different activities that are undertaken in the marine reserves, identifying units, and establishing a classification system incorporating the uses and actions allowed in these areas. The process was organized in eight steps to: (1) identity and characterize the activities that operate in the marine reserves, (2) analyze the spatial interaction between these activities, (3) characterize the spatial distribution of the objective species, (4) analyze the potential effects of the activities on the species, (5) generate a preliminary proposal of zonification, (6) inform and discuss the proposal with users of marine reserves and governmental agencies, (7) correct the zoning proposal accordingly, and (8) generate the final zonification. The following activities were identified at both RMIC and RMICD: extractive fishing activity in Benthic Resource Management and Exploitation Areas (only in the RMIC), extractive fishing activity in free access areas, extractive activity of productive management areas (only in the RMICD), marine fauna watching tours, recreational diving, recreational fishing (only in the RMICD), and scientific research. Each of these activities was characterized in terms of its spatial extent, intensity and temporality.

For the marine fauna watching tour operations, we also recorded the navigation routes taken by the vessels during the tours. We analyzed the level of impacts of the different activities on the objective species using impact matrices. To establish the impact for this matrix, we considered the spatial overlap between the objective species and the different activities mentioned above, the intensity of the activities and their temporality, as well as the temporality of the breeding period of the species. As a result, we preliminary identified the activities that generate the highest effects on the objective species for both marine reserves. To generate this proposal, the areas with presence of objective species and with a high spatial interaction with the activities were identified as sensitive. In these areas, conservation measures were defined, such as the observation distance, according to the Regulation for the Observation of Mammals, Reptiles and Birds. This preliminary zonification was discussed with local stakeholders, including leaders of tourism associations, fishermen associations, tourism companies, as well as with personnel from the governmental agencies SERNAPESCA and CONAF. By including the different comments and recommendations of the different users of the marine reserves, we generated the final zonification proposal, which included three measures: (1) maximum speed restriction rings around the three islands; (2) protection areas for birds and marine mammals (restricted boat access); and (3) dolphin protection areas (with speed < 5 knots).

To comply with the Objective 3, we compiled a database that included the number of vessels that participated in tourism activities, and the record of their movements as well as of trips. We evaluated the level of knowledge, the performance of the tour guides and the general quality of the tourist service by surveying tourists. The analysis of the information showed that some of the vessels have a permit to operate inside the marine reserves (issued by SERNAPESCA), however, do not appear in the records of the tourism agency SERNATUR, and vice versa. In relation to the number of trips in each marine reserve, our analysis showed that the total number was 1,851 in Punta Choros, with a mean of 10.5 trips by vessel during the January-February 2020 period. In Caleta Chañaral de Aceituno, the total number of recorded trips was 1,728, with a mean of 13 trips by vessel during the same time period. For both reserves, most of the trips were focused during February. The knowledge level of the beneficiaries of the program, as well as the quality services that companies provided to the tourists was also evaluated. The results showed similar characteristics in all the tours, and in general a good evaluation by the tourists. Comparing the results obtained from the two different instruments and in both locations, both similarities and differences were related to the speech given by the tour guides.

For the Objective 4, we identified and characterized different actions over the objective specie during the tour operations, including: (1) mean number of vessels; (2) maximum number of vessels; 3) mean approach distance (m); (4) minimum approach distance (m); (5) approach mode; (6) mean approach speed (km/h); (7) maximum approach speed (km/h); (8) tourists behavior; (9) mean sighting duration (min) (only for bottlenose dolphins); and (10) maximum sighting duration (min) (only for bottlenose dolphins). Objective species were bottlenose dolphins, South American sea lions (*Otaria flavescens*), South American fur seals (*Arctocephalus australis*), marine otters, fin whales, blue whales (*Balaenoptera musculus*), Humboldt penguins, Peruvian boobies, and red-

legged, neotropical, and guanay cormorants. Then, we estimated the magnitude of actions from field data and from validation meetings with public services. Low, medium, high and very high categories were established to characterize the intensity of the actions. From the analysis of the Leopold matrix, we found that the Peruvian booby and the neotropical cormorant could be considered as species with the lowest tourist pressure. On the other hand, the species with highest tourist pressure are the resident bottlenose dolphin, the marine otter and the Humboldt penguin; the latter only in the RMICD. The most prevalent tourism actions were the maximum number of vessels, the mean and minimum approach distance, and the maximum approach speed. For the Humboldt penguin, we evidenced that at a short distance in the presence of vessels they adversely respond or even escape. On the other hand, the South American sea lion and the South American fur seal have a greater tolerance to the presence of vessels. In fact, these individuals may be not affected even at short distance, as long as the approach is slow and without noise. For the bottlenose dolphin, the number of vessels with a group of dolphins was exceptionally high in the RMICD, reaching up to 12 vessels at a time. For the fin whales, the behaviors of displacement, reorientation and linearity were affected by the presence of the vessels. The reorientation increased (i.e. more erratic movements), whereas the linearity decreased (i.e. a linear trajectory is lost), in the scenario “during” the presence of vessels. The swimming speed did not show any differences in the presence of vessels, which suggests that the fin whales are not using an energy-costly strategy to avoid the boats, but rather they avoid them by changing the direction. Considering our results we propose to: (1) maintain a navigation speed of 10 km/h (5 knots) during the approach to the objective species; (2) avoid short distance approaches; (3) do not exceed 2 vessels simultaneously with the species (with the exception of bottlenose dolphins); (4) do not exceed 3 vessels simultaneously for the sighting of bottlenose dolphins; (5) do not exceed 10 and 15 min with objective species during the sightings of bottlenose dolphins and whales, respectively; 6) for the bottlenose dolphin to establish a maximum time of sightings for all vessels during a day, and/or to establish resting time between sightings.

Finally, in relation to Objective 5, we elaborated a document entitled "Management program for the marine wildlife observation in the Marine Reserves Chañaral and Choros-Damas islands". This document consist of 10 chapters: (1) Introduction, which contains general aspects of the marine reserves, (2) General antecedents of the presence and abundance of the objective species, which include distribution and abundance information of the objective species, (3) Development of tourism activity, which analyzes the characteristics of the tourism activity, (4) Current regulations, (5) Main productive activities undertaken at the marine reserves, (6) Identification of the impacts of the observation and sighting services on the objective species, based on field data, (7) Identification of the measures required to prevent and/or mitigate negative impacts on the objective species, including recommendations based on the limits of the different actions identified in the previous chapter, (8) Zonification of marine reserves, which consists of a proposal based on the recommendations of the actions of tourism, (9) Evaluation and monitoring, including biological and tourism indicators, as well as monitoring guides, and (10) Bibliographic references. This document was based mainly on the results obtained in the previous Objectives. We would like to note the inclusion of the

South American sea lion in this work, even though this species was not initially included on the terms of reference of this project. We considered it was a relevant objective species for tourism activity on the marine reserves.

Both Chañaral and Choros-Damas marine reserves enclose a unique arrange of components that allow the convergence of different objectives, from conservation of its biological diversity to promotion of productive activities related to tourism and hydro-biological resources. The increase of tourism based on marine fauna watching tours, however, increases the probability of affecting fragile ecosystems. Co-existence of human activities with the sustainable development of these marine reserves is a goal to aim and an opportunity to the local community. This project contributed to that goal with new scientific information to be used for a adaptive management program with an ecosystem approach. The final vision is of the development of a high quality sustainable tourism undertaken by local communities nearby the Chañaral and Choros-Damas islands marine reserves.

4. INDICE GENERAL

1. CONTENIDO DEL INFORME 3
2. RESUMEN EJECUTIVO 4
3. ABSTRACT 9
4. INDICE GENERAL 14
5. INDICE DE TABLAS 19
6. INDICE DE FIGURAS 24
7. INDICE DE ANEXOS 35
8. OBJETIVOS 36
9. ANTECEDENTES 37
10. METODOLOGIA DE TRABAJO POR OBJETIVO 42
10.1 Objetivo Específico 1. Evaluar el estado poblacional de las especies delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), chungungo (*Lontra felina*), pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*) y cetáceos, y elaborar una propuesta de Guía de Monitoreo permanente de estas especies 42
10.1.1 Delfín nariz de botella residentes y otros cetáceos 43
I. Diseño de prospecciones marinas para el registro de información de cetáceos 43
II. Avistamiento y seguimiento grupal de cetáceos 46
II.I. Avistamiento, estimación de abundancia y seguimiento grupal de delfines nariz de botella residentes 47
II.II Avistamiento, seguimiento y estimaciones grupales de “otros cetáceos” 50
III. Sexaje y caracterización genética (MtDNA región control) de ballena fin 51
10.1.2 Pingüino de Humboldt 52
I. Monitoreo de colonias de pingüino de Humboldt Spheniscus humboldti 52
II. Biología reproductiva: Marcaje y seguimiento de nidos de pingüino de Humboldt 53
III. Conteo de individuos durante el periodo de muda del Pingüino de Humboldt 54
IV. Abundancia y diversidad de aves en Isla Choros 54
V. Monitoreo de colonias de Yunco de Humboldt Pelecanoides garnotii 55
10.1.3 Chungungo 56
I. Campaña prospectiva 57
II. Campañas para estimación del tamaño poblacional 59
III. Estudio de comportamiento 63

Folio011960

IV. Estudio de hábitat 65
V. Análisis de datos.....66
10.2 Objetivo Específico 2. Zonificar las áreas de las Reservas Marinas respecto a la presencia y desplazamiento de estas especies, así como también proponer zonificación para áreas de observación de fauna, navegación y fondeo, entre otros 67
I. Identificación y caracterización de las actividades que se realizan en las RMs. 67
II. Análisis de interacción espacial entre las actividades 70
III. Distribución espacial y caracterización de las especies objeto de conservación 70
IV. Efecto de las actividades sobre las especies objeto de conservación 71
V. Generación de propuesta de zonificación.....75
VI. Difusión de la propuesta de zonificación con usuarios de las reservas marinas y servicios públicos.....76
VII. Corrección de la propuesta de zonificación 76
VIII. Generación de la propuesta de zonificación definitiva.....77
10.3 Objetivo Específico 3. Caracterizar la flota de embarcaciones que ofrecen servicio de observación y su forma de funcionamiento..... 77
I. Caracterización de la flota de embarcaciones 77
II. Registro de movimientos, zarpes y traslados.....77
III. Caracterización e implementación de las embarcaciones 78
IV. Caracterización del nivel de conocimiento y la calidad del servicio ofrecido 78
V. Programa de Capacitación 79
10.4 Objetivo Específico 4. Evaluar el impacto ambiental sobre el ecosistema y la fauna local de los servicios de observación y avistamiento de fauna. 82
I. Identificación y justificación de las acciones del avistamiento de fauna y de los componentes de los factores ambientales 83
II. Estimación de la magnitud del impacto y la evaluación de la importancia 85
III. Validación de las acciones del avistamiento de fauna y de los componentes de los factores ambientales con los servicios públicos presentes en el territorio y que tienen relación con la actividad turística.....88
IV. Expediciones para la toma de datos desde las embarcaciones de turismo 89
V. Expediciones para la toma de datos de delfines desde tierra.....91
VI. Expediciones para la toma de datos de ballenas desde tierra 93
VII. Análisis estadísticos 96
10.5 Objetivo Específico 5. Elaborar programa de manejo de los servicios de observación y avistamiento de fauna..... 99

11. RESULTADOS POR OBJETIVO 103

11.1 Objetivo Específico 1. Evaluar el estado poblacional de las especies delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), chungungo (*Lontra felina*), pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*) y cetáceos, y elaborar una propuesta de Guía de Monitoreo permanente de estas especies..... 103

11.1.1 Delfín nariz de botella residente y otros cetáceos..... 103

I. Delfín nariz de botella residentes.....103

I.I Avistamiento, estimación de abundancia y seguimiento grupal de delfines nariz de botella residentes 103

I.II Foto-Identificación y estimación de abundancia delfín nariz de botella residente 104

I.III Seguimiento focal grupal de delfines nariz de botella residentes 107

II. Avistamiento, seguimiento y estimación de tamaño grupal de "otros cetáceos" 109

II.I Avistamiento, seguimiento y estimación de tamaño grupal de delfines nariz de botella no residentes 109

II.II Avistamiento, seguimiento y estimación de tamaño grupal de otros cetáceos (misticetos y odontocetos adicionales a *Tursiops truncatus*) 117

II.III Estimación tamaño grupal y análisis retorno-permanencia de ballena fin 120

III. Sexaje y caracterización genética (MtDNA región control) de individuos de ballena fin.....121

11.1.2 Pingüino de Humboldt 122

I. Estimación del número de parejas reproductivas en las colonias de pingüinos de Humboldt de las islas Choros y Chañaral 122

II. Biología reproductiva: Marcaje y seguimiento de nidos de pingüino de Humboldt.....127

III. Estimación del total de pingüinos durante el periodo de muda en isla Choros y Chañaral 133

IV. Monitoreo de otras poblaciones de aves marinas en isla Choros.....135

V. Estimación de la población reproductiva del yunco de Humboldt en isla Choros 142

11.1.3 Chungungo..... 143

I. Campaña prospectiva 143

II. Estimación de abundancia 149

III. Comportamiento 151

IV. Relación entre variables.....154

11.2 Objetivo Específico 2. Zonificar las áreas de las Reservas Marinas respecto a la presencia y desplazamiento de estas especies, así como también proponer zonificación para áreas de observación de fauna, navegación y fondeo, entre otros 155

I. Identificación y caracterización de las actividades que se realizan en las reservas marinas 155

II. Análisis de la interacción espacial entre las actividades. 170

III. Distribución espacial y caracterización de las especies objeto de conservación. 172

IV. Efecto de las actividades sobre las especies objeto de conservación 182

V. Generación de propuesta de zonificación y difusión de la propuesta con usuarios de las reservas marinas y servicios públicos. 199

VI. Corrección de la propuesta de zonificación....202

VII. Generación de la propuesta de zonificación definitiva....204

11.3 Objetivo Específico 3. Caracterizar la flota de embarcaciones que ofrecen servicio de observación y su forma de funcionamiento 207

I. Caracterización de la flora de embarcaciones e identificación de personas y organizaciones dedicadas al turismo....207

II. Registro de movimientos, zarpes y traslados 210

III. Caracterización e implementación de las embarcaciones 216

IV. Caracterización del nivel de conocimiento y la calidad del servicio ofrecido 217

V. Capacitaciones en Turismo de Intereses Especiales 228

11.4 Objetivo Específico 4. Evaluar el impacto ambiental sobre el ecosistema y la fauna local de los servicios de observación y avistamiento de fauna 247

I. Validación de las acciones del avistamiento de fauna y de los componentes de los factores ambientales con los servicios gubernamentales presentes en el territorio y que tienen relación con la actividad turística 247

II. Evaluación en terreno desde embarcación 254

III. Resultados del impacto de las embarcaciones turísticas en la actividad conductual de los delfines nariz de botella con cadenas de Markov a partir de las observaciones desde tierra....269

IV. Resultados del impacto de las embarcaciones turísticas en los patrones de movimiento de la ballena fin a partir del seguimiento con teodolito desde tierra 275

V. Matriz de Leopold consolidada 277

11.5 Objetivo Específico 5. Elaborar programa de manejo de los servicios de observación y avistamiento de fauna.... 292

12. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS 293

12.1 Objetivo Específico 1 293

12.1.1 DELFÍN NARIZ DE BOTELLA Y OTROS CETÁCEOS....293

12.1.2 PINGUINO 297

12.1.3 CHUNGUNGOS....301

12.2 Objetivo Específico 2 303

12.3 Objetivo Específico 3 306

12.4 Objetivo Específico 4 312

12.5 Objetivo Específico 5 319

12.6 Recomendaciones para la continuidad de este proyecto 323

13 CONCLUSIONES 326
14 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 331
15 ANEXOS 344

5. INDICE DE TABLAS

Tabla 10.1.1.1. Resumen de las prospecciones marina realizadas durante el periodo de estudio. 45

Tabla 10.1.1.2. Descripciones de categorías etarias consideradas para delfines (Constantine 2000, Hale 2000)..... 47

Tabla 10.1.1.3. Descripción de comportamiento de delfines, extraída de Santos 2013, que a su vez fue modificada de Shane et al. 1986, Karczmarski et al. 2000, Constantine et al. 2004 50

Tabla 10.1.1.4. Descripción de comportamiento de grandes cetáceos, extraída de Barilari 2018, modificada según Gailey et al. 2005, Baumgartner 2008 y Bertulli 2010. 51

Tabla 10.1.2.1. Fecha de las visitas realizadas a las islas Choros y Chañaral para el monitoreo de aves marinas durante la temporada reproductiva 2019–2020. 52

Tabla 10.1.3.1. Fecha y lugar de las campañas de terreno realizadas en isla Chañaral (Cha), isla Choros (Cho), e isla Damas (Dam) para la estimación de abundancia de chungungos. 57

Tabla 10.1.3.2. Descripción de los estados conductuales utilizados en el estudio del comportamiento del chungungo en las islas Chañaral, Damas y Choros. Modificado de Badilla & George-Nascimento (2009)..... 64

Tabla 10.2.1. Descripción de las categorías conductuales iniciales registradas para lobos marinos, chungungos y aves marinas en las Reservas Marinas Islas Choros-Damas e Isla Chañaral. 74

Tabla 10.2.2. Categorías de respuesta conductual de las especies de aves y mamíferos marinos ante la presencia de una embarcación de turismo. 75

Tabla 10.4.1. Ejemplo de la estructura de la matriz de Leopold, indicando las acciones generadas por el turismo y los factores ambientales. Recuadro inferior indica la posición de los valores de magnitud del impacto (M) y de importancia (I). 83

Tabla 10.4.2. Listado de especies identificadas en el área de estudio. Se indica el nombre común, nombre científico, categoría de conservación según la normativa chilena. 85

Tabla 10.4.3. Categorías según la intensidad de las acciones generadas por el turismo de avistamiento de fauna. 87

Tabla 10.4.4. Calificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental para su uso con la matriz Leopold. 87

Tabla 10.4.5. Calificación de la importancia de conservación según categoría de conservación de las especies. 87

Tabla 10.4.6. Tabla para la validación de especies. Se indica el nombre común de la especie, el recuadro para indicar si ésta de acuerdo o no con su evaluación (SI/NO) y la importancia según su estado de conservación y la importancia para el turismo. 89

Tabla 10.4.7. Ejemplo de la tabla utilizada para la validación de las acciones generadas por el turismo. Se indica el listado de las acciones y los recuadros de intensidad y afectación para el delfín nariz de botella..... 89

Tabla 10.4.8. Descripción de las conductas registrados para el delfín nariz de botella en presencia de embarcaciones, a partir de lo descrito por Shane et al. (1986). 90

Tabla 10.4.9. Descripción de los eventos conductuales registrados para el delfín nariz de botella en presencia de embarcaciones. El signo 0 indica un evento neutral y el signo – indica un evento negativo. 91

Tabla 10.4.10. Definición de la conducta de los turistas mientras se realiza la observación de fauna en las reservas marinas. 91

Tabla 10.4.11. Definición de los modos de aproximación para aves marinas, chungungos, lobos marinos (fino y común) y delfín nariz de botella. 91

Tabla 10.4.12. Descripción de los diferentes comportamientos de los delfines. 93

Tabla 11.1.1.1. Resumen de avistamientos de delfines nariz de botella residentes a lo largo del periodo de estudio. 103

Tabla 11.1.1.2. Seguimiento de los delfines residentes identificados según localidad de avistamiento y prospección realizada. 104

Tabla 11.1.1.3. Matriz presencia-ausencia de delfines residentes identificados en el área de estudio durante las prospecciones marinas realizadas en mayo, agosto, septiembre, noviembre de 2019 y enero de 2020. 105

Tabla 11.1.1.4. Resumen de avistamientos de delfines nariz de botella no residentes a lo largo del periodo de estudio. 109

Tabla 11.1.1.5. Planilla integrada de registros de avistamiento, tamaño grupal y conducta registrada en misticetos y odontocetos adicionales a *T. truncatus* durante todo el período de estudio. 118

Tabla 11.1.1.6. Muestreo genético de ballena fin en la RMIC durante noviembre de 2019 y febrero de 2020. 121

Tabla 11.1.2.1. Estimación de la densidad, número total e intervalo de confidencia 95% (inferior y superior) de los nidos de pingüinos de Humboldt en las islas Choros y Chañaral durante la temporada reproductiva 2019–20. 123

Tabla 11.1.2.2. Resumen de los principales estados del desarrollo de la reproducción de Pingüino de Humboldt entre los meses de septiembre de 2019 a enero de 2020 en la colonia de Isla Choros. Los datos corresponden al monitoreo realizado sobre un total de 54 nidos. Los datos expresan el estado general de los eventos registrados en los nidos. 127

Tabla 11.1.2.3. Tamaño promedio, desviación estándar (DS), valores mínimos y máximos de los grupos de pingüinos de Humboldt que se registraron durante el periodo de muda en isla Choros y Chañaral. En paréntesis se muestra el número total de grupos (n) según la clasificación. 134

Tabla 11.1.2.4. Total de especies de aves marinas y terrestres observadas en isla Choros. 136

Tabla 11.1.3.1. Número de madrigueras y otros signos que indican la presencia de chungungos en las islas Chañaral, Choros y Damas, registrados durante la campaña prospectiva. 143

Tabla 11.1.3.2. Abundancia total y densidad de individuos registrados en los nueve sitios prospectados en isla Chañaral. Los números corresponden a valores absolutos. 150

Tabla 11.1.3.3. Abundancia total y densidad de individuos registrados en los seis sitios prospectados en isla Choros. Los números corresponden a valores absolutos. 151

Tabla 11.1.3.4. Estadísticos del modelo de regresión múltiple de la densidad de chungungos versus las variables de hábitat. 154

Tabla 11.2.1. Características principales de las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) que existen en un radio de 10 km de la Reserva Marina Isla Chañaral. Fuente: Subpesca. 156

Tabla 11.2.2. Características principales de las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) que existen en un radio de 10 km de la Reserva Marina Islas Choros-Damas. Fuente: Subpesca. 158

Tabla 11.2.3. Resumen de los estudios sobre mamíferos y aves marinas realizados en la Reserva Marina Isla Chañaral (RMIC) y la Reserva Marina Islas Choros-Damas (RMICD) desde el año 2005. LMC: lobo marino común, PH, pingüino de Humboldt, CH: chungungo, YU: yunco, GU: guanay, DNB: delfín nariz de botella, BF: ballena fin, BA: ballena azul, BJ: ballena jorobada, FE: foca elefante, GD: gaviota dominicana. SI: sin información. Fuente: Daniela Díaz, elaboración propia. 169

Tabla 11.2.4. Lista de especies de cetáceos avistados en las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros-Damas y aguas adyacentes entre 2014 y 2020. 177

Tabla 11.2.5. Calendario reproductivo de las especies de aves marinas que nidifican en las islas Chañaral, Choros y Damas. 180

Tabla 11.2.6. Calendario reproductivo del lobo marino común. Los números 1 y 2 indican la primera y segunda quincena de cada mes, respectivamente. 181

Tabla 11.2.7. Calendario reproductivo del lobo fino austral. Los números 1 y 2 indican la primera y segunda quincena de cada mes, respectivamente. 181

Tabla 11.2.8. Distancia promedio a la cual se registraron cambios conductuales como respuesta a la presencia de embarcaciones de turismo, en ocho especies de aves y mamíferos marinos en la Reserva Marina Isla Chañaral. El rango corresponde a la distancia mínima y máxima a la cual se registró la respuesta conductual respectiva. 187

Tabla 11.2.9. Distancia promedio a la cual se registraron cambios conductuales como respuesta a la presencia de embarcaciones de turismo, en ocho especies de aves y mamíferos marinos en la Reserva Marina Islas Choros-Damas. El rango corresponde a la distancia mínima y máxima a la cual se registró la respuesta conductual respectiva. 187

Tabla 11.3.1. Lista de fuentes de información consultadas para la construcción de la Base de Datos de embarcaciones. 207

Tabla 11.3.2. Evaluación de los turistas del servicio paseo náutico..... 220

Tabla 11.4.1 Resultados de la validación de especies, categorización de la importancia según su estado de conservación y la importancia para el turismo para la a) Región de Coquimbo y b) Región de Atacama. 248

Tabla 11.4.2. Cuadro comparativo entre la importancia según la categoría de conservación establecido por el reglamento de clasificación de especies y la percepción de los servicios públicos, y la comparación de la importancia para el turismo según la percepción de equipo de trabajo y de los servicios públicos. 249

Tabla 11.4.3. Resultados de la percepción de las acciones que genera el avistamiento de fauna sobre las especies evaluadas, según los participantes de la Región de Coquimbo (n=6). Las siglas indican lo siguiente, A: alta, M: media, B: baja, I: inexistente. 252

Tabla 11.4.4. Resultados de la percepción de las acciones que genera el avistamiento de fauna sobre las especies evaluadas, según los participantes de la Región de Atacama (n=6). Las siglas indican lo siguiente, A: alta, M: media, B: baja, I: inexistente. 253

Tabla 11.4.5. Expediciones para la toma de datos realizadas durante el 2019 y 2020. Se indica las fechas en que se realizaron las expediciones y el numero de salidas en cada reserva marina. 254

Tabla 11.4.6. Especies evaluadas a las distintas acciones del turismo en el 2019 para la RMIC según la respuesta de a) sin reacción, b) alerta y c) escape. Para cada especie se indica el número de observaciones, distancia de reacción (media y min), velocidad de acercamiento (media y máxima), comportamiento de los turistas en porcentaje (C: calmo, M: moderado, P: perturbador), número de embarcaciones (P 50%: percentil 50 y máximo), modo de aproximación (PL: paralelo, PP: perpendicular). Sigla R en el lobo marino común corresponde a reproductivo y NR a no reproductivo..... 256

Tabla 11.4.7. Especies evaluadas a las distintas acciones del turismo en el 2020 para la RMIC según categoría de respuesta: a) sin reacción, b) alerta y c) escape. Para cada especie se indica el número de observaciones, distancia de reacción (media y min), velocidad de acercamiento (meda y máxima), comportamiento de los turistas en porcentaje (C: calmo, M: moderado, P: perturbador), número de embarcaciones (P 50%: percentil 50 y máximo), modo de aproximación (PL: paralelo, PP: perpendicular). Sigla R en el lobo marino común corresponde a reproductivo y NR a no reproductivo. 257

Tabla 11.4.8. Especies evaluadas a las distintas acciones del turismo en el 2019 para la RMICD según categoría de respuesta: a) sin reacción, b) alerta y c) escape. Para cada especie se indica el número de observaciones, distancia de reacción (media y min), velocidad de acercamiento (meda y máxima), comportamiento de los turistas en porcentaje (C: calmo, M: moderado, P: perturbador), número de embarcaciones (P 50%: percentil 50 y máximo), modo de aproximación (PL: paralelo, PP: perpendicular). Sigla NR en el lobo marino común corresponde a no reproductivo. 259

Tabla 11.4.9. Especies evaluadas a las distintas acciones del turismo en el 2020 para la RMICD según categoría de respuesta: a) sin reacción, b) alerta y c) escape. Para cada especie se indica el número de observaciones, distancia de reacción (media y min), velocidad de acercamiento (meda y máxima), comportamiento de los turistas en porcentaje (C: calmo, M: moderado, P: perturbador), número de embarcaciones (P 50%: percentil 50 y máximo), modo de aproximación (PL: paralelo, PP: perpendicular). Sigla NR en el lobo marino común corresponde a no reproductivo. 260

Tabla 11.4.10. Especies evaluadas a las distintas acciones del turismo para todo el periodo de estudio en la RMIC según las categorías de respuestas de a) sin reacción, b) alerta y c) escape. Para cada especie se indica el número de observaciones, distancia de reacción (media y min), velocidad de acercamiento (meda y máxima), comportamiento de los turistas en porcentaje (C: calmo, M: moderado, P: perturbador), número de embarcaciones (P 50%: percentil 50 y máximo), modo de aproximación (PL: paralelo, PP: perpendicular). Sigla R en el lobo marino común corresponde a reproductivo y NR a no reproductivo..... 264

Tabla 11.4.11. Especies evaluadas a las distintas acciones del turismo para todo el periodo de estudio en la RMICD según las categorías de respuestas de a) sin reacción, b) alerta y c) escape. Para cada especie se indica el número de observaciones, distancia de reacción (media y min), velocidad de acercamiento (meda y máxima), comportamiento de los turistas en porcentaje (C: calmo, M: moderado, P: perturbador), número de embarcaciones (P 50%: percentil 50 y máximo), modo de aproximación (PL: paralelo, PP: perpendicular). Sigla NR en el lobo marino común corresponde a no reproductivo..... 266

Tabla 11.4.12. Horas de esfuerzo, números de avistamientos y horas de avistamientos de los delfines nariz de botella observados y analizados..... 269

Tabla 11.4.13. Ponderación de la magnitud (combinación de la intensidad (I) y la afectación (A)) a la que se ven sometidas las especies afectadas por las acciones generadas por el turismo en la RMIC. 279

Tabla 11.4.14. Ponderación de la magnitud (combinación de la intensidad (I) y la afectación (A)) a la que se ven sometidas las especies afectadas por las acciones generadas por el turismo en la RMICD. 280

Tabla 11.4.15. Listado de las especies y la ponderación de la importancia en la a) RMIC y b) RMICD. Se indica el nombre común, nombre científico, categoría de conservación, importancia según la categoría de conservación e importancia para el turismo. 282

Tabla 11.4.16. Resultados de a) matriz de Leopold y b) el consolidado, para la RMIC. 287

Tabla 11.4.17. Resultados de a) matriz de Leopold y b) el consolidado, para la RMICD... 289

Tabla 11.4.18. Resultados de a) matriz de Leopold y b) el consolidado, para la ballena azul y fin en la RMIC 291

Tabla 11.4.19. Resultados de a) matriz de Leopold y b) el consolidado, para la ballena azul y fin en la RMICD..... 291

6. INDICE DE FIGURAS

Figura 10.1.1. Mapa de ubicación de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Isla Choros-Damas, representada por el área de color celeste. 42

Figura 10.1.1.1 Configuración del personal a bordo 43

Figura 10.1.1.2. Integración de las trayectorias realizadas durante el periodo de estudio. Transectas perímetro (alrededor de las islas) y zigzag. 45

Figura 10.1.3.1. Ruta de recorrido por el perímetro de isla Chañaral durante la campaña prospectiva que se realizó en septiembre de 2019. 58

Figura 10.1.3.2. Ruta de recorrido por el perímetro de isla Choros e isla Damas durante la campaña prospectiva que se realizó en septiembre de 2019. 58

Figura 10.1.3.3. Investigadores del proyecto en búsqueda de signos de la presencia de chungungos en isla Chañaral. © Guido Pavez. 59

Figura 10.1.3.4. Delimitación de los nueve sitios de observación para estimar la abundancia de chungungos en isla Chañaral. Las estrellas muestran la ubicación de los observadores. 60

Figura 10.1.3.5. Delimitación de los seis sitios de observación para estimar la abundancia de chungungos en isla Choros. Las estrellas muestran la ubicación de los observadores. . 61

Figura 10.1.3.6. Delimitación de los dos sitios de observación para estimar la abundancia de chungungos en isla Damas. Las estrellas muestran la ubicación de los observadores. . 61

Figura 10.1.3.7. Mapa esquemático de la metodología de observación directa en el área de cada sitio (Medina-Vogel et al. 2006). Las X indican a tres observadores ubicados cada uno en un sector diferente (A, B y C), la estrella roja indica la posición de una madriguera. Cada observador se encuentra separado por una distancia aproximada de 400m, aunque este valor puede variar de acuerdo con la topografía de las islas. 63

Figura 10.1.3.8. Categorías conductuales registradas en el chungungo. A) Alimentación, B) Buceo, C) Descanso, D) Desplazamiento, E) Acicalamiento, y F) Sociabilización. © Guido Pavez. 65

Figura 10.4.1. Mapa de los puntos de observación de los delfines nariz de botella. Miradores destacados en verde claro y los otros miradores en naranjo. 92

Figura 10.4.2. Ubicación del área de estudio. La línea negra indica el límite de la Reserva Marina Isla Chañaral y la línea segmentada indica el área de observación. El triángulo negro muestra el punto de observación y el círculo negro la ubicación de la caleta Chañaral de Aceituno. 95

Figura 10.4.3. Vista panorámica del punto de observación, situado en isla Chañaral. 96

Figura 11.1.1.1. Trayectorias de los delfines nariz de botella residentes (DNB) en todas las prospecciones en las que fueron encontrados. Los puntos de ubicación geográfica corresponden a los registros de seguimiento focal grupal. 104

Figura 11.1.1.2. Catálogo de individuos identificados en el grupo *T. truncatus* residente avistado en la Reserva Marina Isla Chañaral en el período de estudio. Uno de los delfines residentes (CHA230519_R9) adquirió una nueva muesca en su aleta dorsal. 105

Figura 11.1.1.3. Ejemplo de adquisición de nuevas marcas en delfines nariz de botella residentes. Fotografía del individuo CHA230519_R9 en septiembre de 2019 (superior) y en enero de 2020 (inferior). Esto refleja la importancia del prolijo análisis de las fotografías, de lo contrario se perdería seguimiento de los individuos en el tiempo. 106

Figura 11.1.1.4. Número de delfines nariz de botella residentes identificados en el período de estudio (azul). Curva de captura fotográfica acumulativa (rojo). Nota: La totalidad de los individuos fueron identificados fotográficamente durante la primera prospección marina y no se incorporan más individuos en la población (población cerrada). 107

Figura 11.1.1.5. Conductas observadas de los delfines nariz de botella residentes en la RMIC. Se aprecia que en el sector suroeste de isla Chañaral se registraron diferentes conductas, destacando alimentación, descanso y conducta social, lo que da cuenta de una potencial preferencia de área. 108

Figura 11.1.1.6. Frecuencia relativa porcentual de las conductas observadas para el grupo de delfines nariz de botella (DNB) residentes en la RMIC considerando las cuatro prospecciones en que fueron encontrados. 108

Figura 11.1.1.7. Trayectorias de los delfines nariz de botella (DNB) no residentes en todas las prospecciones en las que fueron encontrados. Los puntos de ubicación geográfica corresponden a los registros de seguimiento focal grupal tanto en la RMIC y RMICD. 110

Figura 11.1.1.8. Frecuencia relativa porcentual de las conductas observadas para el grupo de delfines nariz de botella (DNB) no residentes en las RMIC y RMICD considerando todas las prospecciones en que fueron encontrados. 110

Figura 11.1.1.9. Presencia de crías en el segundo grupo avistado de delfines nariz de botella no residentes durante mayo de 2019. 111

Figura 11.1.1.10. Catálogo de delfines no residentes identificados en las RMICD y RMIC durante las prospecciones marinas de mayo, agosto y septiembre 2019 y enero 2020. En total se reportan 61 delfines no residentes identificados..... 116

Figura 11.1.1.11. Agrupación de delfines nariz de botella registrada en la Reserva Marina Isla Choros-Damas conformada por dos delfines residentes históricos y delfines no residentes..... 117

Figura 11.1.1.12. Grupo de delfines oscuros, *Lagenorhynchus obscurus*, avistados en la Reserva Marina Isla Chañaral durante la campaña de terreno de agosto 2019. © Guido Pavez. 118

Figura 11.1.1.13. Registro de cachalote, *Physeter macrocephalus*, en la Reserva Marina Isla Charañal durante la prospección marina de agosto 2019.© Guido Pavez..... 119

Figura 12.1.1.14. Trayectorias de "otros cetáceos" en todas las prospecciones en las que fueron encontrados. A) Delfín oscuro en agosto, septiembre y noviembre 2019; B)

Cachalote y calderón gris en agosto y noviembre 2019, respectivamente; C) Ballena fin en noviembre 2019 y enero 2020, en la RMIC; y D) Ballena fin en noviembre 2019 en la RMICD. Los puntos de ubicación geográfica corresponden a los registros de seguimiento focal grupal..... 119

Figura 11.1.1.15. Frecuencia relativa porcentual de las conductas observadas para la ballena fin en el área de estudio. 120

Figura 11.1.1.16. Ejemplo de dos individuos de ballena fin foto-identificados en el área de estudio. La totalidad de los individuos identificados (17) se adjuntan en el ANEXO 3. 121

Figura 11.1.1.17. Aleta dorsal de ballena fin muestreada genéticamente en RMIC el 15 de febrero de 2019. (Código Bphy 3 FIPA). 122

Figura 11.1.2.1.. Mapa de las islas Choros y Chañaral. La zona verde indica el área de las colonias de muestreo del pingüino de Humboldt en cada isla. 123

Figura 11.1.2.2. Promedio y desviación estándar de nidos activos, nidos ocupados y parejas reproductivas en (a) isla Choros y (b) isla Chañaral durante el periodo de estudio. 124

Figura 11.1.2.3. Caracterización de los tipos de nidos de pingüinos de Humboldt presentes en las (a) islas Choros y (b) Chañaral. La categorización según el tipo de nido corresponde a: protegido por roca (PR), cueva de roca (CR), cubierto por vegetación (CVg), cubierto de rocas (CbR), expuesto (E), protegido por vegetación (PV), caverna (CA) y cueva de tierra (CV). 125

Figura 11.1.2.4. Los seis tipos de nidos utilizados con más frecuencia por los pingüinos en isla Choros. 126

Figura 11.1.2.5. Distribución de los nidos del pingüino de Humboldt monitoreados durante el periodo reproductivo (n=60). 128

Figura 11.1.2.6. Avance en el estado reproductivo de pingüino de Humboldt (n=60) en isla Choros. 128

Figura 11.1.2.7. Nido de pingüino de Humboldt monitoreado en Isla Choros. Este corresponde al nido n°7 catalogado como nido “cubierto por vegetación” (CVg), en el mes de septiembre se observa el adulto con huevo y en octubre se observa al adulto con pollo. 129

Figura 11.1.2.8. Nido de pingüino de Humboldt en Isla Choros. Este corresponde al nido n°14 catalogado como nido “cubierto por roca” (CbR). 129

Figura 11.1.2.9. Progreso de un nido (n°19) ocupado de pingüino de Humboldt en Isla Choros. El nido corresponde a “protegido por vegetación” (PV), en donde se observa la evolución desde la puesta del huevo hasta la presencia de dos pollos grandes. 130

Figura 11.1.2.10. Progreso de un nido (n°49) ocupado de pingüino de Humboldt en Isla Choros. El nido corresponde a “protegido por vegetación” (PV), en donde se observa la evolución desde la puesta del huevo hasta la presencia de pollos grandes. 131

Figura 11.1.2.11. Progreso de un nido (n°51) ocupado de pingüino de Humboldt en Isla Choros. El nido corresponde a “protegido por roca” (PR), en donde se observa la evolución desde la puesta del huevo hasta la presencia de dos pollos grandes. 132

Figura 11.1.2.12. Nido marcado en el mes de septiembre (n°6) con la presencia de un adulto y dos huevos. En el mes de octubre se registraron dos pollos muertos. Durante el resto de la temporada este nido no fue ocupado nuevamente..... 133

Figura 11.1.2.13. Mapa de distribución de los pingüinos de Humboldt durante el periodo de muda en febrero 2020. Los círculos rojos representan el rango de tamaño del grupo, el cual va desde la presencia de un individuo hasta el máximo de 78 individuos. 134

Figura 11.1.2.14. Estimación del número total de pingüinos mudando en las islas Choros y Chañaral en a) el total de individuos para cada isla y (b) el total de individuos en los diferentes estados de muda en cada isla (ver metodología para más detalle de estados de muda). 135

Figura 11.1.2.15. Distribución espacial de las colonias de guanay, lile, piquero, yeco, gaviotín monja y nidos de huairavo en isla Choros. 137

Figura 11.1.2.16. Localización de una colonia de piqueros en el sector centro de la isla Choros que fue monitoreada durante el periodo de estudio. 137

Figura 11.1.2.17. Total de adultos de las especies de aves marinas observadas desde septiembre 2019 hasta Febrero 2020 en isla Choros..... 138

Figura 11.1.2.18. Valor promedio y desviación estándar del número de adultos observados durante el periodo de primavera y verano en las colonias de piquero y cormoranes lile, yeco y guanay en isla Choros. 139

Figura 11.1.2.19. Colonia del cormorán guanay en isla Choros durante el periodo reproductivo. La evolución de la colonia se muestra desde el mes de (a) noviembre donde se observaron los adultos con huevo hasta el mes de (e) febrero donde se encuentran los volantones de guanay. 140

Figura 11.1.2.20. Un nido de cormorán lile registrado durante todo el periodo reproductivo en isla Choros. Desde (a) la presencia de la pareja en el nido hasta (f) la presencia de dos volantones y un adulto en el nido. Estos nidos son colocados en un hábitat de roca en el acantilado, este nido está localizado en el sector noreste de la isla. 141

Figura 11.1.2.21. Distribución espacial de los parches de colonia de yunco en isla Choros. 142

Figura 11.1.2.22. Porcentaje de ocupación de los nidos de yunco en isla Choros (n=100). 143

Figura 11.1.3.1. Signos de la presencia de chungungos detectados durante la campaña prospectiva en las islas Chañaral, Choros y Damas. A) Defecadero, B) huellas, y C) madriguera. © Guido Pavez. 144

Figura 11.1.3.2. Ubicación geográfica de los signos que indican la presencia de chungungos (i.e. madrigueras, defecaderos, fecas, huellas, comederos) registrados en isla Chañaral. En el mapa se muestran datos registrados durante la campaña prospectiva (02 al 09 de septiembre de 2019) y durante las campañas posteriores para estimación de abundancia (noviembre de 2019 y febrero de 2020). 145

Figura 11.1.3.3. Ubicación geográfica de los signos que indican la presencia de chungungos (i.e. madrigueras, defecaderos, fecas, huellas, comederos) registrados en isla Choros e isla Damas. En el mapa se muestran datos registrados durante la campaña prospectiva (02 al 09 de septiembre de 2019) y durante la campaña posterior para estimación de abundancia (diciembre de 2019). 146

Figura 11.1.3.4. Registro fotográfico de la presencia de chungungos en el borde costero de las islas Chañaral, Choros y Damas, durante la campaña prospectiva que se realizó entre el 02 y 09 de septiembre de 2019. © Guido Pavez. 147

Figura 11.1.3.5. Ubicación geográfica de los avistamientos de chungungos en isla Chañaral durante la campaña prospectiva que se realizó entre el 02 y 09 de septiembre de 2019. 148

Figura 11.1.3.6. Ubicación geográfica de los avistamientos de chungungos en isla Choros e isla Damas durante la campaña prospectiva que se realizó entre el 02 y 09 de septiembre de 2019. 149

Figura 11.1.3.7. Densidad promedio de chungungos (ind/km) en isla Chañaral, isla Choros e isla Damas. La barra de error indica desviación estándar. 150

Figura 11.1.3.8. Densidad promedio de chungungos registrada en tres periodos del día en a) isla Chañaral y b) isla Choros. Mañana: 09:30 -11:30; Mediodía: 12:30-14:30; Tarde: 15:30-17:30. Letras distintas indican diferencias significativas. Las barras de error indican desviación estándar. 151

Figura 11.1.3.9. Frecuencia relativa (%) de las diferentes categorías de comportamiento registradas para los chungungos en isla Chañaral e isla Choros. DPL: desplazamiento; DES: descanso; ACI: acicalamiento; ALI: alimentación; BUC: buceo; SOC: sociabilización. 152

Figura 11.1.3.10. Asignación de tiempo (%) a los estados conductuales registrados de los chungungos de a) isla Chañaral y b) isla Choros. DPL: desplazamiento; DES: descanso; ACI: acicalamiento; ALI: alimentación; BUC: buceo; SOC: sociabilización. 152

Figura 11.1.3.11. Asignación de tiempo (%) por periodo del día a las conductas registradas en los chungungos de a) isla Chañaral y b) isla Choros. DPL: desplazamiento; DES: descanso; ACI: acicalamiento; ALI: alimentación; BUC: buceo; SOC: sociabilización. 153

Figura 11.1.3.12. Asignación de tiempo (%) por periodo del día a las conductas registradas en los chungungos de a) isla Chañaral y b) isla Choros. DPL: desplazamiento; DES: descanso; ACI: acicalamiento; ALI: alimentación; BUC: buceo; SOC: sociabilización. 154

Figura 11.1.3.13. Relación entre la densidad de chungungos y el número de (a) madrigueras activas y (b) defecaderos para siete sitios de isla Chañaral e isla Choros. ... 154

Figura 11.2.1. Ubicación geográfica de las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos que se encuentran en un radio de 10 km de la Reserva Marina Isla Chañaral. 156

Figura 11.2.2. Ubicación geográfica de las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos que se encuentran en un radio de 10 km de la Reserva Marina Islas Choros-Damas..... 157

Figura 11.2.3. Ubicación geográfica de las áreas de pesca en la Reserva Marina Isla Chañaral y aguas adyacentes. Fuente: Sernapesca..... 159

Figura 11.2.4. (a) Desembarque total por tipo de recurso extraído, y (b) desembarque por mes y por tipo de producto en Chañaral de Aceituno durante 2019. ALG: algas, MOL: moluscos, PEC: peces. Fuente: Sernapesca..... 160

Figura 11.2.5. Ubicación geográfica de las áreas de pesca en la Reserva Marina Islas Choros-Damas y aguas adyacentes. Fuente: Sernapesca. 161

Figura 11.2.6. (a) Desembarque total por tipo de recurso extraído, y (b) desembarque por mes y por tipo de producto en Punta de Choros durante 2019. ALG: algas, MOL: moluscos, CRU: Crustáceos, PEC: Peces. Fuente: Sernapesca. 162

Figura 11.2.7. Sectores autorizados mediante la Res. N°1530/2015 para la extracción de excedentes productivos de los recursos loco y lapa durante el año 2015 en la Reserva Marina Isla Chañaral. 163

Figura 11.2.8. Rutas de navegación de 46 embarcaciones de turismo que visitaron la Reserva Marina Isla Chañaral entre el 08 y el 27 de febrero de 2019 y entre el 18 de enero y el 15 de febrero de 2020. 164

Figura 11.2.9. Rutas de navegación de 73 embarcaciones de turismo que visitaron la Reserva Marina Islas Choros-Damas entre el 08 y el 27 de febrero de 2019 y entre el 18 de enero y el 15 de febrero de 2020..... 166

Figura 11.2.10. Ubicación geográfica de los sitios de buceo en la Reserva Marina Isla Chañaral. 167

Figura 11.2.11. Ubicación geográfica de los sitios de buceo en la Reserva Marina Islas Choros-Damas y aguas adyacentes..... 167

Figura 11.2.12. Rutas y áreas de pesca recreativa en la Reserva Marina Islas Choros-Damas y aguas adyacentes. 168

Figura 11.2.13. Matriz de interacción entre las cinco actividades identificadas en la Reserva Marina Isla Chañaral. 171

Figura 11.2.14. Matriz de interacción entre las seis actividades identificadas en la Reserva Marina Islas Choros-Damas..... 172

Figura 11.2.15. Ubicación geográfica de las colonias de aves marinas que se encuentran en isla Chañaral. En el caso del pingüino de Humboldt se muestran las áreas de reproducción y las áreas de muda. 173

Figura 11.2.16. Ubicación geográfica de las colonias de aves que se encuentran en isla Choros. En el caso del pingüino de Humboldt se muestran las áreas de reproducción y las áreas de muda. 174

Figura 11.2.17. Ubicación geográfica de las colonias de lobos marinos comunes (LMC), lobos finos australes (LFA), colonias mixtas de ambas especies de lobos marinos, madrigueras de chungungos y avistamientos de chungungos en la isla Chañaral y en la Reserva Marina Isla Chañaral. 175

Figura 11.2.18. Ubicación geográfica de las colonias de lobos marinos comunes (LMC, madrigueras de chungungos y avistamientos de chungungos en la isla Chañaral y en la Reserva Marina Islas Choros-Damas. 176

Figura 11.2.19. Ubicación geográfica de los avistamientos de cetáceos en la Reserva Marina Isla Chañaral y aguas adyacentes. 178

Figura 11.2.20. Ubicación geográfica de los avistamientos de cetáceos en la Reserva Marina Islas Choros-Damas y aguas adyacentes. 179

Figura 11.2.21. Registro fotográfico de cría de chungungo durante noviembre de 2019 en isla Chañaral. © Guido Pavez. 182

Figura 11.2.22. Frecuencia relativa de ocurrencia (%) de las categorías de comportamiento inicial registradas en distintas especies de aves y mamíferos marinos en la Reserva Marina Isla Chañaral. LMC corresponde a lobo marino común y LFA a lobo fino austral. Categorías de comportamiento: desplazamiento (DPL), descanso (DES), sociabilización (SOC), alimentación (ALIM). 183

Figura 11.2.23. Frecuencia relativa de ocurrencia (%) de las categorías de comportamiento inicial registradas en distintas especies de aves y mamíferos marinos en la Reserva Marina Islas Choros-Damas. LMC corresponde a lobo marino común y LFA a lobo fino austral. Categorías de comportamiento: desplazamiento (DPL), descanso (DES), sociabilización (SOC), alimentación (ALIM). 184

Figura 11.2.24. Frecuencia relativa de ocurrencia (%) de las categorías conductuales de respuesta de las especies de aves y mamíferos marinos evaluados en la Reserva Marina Isla Chañaral (RMIC) y la Reserva Marina Islas Choros-Damas (RMICD). 185

Figura 11.2.25. Frecuencia relativa de ocurrencia (%) de las categorías conductuales de respuesta de cada una de las nueve especies de aves y mamíferos marinos evaluadas en la Reserva Marina Isla Chañaral (RMIC) y la Reserva Marina Islas Choros-Damas (RMICD). 185

Figura 11.2.26. Distancia mínima de aproximación de las embarcaciones de turismo en la Reserva Marina Isla Chañaral (RMIC) y la Reserva Marina Islas Choros-Damas (RMICD). La caja representa el 50% de los datos (Q1 y Q3) y la línea sólida dentro de la caja representa la mediana. 186

Figura 11.2.27. Distancia de aproximación de las embarcaciones de turismo a las distintas especies evaluadas en la Reserva Marina Isla Chañaral (RMIC) y la Reserva Marina Islas Choros-Damas (RMICD). La caja representa el 50% de los datos (Q1 y Q3) y la línea sólida

dentro de la caja representa la mediana. CH: chungungo, GU: cormorán guanay, LFA: lobo fino austral, LI: cormorán lile, LMC: lobo marino común, PH: pingüino de Humboldt, PI: piquero, YE: cormorán yeco, YU: yunco. El asterisco rojo indica diferencias significativas en la distancia entre ambas localidades. 186

Figura 11.2.28. Relación entre el grado de respuesta y la distancia de acercamiento de las embarcaciones de turismo para cinco especies de aves y mamíferos marinos en la Reserva Marina Isla Chañaral. SR: Sin reacción; ALER: Alerta; ESC: Escape..... 189

Figura 11.2.29. Relación entre el grado de respuesta y la distancia de acercamiento de las embarcaciones de turismo para cinco especies de aves y mamíferos marinos en la Reserva Marina Islas Choros-Damas. SR: Sin reacción; ALER: Alerta; ESC: Escape. 190

Figura 11.2.30. Mapa de la isla Choros que indica tres sectores norte, centro y sur donde los botes de turistas tienden a acercarse para realizar avistamiento de aves marinas. ... 191

Figura 11.2.31. Frecuencia de ocurrencia de las diferentes respuestas de comportamiento de las aves marinas, entre ellas, comportamiento inactivo (ninguna respuesta), alerta (i.e. miran el bote y/o se pone en pie) y escape (i.e. abandono de la colonia)..... 192

Figura 11.2.32. Promedio de la distancia de reacción (±SD) registrado para cada una de las especies observadas en los bordes de la isla Choros. La distancia de reacción se basa en las respuestas registradas como: inactivo (ninguna respuesta), alerta (i.e. miran el bote y/o se pone en pie) y escape (i.e. abandono de la colonia). 192

Figura 11.2.33. Distancia de reacción registrado para ocho especies de aves marinas en isla Choros. Las especies consideradas son el piquero, lile, gaviotín monja, guanay, yeco, huairavo, pingüino de Humboldt y pelícano. El número de respuestas registrado se basan en tres criterios: inactivo (ninguna respuesta), alerta (i.e. miran el bote y/o se pone en pie) y escape (i.e. abandono de la colonia). 193

Figura 11.2.34. Matriz de impacto de las actividades que se desarrollan en la Reserva Marina Isla Chañaral sobre las especies objeto de conservación. 194

Figura 11.2.35. Matriz de impacto de las actividades que se desarrollan en la Reserva Marina Islas Choros-Damas sobre las especies objeto de conservación. 199

Figura 11.2.36. Muestra del documento que contiene la propuesta de zonificación y que fue difundido entre los usuarios de la Reserva Marina Isla Chañaral en Chañaral de Aceituno. 200

Figura 11.2.37. Videoconferencia con personal de Sernapesca realizada el 06 de junio de 2020. Participantes: Maritza Sepúlveda (directora del proyecto), Guido Pavez (investigador proyecto), Christián Sánchez (Sernapesca), Erick Burgos (Sernapesca Atacama), Claudio Ramírez (Sernapesca Atacama), Osvaldo Vásquez (Sernapesca Coquimbo), Gerardo Cerda (Sernapesca Coquimbo), Erika Silva (Unidad de Conservación y Biodiversidad Sernapesca) y Daniela Díaz (consultora Sernapesca). 201

Figura 11.2.38. Videoconferencia con personal de Conaf Atacama realizada el 19 de junio de 2020. Participantes: Guido Pavez (investigador proyecto), César Pizarro (jefe sección

Conservación Diversidad Biológica), Pedro Salazar (jefe provincial Conaf Provincia Huasco), Gabriela López (administradora P.N. Llanos de Challe - Conaf), Cristian Sepúlveda (guardaparque Conaf) y Marinella Maldonado (guardaparque Conaf). 201

Figura 11.2.39.. Videoconferencia con personal de Conaf Coquimbo realizada el 19 de junio de 2020. Participantes: Maritza Sepúlveda (directora del proyecto), Guido Pavez (investigador del proyecto), Liliana Yáñez (administradora R.N. Pingüino de Humboldt – Coquimbo), Carla Louit (jefa sección Conservación Diversidad Biológica Conaf), Paulina Correa (guardaparque Conaf), Pablo Arróspide (Conaf Coquimbo), Renzo Vargas, Paula Martínez (jefa del Departamento de Áreas Silvestres Protegidas). 202

Figura 11.2.40. Propuesta de zonificación para la Reserva Marina Isla Chañaral. 205

Figura 11.2.41. Propuesta de zonificación para la Reserva Marina Islas Choros-Damas. . 206

Figura 11.3.1. Movimientos diarios de embarcaciones en Chañaral de Aceituno, temporada enero-febrero. 215

Figura 11.3.2. Movimiento de embarcaciones 215

Figura 11.3.3. Promedio de zarpes en Punta de Choros y Chañaral de Aceituno, temporada enero-febrero 2020. 216

Figura 11.3.4. Nivel educacional de los turistas en ambas reservas marinas. 218

Figura 11.3.5. Nivel educacional de los turistas por localidad. 218

Figura 11.3.6. Razones para realizar el paseo náutico en ambas reservas marinas..... 219

Figura 11.3.7. Razones para realizar el paseo náutico en Punta Choros. 219

Figura 11.3.8. Razones para realizar el paseo náutico en Chañaral de Aceituno. 220

Figura 11.3.9. Frecuencia de especies mencionadas por guía según turistas en ambas reservas marinas. 221

Figura 11.3.10. Frecuencia de especies mencionadas por guía según turistas en Punta Choros. 222

Figura 11.3.11. Frecuencia de especies mencionadas por guía según turistas en Chañaral de Aceituno 222

Figura 11.3.12. Frecuencia de mención de temas según los turistas encuestados en ambas reservas marinas. 223

Figura 11.3.13. Frecuencia de mención de temas según turistas encuestados en Punta Choros. 224

Figura 11.3.14. Frecuencia de mención de temas según turistas encuestados en Chañaral de Aceituno. 224

Figura 11.3.15. Frecuencia de especies mencionadas en ambas reservas marinas. 225

Figura 11.3.16. Frecuencia de especies mencionadas en Punta Choros. 226

Figura 11.3.17. Frecuencia de especies mencionadas en Chañaral de Aceituno. 226

Folio011978

Figura 11.3.18. Frecuencia de mención de temas en ambas reservas marinas. 227

Figura 11.3.19. Frecuencia de mención de temas en Punta de Choros. 227

Figura 11.3.20. Frecuencia de mención de temas en Chañaral de Aceituno. 228

Figura 11.4.1. Porcentaje del tiempo de observación de delfines desde los diferentes miradores de Isla Chañaral de Aceituno e Isla Choros. 270

Figura 11.4.2. Zona específica donde se pueden observar los delfines nariz de botella en Isla Chañaral de Aceituno. El punto azul es el punto de observación. El circulo azul muestra el sector especifico donde los delfines nadan por horas en las diferentes conductas. 270

Figura 11.4.3. Tiempo (min) observado de los delfines en los diferentes comportamientos desde isla Choros e isla Chañaral. Los comportamientos forrajeo (F), descanso (D), socialización (S), traslado (T) y milling (M). Color azul, observaciones realizadas en estado control (sin embarcación turística presente), color rosa, observaciones realizadas en estado impacto (con presencia de embarcaciones turísticas). 271

Figura 11.4.4. Diferencias en la transición de conductas entre la cadena control e impacto (p_{ij}(impacto)-p_{ij}(control)). La línea vertical separa cada estado conductual precedente, mientras el estado conductual sucesivo es representado por las barras. Los asteriscos muestran diferencias significativas en las transiciones conductuales ($P<0.05$). 272

Figura 11.4.5. Matrices de transición para la cadena control (C) y cadena impacto (I). Los estados conductuales fueron T, traslado; S, socialización; D, descanso; M, milling y FO, forrajeo. Los números representan probabilidades. El color azul claro muestra como la significancia se debe a un aumento de la probabilidad de la transición conductual en impacto, el color rosa la disminución..... 273

Figura 11.4.6. Proporción del tiempo de las cadenas control (color rosa claro) e impacto (color rosa oscuro). Barras de error representan intervalos de confianza del 95%. Los asteriscos indican diferencias significativas entre las transiciones conductuales ($P<0.05$). 274

Figura 11.4.7. Duración (min) del periodo en los diferentes estados conductuales durante control (azul claro) e impacto (azul oscuro). Las barras de error representan intervalos de confianza del 95%. Los asteriscos indican diferencias significativas en los estados conductuales ($P<0.05$)..... 274

Figura 11.4.8. Efecto de las embarcaciones turísticas en la estimación creciente en la actividad conductual del delfín nariz de botella en diferentes niveles de exposición. El eje y representa el valor p de la diferencia entre la estimación creciente del estado conductual y la estimación conductual en control para los cinco estados de comportamiento (ver leyenda) en diferentes niveles de exposición (tiempo de la presencia de embarcaciones turísticas con los delfines). La línea roja continua representa el nivel estadístico de significación ($p < 0,05$). La línea roja discontinua indica el nivel actual de exposición de delfines a embarcaciones turísticas en el área de estudio..... 275

Figura 11.4.9. Variación en la a) velocidad de nado (km/h), b) reorientación (°) y c) linealidad, de la ballena fin frente a los escenarios antes, durante y después de la llegada de las embarcaciones de turismo, para la conducta de desplazamiento. Letras diferentes presentan diferencias significativas. 277

Figura 11.4.10. Variación en la a) velocidad de nado (km/h), b) reorientación (°) y c) linealidad, de la ballena fin frente al número de embarcaciones de turismo, para la conducta de desplazamiento. 277

Figura 12.1.1. Registro histórico (2001–2017) del número de parejas reproductivas de Pingüino de Humboldt en las islas Choros y Chañaral (Simeone et al. 2003, Mattern et al. 2004, Simeone et al. 2018). *Este estudio. 299

7. INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 CARTA GANTT DE OFERTA TECNICA..... 345

ANEXO 2 PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD..... 346

ANEXO 3 PLANILLAS UTILIZADAS PARA EL LEVANTAMIENTO DE INFORMACION DE CETACEOS..... 348

ANEXO 4 CATALOGO DE FOTO- IDENTIFICACIÓN DE BALLENA FIN EN LAS RESERVAS MARINAS ISLA CHAÑARAL E ISLAS CHOROS-DAMAS Y AGUAS ADYACENTES..... 350

ANEXO 5 PROGRAMA DE MANEJO DE LOS SERVICIOS DE OBSERVACIÓN Y AVISTAMIENTO DE FAUNA..... 1

8. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar en las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros y Damas, las poblaciones de delfín nariz de botella, chungungo, pingüino de Humboldt y cetáceos, y caracterizar el funcionamiento de la flota de embarcaciones de turismo, como insumo para el Programa de manejo de esta actividad.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

a. Evaluar el estado poblacional de las especies delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), chungungo (*Lontra felina*), pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*) y cetáceos, y elaborar una propuesta de Guía de Monitoreo permanente de estas especies.
b. Zonificar las áreas de las Reservas Marinas respecto a la presencia y desplazamiento de estas especies, así como también proponer zonificación para áreas de observación de fauna, navegación y fondeo, entre otros.
c. Caracterizar la flota de embarcaciones que ofrecen servicio de observación y su forma de funcionamiento.
d. Evaluar el impacto ambiental sobre el ecosistema y la fauna local de los servicios de observación y avistamiento de fauna.
e. Elaborar programa de manejo de los servicios de observación y avistamiento de fauna.

El presente informe da cuenta de los resultados finales de los Objetivos Específicos 1 a 5.

9. ANTECEDENTES

La Ley General de Pesca y Acuicultura (Ley Nº 18.892) establece la facultad y el procedimiento para la creación de Reservas Marinas. De acuerdo a este criterio, el 28 de abril de 2005 se crea la denominada "Reserva Marina Isla Chañaral" (RMIC; Decreto Supremo Nº 150 del 2005, y su modificación por el Decreto Supremo Nº 161 de 2010) en la comuna de Freirina, Provincia de Huasco, Región de Atacama, y la "Reserva Marina Islas Choros-Damas" (RMICD; Decreto Supremo Nº 151 del 2005), en la comuna de la Higuera, Provincia de Elqui, Región de Coquimbo. El sector en donde se ubican estas reservas corresponde a un sistema representativo de la región de transición templada del Sistema de la Corriente de Humboldt, que posee numerosas características que lo hacen único en la costa de Chile. Físicamente se encuentra en una zona donde hasta ahora el impacto de la actividad antrópica es limitado, al no existir grandes centros urbanos en sus cercanías. Es además el hábitat de especies emblemáticas que son objeto de conservación, que para esta zona corresponden a la ballena fin (*Balaenoptera physalus*), el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), el chungungo (*Lontra felina*), el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*) y el yunco (*Pelecanoides garnotii*), todo esto gracias a que es un área donde se producen eventos de surgencia permanentes. Otras especies de importancia para la zona son el piquero (*Sula variegata*), el cormorán guanay (*Leurocarbo bougainvillii*), cormorán lile (*Stictocarbo gaimardi*), cormorán yeco (*Nannopterum brasilianus*), lobo marino común (*Otaria flavescens*), lobo fino austral (*Arctocephalus australis*), pequeños cetáceos como el delfín de Risso (Grampus griseus) y el delfín oscuro (*Lagenorhynchus obscurus*), y de grandes cetáceos, como la ballena azul (*B. musculus*) y la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*).

La gran riqueza de especies que es posible observar en las RMIC y RMICD (Pérez-Álvarez et al. 2006), ha llevado a que estos dos sectores se posicionen cada vez con mayor fuerza como uno de los puntos de atracción favoritos de nuestro país para realizar la actividad de avistamiento de fauna marina (o conocido comúnmente como "whale-watching") (Sepúlveda et al. 2016, 2017). Dicha actividad es organizada y ejecutada por pescadores artesanales que administran de manera eficiente la extracción de recursos bentónicos desde sus áreas de Manejo, y que además complementan sus ingresos con actividades turísticas. Esto, a su vez, ha permitido un mayor dinamismo en las inversiones de las caletas gracias al desarrollo turístico. Sin embargo, y tal como ha sido evidenciado en otros países, el incremento de la actividad turística en base a la observación de fauna silvestre aumenta la probabilidad de degradar los frágiles ambientes en los que las especies se encuentran. Para el caso particular de las RMIC y RMICD, se ha reportado, por ejemplo, que el turismo de observación sobre aves marinas, como piqueros (*Sula variegata*), guanayes (*Leurocarbo bougainvillii*), yecos (*Hypoleucos brasiliensis*), liles (*Poikilokarbo gaimardi*), provoca alteraciones conductuales en las parejas reproductivas, tales como el abandono temporal del nido (Luna-Jorquera *com. pers.*), lo que puede ser un problema altamente perjudicial para la sobrevivencia de los huevos y/o polluelos (Carney & Sydeman 1999, Watson et al. 2014). En el caso de pequeños y grandes cetáceos, asimismo, se ha evidenciado que la actividad de turismo provoca cambios conductuales de

las especies, y en particular una disminución de la actividad de alimentación y descanso en presencia de embarcaciones (Santos-Carvallo et al. en revisión). Para evitar los potenciales efectos negativos de la actividad turística sobre estas especies, se requiere por tanto de adoptar medidas que aseguren un uso protegido y sustentable de los animales en su ambiente natural (Bejder et al. 2006).

El Título III del Reglamento sobre Parques Marinos y Reservas Marinas (DS. 238/2005) señala en su Artículo 8º que todo parque o reserva deberá contar con un Plan General de Administración (PGA), a cargo del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura. Entre otros aspectos, este documento proporciona estrategias para alcanzar los objetivos de administración del parque o reserva, y contempla programas de administración, investigación, manejo, extensión, monitoreo, fiscalización y vigilancia. Para el caso de la RMIC y la RMICD este PGA requiere elaborar medidas de gestión y regulación para la actividad de observación de mamíferos y aves marinas, de manera que estas actividades no perturben a la fauna marina presente. Esto conduce a la necesidad de contar con un programa de manejo efectivo que incluya: (1) un monitoreo de las abundancias de las poblaciones de las especies sujeto de conservación, (2) un catastro permanente y actualizado de la actividad turística (e.g. número de operadores turísticos, frecuencia de salidas, entre otros), (3) el establecimiento de límites para estas actividades, y (4) que sea activamente adaptativo al cambio en el tiempo (Higham et al. 2009).

Uno de los principales componentes de un programa de manejo se relacionan con el conocimiento de las abundancias de las poblaciones, ya que el establecimiento de medidas que aseguren la protección y sustentabilidad de los animales en su ambiente natural requiere de conocimiento acabado de las especies objeto de conservación (Hooker & Gerber 2004). De este modo, la detección oportuna de cambios en las abundancias de las especies permite detectar tempranamente potenciales impactos negativos sobre sus poblaciones. Es ampliamente reconocido que la abundancia de las poblaciones de megafauna en hábitat costeros se ha visto reducida como resultado de las crecientes actividades humanas, las que han afectado el funcionamiento y provisión de servicios ecosistémicos de los océanos (Jackson et al. 2001, McCauley et al. 2015). Algunos depredadores de alto nivel trófico cumplen con importantes funciones en el ecosistema, y la desaparición y/o reducción de sus poblaciones puede tener efectos directos e indirectos sobre otras especies y el hábitat en el cual viven (Heithaus et al. 2008, Estes et al. 2011). Por otro lado, las especies emblemáticas, como aves y mamíferos marinos, pueden servir como indicadores del estado de salud de los ecosistemas y además actuar como especies bandera para la canalización de apoyo de esfuerzo de conservación y manejo, debido a su apariencia y comportamiento carismático inherente (Hooker & Gerber 2004, Sergio et al. 2008). Todo ello hace que contar con monitoreos permanentes de las abundancias poblacionales sea de fundamental trascendencia para asegurar la sustentabilidad de estas especies en el area de interés.

Dentro de las principales especies objeto de conservación destaca el delfín nariz de botella. Tanto en la RMIC como en la RMICD se ha descrito en simpatría la presencia de una población residente y no residentes de esta especie, los cuales difieren en comportamiento, tamaño grupal promedio y fidelidad de área (Thomas 2005, Pérez-

Álvarez et al. 2018, Santos-Carvallo et al. 2018). Algunos individuos residentes muestran una permanencia de alta data en la zona (al menos 15 años) y una fuerte fidelidad de sitio, utilizando el área para conductas vitales de alimentación y crianza. Estos grupos son frecuentemente vistos en tamaños de 15 a 20 individuos (Gibbons 1992, Thomas 2005), llegando actualmente a una estimación poblacional aproximada de 33 individuos (Pérez-Álvarez et al. 2018). Por otra parte, los delfines no residentes muestran una baja tasa de residencia y son usualmente vistos en grupos de aproximadamente 70 individuos, utilizando el área principalmente para desplazamiento (Santos-Carvallo et al. 2018).

Dentro de los grandes cetáceos, la especie más frecuentemente avistada en las RMIC y RMICD es la ballena fin, seguida en menor importancia por la ballena azul (*Balaenoptera musculus*) y por la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*). Estas especies son frecuentemente avistadas en los meses estivales en el área (Sepúlveda et al. 2017), ya que utilizan la zona como área de alimentación (Pérez-Alvarez et al. 2006, Toro et al. 2016, Sepúlveda et al. 2018). Si bien no existen estimaciones de densidades poblacionales de estas especies en las reservas marinas, estudios realizados en la zona demuestran un grado de residencia de algunos ejemplares, tanto a nivel intra como internanual.

El chungungo es otra de las especies de interés de turismo. Si bien se ha descrito la presencia de esta especie en las distintas islas que conforman ambas reservas marinas, a la fecha no se cuenta con antecedentes de su abundancia. La estimación de los tamaños poblacionales de esta especie es compleja debido a la dificultad para distinguir entre distintos individuos, la falta de dimorfismo sexual y el comportamiento de utilizar cuevas, grietas y otras estructuras que dificultan su observación (Ebensperger & Castilla 1991, Sielfeld 1992, Ostfeld et al. 1989, Medina 1995, Lariviere 1998). Sin embargo, Medina-Vogel et al. (2006) han propuesto un método de estimación poblacional basado en la observación directa del borde costero, abarcando completamente el área de estudio, considerando que el rango de distancia en la cual los chungungos realizan sus actividades es de 1 km lineal de costa.

En el caso de las aves marinas, se ha señalado que la determinación del número de nidos activos es crítico para luego estimar el tamaño poblacional (Frede & Gandini 1996). La situación de las colonias de pingüinos de Humboldt, en particular de las islas Chañaral, Choros y Damas han sido estudiados con detalle por Luna et al. (2000), encontrando que la colonia de isla Chañaral era la más grande, no sólo del sector, sino que la colonia de mayor tamaño en ese momento en todo su rango reproductivo (~22.000 adultos reproductivos, Mathern et al. 2004). Este hecho se mantuvo como cierto hasta el año pasado, en que nuevamente miembros de este equipo de trabajo realizaron un censo de la población reproductiva de la especie en todo en Chile, en el marco del proyecto “Censo de Pingüinos de Humboldt” (FIPA 2016-33). En términos generales, los resultados de este estudio mostraron un descenso importante de la población nacional y reveló que el número de parejas fue sólo de 1.045 en isla Chañaral y 2.854 en isla Choros (FIPA 2016-33). La magnitud de este descenso es preocupante y se desconocen las causas que pudieron haber provocado esta importante disminución de la población reproductiva en Chile. Actualmente, existe un programa de monitoreo continuo realizado por la Corporación Nacional Forestal que consiste en determinar el número de individuos

durante el periodo de muda del pingüino. Esta especie es fácilmente censable durante su periodo de muda de plumas, dado que permanecen en tierra a lo largo de todo el proceso (ca. 2 meses).

En relación con las otras especies de aves marinas presentes en las islas Choros y Chañaral, el último censo más completo del número de parejas reproductivas (pr.) se realizó en el año 2002-03 por Simeone et al. (2003). Entre las especies reportadas se encuentran el yunco (*Pelecanoides garnotii*) (1550 pr.), el piquero (170 pr.), la gaviota dominicana (*Larus dominicanus*) (500 pr.), el cormorán lile (20 pr.), yeco (200 pr.) y cormorán guanay (presente pero no cuantificado). En aquel entonces, la colonia del gaviotín monja (*Larosterna inca*) no se reportó para ninguna de las dos islas. De las especies mencionadas, sólo para el cormorán guanay y el yunco se tiene un valor más actualizado del número de parejas reproductivas nidificando en la isla Choros. En el caso del guanay, se reportó entre 2011-15 un valor promedio de entre 7 – 284 pr. (Munizaga et al. 2015). Para el yunco se estimaron ~12.500 pr. (Fernández et al. 2020). Actualmente, existe un programa de monitoreo implementado por la Corporación Nacional Forestal que consiste en determinar el número de parejas reproductivas de yunco directamente de las colonias y un monitoreo en el mar para determinar el número de individuos observados que incluye a individuos no reproductores.

Además de contar con información de estimaciones de abundancia de las especies objeto de conservación, el programa de manejo requiere asimismo contar con información del desarrollo de la actividad turística, tales como el número de embarcaciones, frecuencia de salidas, entre otros, ya que esta información permite estimar la presión ejercida sobre las especies observadas. Para el caso de la RMIC y RMICD, las instituciones con competencia en el área (Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, Directemar, Corporación Nacional Forestal) han hecho diversos esfuerzos para llevar a cabo una caracterización de la flota de embarcaciones, la identificación de personas y organizaciones dedicadas al turismo, así como el registro de zarpes diarios de cada embarcación. Esto ha hecho ver algunas diferencias entre las caletas de pescadores, en relación tanto al número de operadores turísticos que se dedican a la actividad turística, como a la forma de llevar a cabo la actividad turística.

La identificación de estas distintas aproximaciones a la forma de llevar a cabo el conservación es crítica para evaluar la intensidad de la actividad turistica sobre las especies. En distintos países se han hecho distintas reglamentaciones que buscan regular diversos factores relacionados con un impacto negativo de la actividad turística sobre los animales. Entre estos factores se señalan, como los más importantes, la velocidad de las embarcaciones, el tiempo de observación y la distancia entre la embarcación y los animales (Buultjens et al. 2016). Sin embargo, en la mayoría de los casos estas reglamentaciones no cuentan con una base científica sólida (Spalding & Blumenfeld 1997, Chávez & De la Cueva 2009), transformándose más bien en un problema que en una herramienta para hacer del turismo de avistamiento de fauna una actividad sustentable (Gjerdalen & Williams 2000, Garrod & Fennell 2004, Chávez & De la Cueva 2009). Además de ello, en la mayoría de los casos es necesario considerar que las reacciones de los animales pueden ser diferentes según la especie, por lo que las reglamentaciones y

buenas prácticas en el desarrollo de la actividad deben ser específicos para cada especie (Gutiérrez 2017). Esto lleva a la necesidad de que, para la adopción de medidas que aseguren la sustentabilidad de las especies en el tiempo, el análisis de los distintos factores asociados a la actividad turística, y su efecto para cada una de las especies de interés sea información de alta relevancia para el PGA.

Por otra parte, es importante considerar que la actividad turística de avistamiento de fauna no es la única actividad que se lleva a cabo en las caletas Isla Chañaral de Aceituno y Punta Choros. Otras actividades, como lo son la pesquería, la investigación científica y el buceo recreativo son actividades que igualmente utilizan las reservas marinas. Estas actividades, que generan un sustento económico para parte la población que reside en la zona, pueden eventualmente tener conflictos con las zonas utilizadas por la actividad turística y, de igual modo, impactar directa o indirectamente a las especies. Es por esta razón, que para poder conseguir el equilibrio entre conservación y desarrollo es fundamental la división territorial de los espacios protegidos. En este marco, la zonificación ambiental es una estrategia valiosa para la planificación y el uso de los recursos naturales (Aldana & Bosque 2008), pues es una herramienta técnica y dinámica que no solo permite ordenar el territorio de acuerdo a sus particularidades, sino que también facilita el manejo del mismo, integrando tanto aspectos ecológicos como socioeconómicos (Domínguez et al. 2008). De esta manera la zonificación permite garantizar altos niveles de protección para áreas específicas, mientras que en las otras zonas que administra, concede la continuidad de determinados usos siempre que sean razonables en el contexto de la conservación de los recursos naturales (Day 2002, Ontivero et al. 2008).

Las RMIC y RMICD poseen un conjunto único de atributos que hace que puedan converger variados objetivos que van desde la preservación de su diversidad biológica a la promoción de objetivos productivos a través del desarrollo de actividades turísticas y de explotación de los recursos hidrobiológicos. En ese sentido, compatibilizar el desarrollo sostenido de las diversas actividades humanas con la sustentabilidad ambiental de estas dos reservas marinas se presenta como un objetivo a alcanzar y una oportunidad para la comunidad en general. En este contexto, este proyecto busca aportar con la generación de nuevos datos científicos que sean utilizados como base de un programa de manejo adaptativo y con enfoque ecosistémico, que promuevan el desarrollo de un turismo sustentable de alta calidad, llevado a cabo por las comunidades locales adyacentes de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros-Damas.

10. METODOLOGIA DE TRABAJO POR OBJETIVO

10.1 Objetivo Específico 1. Evaluar el estado poblacional de las especies delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), chungungo (*Lontra felina*), pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*) y cetáceos, y elaborar una propuesta de Guía de Monitoreo permanente de estas especies

Área de estudio

El área de estudio corresponde a la Reserva Marina Isla Choros Damas (RMICD), con una extensión de 3864 ha, y Reserva Marina Isla Chañaral (RMIC), con una extensión de 2864 ha y sus aguas circundantes (Figura 10.1.1), situadas en la Región de Coquimbo y Atacama, respectivamente. Esta área esta inserta en uno de los focos de surgencia más importantes de Chile (Thiel et al. 2007), caracterizándose por presentar vientos S-SW durante todo el año, con valores máximos registrados en primavera y mínimos en invierno (Gaymer et al. 2008). La temperatura superficial del mar presenta un marcado ciclo estacional, con máximas de 20°C en verano y mínimas de ~13°C en invierno (Gaymer et al. 2008). Las menores temperaturas se registran en primavera y se ubican cerca de la costa, lo que es característico de zonas con surgencia costera (Gaymer et al. 2008). Este sistema de islas alberga altas densidades, tasas de retención y reclutamiento de larvas de especies de importancia comercial y comunitaria (Gaymer et al. 2008). Se caracteriza por la existencia de colonias y apostaderos de diversas especies de aves marinas, y también por la presencia de distintas especies de mamíferos marinos, incluyendo grandes cetáceos, quienes cuentan con alimento en abundancia y de alta predictibilidad (Luna-Jorquera et al. 2003, Pérez et al. 2006).

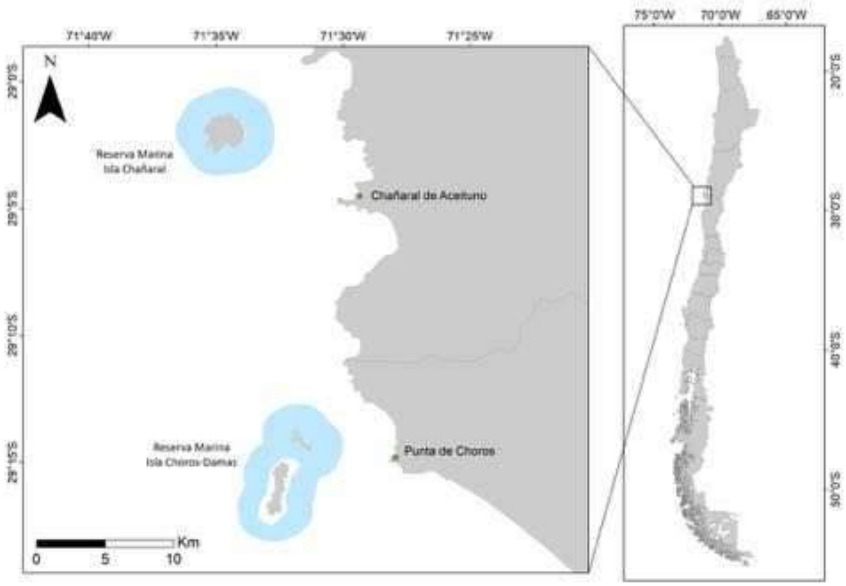


Figura 10.1.1. Mapa de ubicación de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Isla Choros-Damas, representada por el área de color celeste.

10.1.1 Delfín nariz de botella residentes y otros cetáceos

I. Diseño de prospecciones marinas para el registro de información de cetáceos

Para el registro de información, se realizaron prospecciones marinas de manera simultánea para la RMICD y la RMIC, a bordo de una embarcación de 8 a 10 m de eslora con un motor de 70 a 110 hp, perteneciente a pescadores artesanales de las caletas de Punta Choros y Chañaral de Aceituno, desde ahora denominada bote de investigación. Estos embarques se realizaron solo cuando las condiciones meteorológicas lo permitían, i.e. con un estado del mar ≤ 3 en escala Beaufort, ausencia de lluvia y neblina (Bearzi et al. 1997, Barco et al. 1999, Harwood et al. 2009). Cada equipo de trabajo contó con cuatro miembros: tres observadores y un encargado del registro de información (Figura 10.1.1.1). En cada equipo, se hace un recambio cada 30 min. A continuación, se detalla la labor de cada persona:

Observador 1: De pie en dirección mirando hacia 270°. Haciendo una prospección visual en busca de cetáceos, desde los 0/360° hasta los 180°.
Observador 2: De pie en dirección mirando hacia 0/360°. Haciendo una prospección visual en busca de cetáceos, desde los 315° hasta los 45°.
Observador 3: De pie en dirección mirando hacia 90°. Haciendo una prospección visual en búsqueda de mamíferos marinos, desde los 0/360° hasta los 180°.
Persona 4: Encargado del registro de información. Su función es registrar la información en los formularios de esfuerzo y avistamiento. También se encarga de manejar el GPS dando las direcciones para seguir la trayectoria y marcar los puntos de ubicación geográfica.

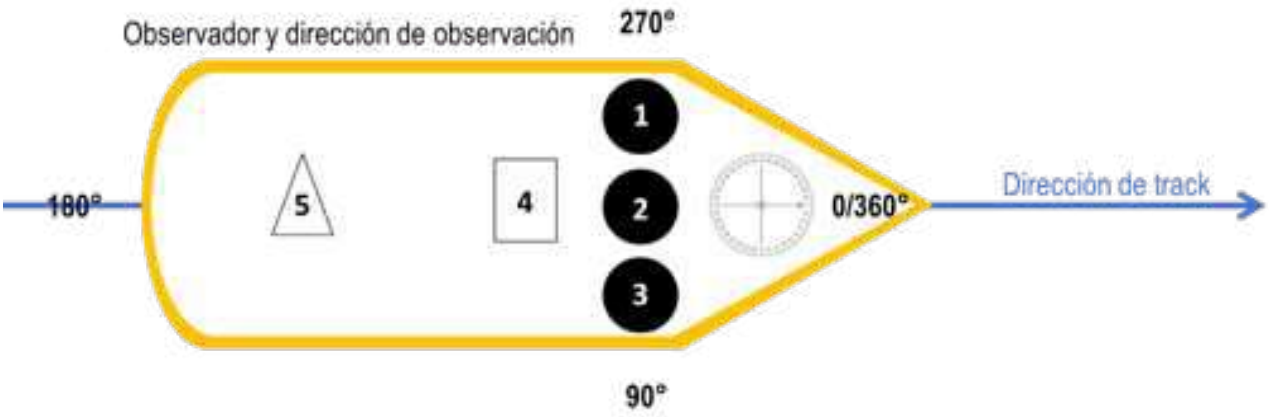


Figura 10.1.1.1 Configuración del personal a bordo

Al comienzo de la prospección, se da inicio al esfuerzo de observación para la búsqueda de cetáceos con los observadores en sus puestos. Al inicio de cada esfuerzo de observación, el encargado de registro de información anota la hora de inicio del esfuerzo, en el formulario de "registro condiciones ambientales y esfuerzo" (ANEXO 3). También registra las condiciones ambientales y el orden de los observadores. El desplazamiento de las embarcaciones fue cercano a los 10 nudos.

Los observadores (1, 2, 3) van escaneando visualmente su área de observación de manera constante. Las rutas de navegación se registran mediante mapas construídos en base a los registros de ubicación geográfica (GPS) usando el software Arcmap 10.3.1.

Para la búsqueda y seguimiento de los delfines nariz de botella residentes se realizó un transecto bordeando la isla Chañaral y las islas Choros-Damas (Figura 10.1.1.2), denominándolo de ahora en adelante "transecto perímetro". Esta ruta fue diseñada considerando la experiencia previa del equipo de trabajo, donde la tasa de encuentro con el grupo de delfines residentes ha sido mayoritariamente en la cercanía de las islas. Adicionalmente, con la finalidad de avistar ésta y otras especies de cetáceos potencialmente presentes en el área de estudio, se llevaron a cabo transectos en forma de zigzag y lineales, dentro y en aguas circundantes a RMICD y a la RMIC, con el fin de optimizar la cobertura del área de estudio. Cada transecto tuvo una longitud de 4 km aproximadamente, y sus vértices forman ángulos entre 49° y 118° siguiendo lo propuesto por Faustino et al. (2010). Las trayectorias de navegación con los transectos preestablecidos fueron cargados a dos GPS (modelo GPSMap 64 Garmin) con la finalidad de guiar al capitán de la embarcación a lo largo de cada transecto. Cabe mencionar que el "transecto perímetro" descrito anteriormente solo fue diseñado y realizado para los delfines nariz de botella residentes.

En total se realizaron cinco prospecciones marinas (Tabla 10.1.1.1) entre mayo de 2019 y enero de 2020. Estas prospecciones estaban planificadas de manera bi-mensual. Sin embargo, dada las condiciones climáticas adversas, la prospección correspondiente al mes de julio de 2019 se realizó durante agosto de 2019. Cabe mencionar que adicionalmente a la última prospección marina (quinta) se realizó un embarque extra de manera oportunista (13 de enero de 2020) en el cual se logró completar la actividad de foto-identificación de los delfines residentes debido a que los transectos, cobertura fotográfica de los individuos y tiempo dedicado a esta actividad fue suficiente y comparable. Se destaca que no fue posible realizar la sexta prospección marina comprometida en el proyecto debido a que las condiciones sanitarias producto de la pandemia impidieron el traslado a las áreas de estudio.

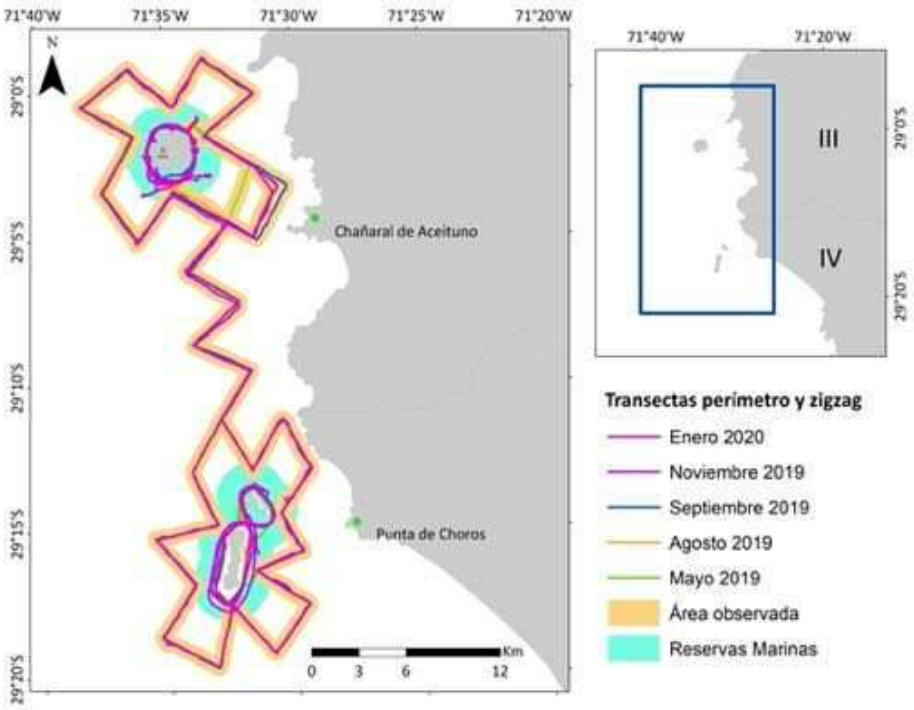


Figura 10.1.1.2. Integración de las trayectorias realizadas durante el periodo de estudio. Transectas perímetro (alrededor de las islas) y zigzag.

Tabla 10.1.1.1. Resumen de las prospecciones marina realizadas durante el periodo de estudio.

Fecha	Lugar	Tipo de transecto	N° de transectos	Km recorridos	Área observada (km^2)
23, 24 y 26 de Mayo de 2019	Chañaral	Perímetro	2	21	-
		Zigzag	17	71	65,7
	Punta de Choros	Perímetro	2	34,5	-
		Zigzag	16	59,5	58,5
5 de Agosto de 2019	Chañaral	Perímetro	1	10,8	-
		Zigzag	17	76,1	70,9
	Punta de Choros	Perímetro	1	19,1	-
		Zigzag	16	60,2	58,8
6 y 7 de Septiembre de 2019	Chañaral	Perímetro	2	20,91	-
		Zigzag	17	74,9	69,9
	Punta de Choros	Perímetro	2	37,8	-
		Zigzag	16	60,8	58,8
20 y 21 de Noviembre de 2019	Chañaral	Perímetro	2	21,4	-
		Zigzag	17	70,5	68,9
	Punta de Choros	Perímetro	2	42,6	-
		Zigzag	16	60,1	58,6
13 de Enero		Embarque extra	-	18	-
14 y 15 de Enero de 2020	Chañaral	Perímetro	2	22,7	-
		Zigzag	16	70,4	68,6
	Punta de Choros	Perímetro	2	39,4	-
		Zigzag	17	60,1	58,6

II. Avistamiento y seguimiento grupal de cetáceos

Los avistamientos de cetáceos se realizaron desde un bote de investigación, el cual se maniobró con la precaución de minimizar el impacto en la conducta de los animales según lo indicado por Nowacek et al. (2001) y Constantine et al. (2004), es decir, se mantuvo la velocidad similar a la que presenta el grupo de delfines o bien el bote permaneció con el motor en neutro en caso que los delfines presentaran movimientos muy lentos, manteniéndose en el mismo lugar. Según protocolo, se priorizó una distancia aproximada de 50 m (Constantine et al. 2004) entre el bote de investigación y el grupo de animales. Sin embargo, esta distancia fue variable si el equipo se encontraba en actividades de foto-identificación de los individuos (a una distancia promedio de 40 m) y/o cuando los mismos individuos se acercaban al bote. Para todas las prospecciones se utilizó solo un bote de manera de causar la mínima interferencia (Nowaceck et al. 2001) en el grupo. Aún cuando se consideraron estas precauciones que minimicen el impacto de la presencia de la embarcación, se reconoce que la presencia de esta puede ser potencialmente molesta para los delfines. Sin embargo, esta posible alteración conductual fue estándar para todo el desarrollo del estudio.

Al avistar cetáceos (grupo o individuo), se registró lo siguiente en el formulario de registro de avistamientos (ANEXO 3):

- Punto de ubicación geográfica de la embarcación (posteriormente se corrigió a la posición geográfica de los individuos)
- Especie avistada
- Estimación tamaño grupal, indicando el número mínimo, máximo y estimado
- Categorías etarias (Tabla 10.1.1.2)
- Rumbo del individuo o grupo
- Conducta observada (descritas posteriormente)
- Nota (algún comentario acerca del avistamiento)

Posteriormente, ya en trabajo con el grupo y cada 10 minutos, se procede a completar la información relacionada con la planilla de seguimiento focal grupal (ANEXO 3), que considera:

- Punto de ubicación geográfica de la embarcación cada 10 minutos
- Especie en seguimiento
- Conductas observadas, registro cada 10 minutos (se describe posteriormente)
- Estimación tamaño grupal, indicando el número mínimo, máximo, y estimado
- Distancia del seguimiento y método de estimación (visual o telemetetría)
- Nota (algún comentario acerca del avistamiento)

Tabla 10.1.1.2. Descripciones de categorías etarias consideradas para delfines (Constantine 2000, Hale 2000).

Categoría etaria	Descripción
Neonato	Individuos que presentan líneas fetales laterales. Presentan movimientos descoordinados
Cría	Individuos que presentan un tamaño equivalente a ½ del individuo adulto. Se observan cercanas a un adulto frecuentemente en una posicion de protección (en contacto, bajo el adulto)
Juveniles	Individuos que presentan un tamaño equivalente a 2/3 del individuo adulto. No se encuentran cercanamente asociado a éste.
Adultos	Individuos que presentan un tamaño superior a 2 metros de longitud

II.I. Avistamiento, estimación de abundancia y seguimiento grupal de delfines nariz de botella residentes

En el caso de los delfines nariz de botella residentes, luego de registrar la información inicial de avistamiento del grupo, se procedió a realizar foto-identificación con la finalidad de estimar abundancia mediante el método de captura-recaptura fotográfica, descrito posteriormente. La foto-identificación se realizó durante el seguimiento grupal de los delfines nariz de botella residentes. Para lo anterior se realizó una aproximación a los animales a velocidad lenta y constante, con la precaución de desplazarse en forma paralela al grupo sin interceptarlo, tal como lo señala el protocolo de aproximación para pequeños y grandes cetáceos (Würsig & Jefferson 1990) y se mantuvo una distancia promedio de 40 m con la finalidad de causar la menor perturbación posible sobre los animales, a excepción de aquellas ocasiones en que los delfines se acercaron a la embarcación. Se definió como “grupo” a todos los delfines vistos en aparente asociación, desplazándose en la misma dirección y usualmente desarrollando la misma actividad (Shane 1990). El registro del posicionamiento geográfico del grupo de trabajo (tomado desde el bote de investigación que se encontraba en proximidad de los animales) se realizó cada 10 min hasta finalizar el avistamiento. Lo anterior permitió la creación de los mapas de trayectoria presentados más adelante.

II.I.I Foto-Identificación y estimación de abundancia de delfín nariz de botella residente

La identificación individual de los delfines se realizó mediante fotografías de las aletas dorsales (Hammond et al. 1990, Würsig & Jefferson 1990), las que fueron tomadas al azar, de manera perpendicular al eje del cuerpo e idealmente por ambos costados del animal (Würsig & Jefferson 1990). Las fotografías digitales fueron tomadas con cámaras digitales especializadas para este fin (Cámaras Réflex marca Canon modelos 40D, 7D y; objetivos 70-200mm y 100-400mm). En el laboratorio se realizó el revelado digital para realizar una clasificación de las imágenes, seleccionando las mejores imágenes de aleta dorsal de cada individuo. Las imágenes seleccionadas deben cumplir con los siguientes supuestos: Poseer un buen enfoque, buen contraste, un tamaño adecuado, ángulo perpendicular al eje de la

aleta y buena visibilidad de la aleta (e.g., ausencia de gotas de agua que puedan afectar a la correcta identificación del individuo). De igual forma, se debe abarcar completamente la aleta y parte del dorso del individuo (Hammond et al. 1990, Mazzoil et al. 2004). Una vez seleccionadas las imágenes, éstas se editaron mediante recorte y perfeccionamiento, utilizando los softwares Adobe Photoshop CC 2018 y/o LightroomClassic CC, y luego se archivaron mediante un código compuesto por Localidad Fecha_Residente_Número de Individuo.

Luego de realizar el proceso de clasificación y con el objeto de crear una base de datos compuesta por todos los individuos distintos identificados, se realizó el proceso de comparación entre todos los animales identificados en los avistamientos (Mazzoil et al. 2004). Las imágenes pertenecientes a un mismo individuo en distintos avistamientos, se registraron en una planilla (detallando el código de identificación de las imágenes). Al finalizar el trabajo de clasificación y comparación de las imágenes se comenzó con el diseño de un segundo catálogo de identificación, el que, a diferencia del catálogo anterior, solo incluye la mejor foto para cada individuo registrado, y se comparó con imágenes previas con las que cuenta el equipo de trabajo (Thomas 2005, Pérez-Álvarez et al. 2018) para identificar la presencia de aquellos individuos con alta residencia en la zona. Los individuos identificados como "residentes históricos", es decir, que se han avistado previamente en el área de estudio, se rotularon de la siguiente manera "Localidad Fecha_Residente Histórico Número de Individuo (ejemplo, CHA230519_RH1)".

En base a lo anterior, como proceso de identificación individual de los delfines residentes presentes en la zona se pueden establecer los siguientes pasos:

(1) selección inicial de fotografías que cumplen con los requisitos para una adecuada identificación de individuos.

(2) confección del catálogo que considere todos los individuos avistados y la mejor foto por individuo.

(3) comparación y actualización del catálogo con los individuos presentes en las prospecciones anteriores.

La abundancia del grupo de delfines residentes al área de estudio se estimó mediante la técnica de captura-recaptura fotográfica (Southwood & Henderson 2000). Esta metodología apunta a la recaptura fotográfica en distintas unidades de tiempo la cual considera una serie de supuestos (Jolly 1965, Ansmann et al. 2013) tales como: (1) que los animales marcados sean identificables y permitan ser seguidos en el tiempo; (2) los períodos de muestreo sean instantáneos (es decir, el tamaño de la población no cambia durante las sesiones de muestreo); (3) que los animales marcados tengan la misma probabilidad de ser recapturados que los animales sin marcas (es decir, la conducta no es una variable que influya en la recaptura); (4) que cada individuo de la población tenga la misma probabilidad de captura en un período de muestreo determinado; y (5) que cada animal marcado tiene la misma probabilidad de supervivencia entre los períodos de muestreo. Para la estimación de abundancia se utilizó el Índice de Chapman (Chapman 1951, ver ecuación a continuación), desarrollado para poblaciones pequeñas considerando las salidas en las cuales se avistó el grupo de delfines residentes. Adicionalmente, luego de cada salida realizada, se complementó el conteo grupal

obtenido (tamaño mínimo, máximo y estimado) con el número de individuos foto-identificados.

$$N \text{ estimado: } \frac{(n1 + 1)(n2 + 1) - 1}{(m2 + 1)}$$

Donde:
N= estimado del tamaño poblacional
n1= número de individuos de muestra 1
n2= número de individuos de muestra 2
m2= número de individuos en muestra 2 que también están en muestra 1.

Luego de realizar el proceso de clasificación y con el objeto de crear una base de datos compuesta por los distintos individuos identificados, se realizó el proceso de comparación entre todos los animales identificados en los avistamientos (Mazzoil et al. 2004). Se actualizó el catálogo de identificación iniciado en el marco de este proyecto en el que se incluyeron las fotografías de los individuos presentes durante todos los avistamientos realizados en el período de estudio (junto con el código de identificación de las imágenes. Adicionalmente, se confeccionaron dos planillas para organizar la información. La planilla 1 planilla considera el código de individuos avistados por salida, fecha, lugar y avistamiento en el que se registró ese individuo en particular, y la planilla 2 de presencia-ausencia para el registro los delfines presentes en el área de estudio.

II.I.II Seguimiento focal grupal de delfines nariz de botella residentes

De manera complementaria se realizó seguimiento focal grupal y registros conductuales (Tabla 10.1.1.3) del grupo siguiendo la metodología de escaneo "scan sampling" con registro de actividad predominante grupal cada 10 minutos (Mann 1999, Constantine et al. 2004). Si bien la presencia del bote de investigación durante el trabajo de foto-identificación puede alterar la conducta de los delfines, se tuvo en consideración (1) mantener la presencia de sólo un bote, (2) el cumplimiento del protocolo de trabajo para minimizar el potencial impacto, y (3) la estandarización de este protocolo de trabajo durante todas las prospecciones (Nowacek et al. 2001, Constantine et al. 2004) con fines comparativos. El registro de las conductas para los delfines nariz de botella residentes se realizó como una evaluación preliminar de una potencial preferencia o selección de área por parte de los delfines. Así, resultados asociados a una mayor presencia de los individuos en una determinada área y una mayor variedad de conductas desplegadas en esa área (que incluyan alimentación y descanso por ejemplo, en relación a otra zona donde solo se registre desplazamiento), podría relacionarse de manera indirecta con preferencia de área (Bräger et al. 2003, Hartel 2010). Posteriormente, las conductas registradas fueron reportadas considerando la proporción de registro de cada conducta en relación al registro total de todas las categorías conductuales del periodo de estudio (frecuencia relativa porcentual).

Tabla 10.1.1.3. Descripción de comportamiento de delfines, extraída de Santos 2013, que a su vez fue modificada de Shane et al. 1986, Karczmarski et al. 2000, Constantine et al. 2004

Comportamiento	Descripción
Desplazamiento (Dsp)	Los individuos del grupo realizan movimientos persistentes y direccionales de manera sincrónica
Alimentación (A)	Los individuos realizan inmersiones frecuentes y asincrónicas en varias direcciones, sin presentar un patrón claro en la respiración y despliegue en superficie. A menudo se ven en cercanía de un cardumen de peces y/o con aves a su alrededor
Juego (J)	Consiste en varias actividades de una alta energía donde se observan saltos fuera del agua, cambios rápidos y frecuentes en la dirección, sonidos, actividades de surf con las olas
Descanso (Dsc)	Consistente en un bajo nivel de actividad, donde los delfines están flotando aparentemente estacionarios e inmóviles en la superficie, donde están unidos estrechamente
Social (S)	Se observan delfines saltando, persecución y en permanente contacto entre ellos. Incluye aspectos de juego y apareamiento. De menor energía que juego y distribuidos en una menor área
Dispersión (Dis)	Los delfines muestran un cambio frecuente en la dirección de desplazamiento. Por lo general se relaciona a la transición entre un comportamiento y otro

II.II Avistamiento, seguimiento y estimaciones grupales de "otros cetáceos"

Para efectos de este informe se entiende como "otros cetáceos" aquellos avistados durante el desarrollo de este proyecto que no correspondan a los delfines nariz de botella residentes, los cuales fueron trabajados de manera diferente debido a la posibilidad de encontrarse en el área de estudio.

Como se mencionó anteriormente en la descripción del diseño de las prospecciones marinas, la prospección de búsqueda de otras especies de cetáceos se realizó en zig-zag con la finalidad de optimizar la cobertura del área prospectada. Al momento de avistar un grupo/individuo se realizó una identificación visual de la especie al igual que como fue descrito para *T. truncatus*, y tal como explicitan las bases técnicas de la presente propuesta. Posteriormente, se procedió a la aproximación según el protocolo establecido, abandonando la transecta, para comenzar con el registro fotográfico de las especies que consideren las características diagnósticas de éstas. Durante las mismas prospecciones marinas establecidas para los delfines nariz de botella residentes, se realizó un conteo estimado del tamaño grupal de las distintas categorías etarias identificadas. En el caso que el grupo fuese reducido, se realizó foto-identificación de todos los individuos presentes, y en el caso que el tamaño grupal fuera grande (como por ejemplo delfines nariz de botella no residentes o delfines oscuros), se fotografiaron individuos al azar sin asegurar la cobertura del grupo. Luego de cada prospección marina realizada, se complementó la estimación de tamaño grupal obtenido con el número de individuos foto-identificados en aquellos avistamientos que el tamaño grupal permitió una adecuada cobertura fotográfica de individuos. Cabe mencionar que estas especies de cetáceos, dada la incerteza de su

avistamiento espacial y temporal, no contaron con una estimación de abundancia propiamente tal (distance sampling o captura–recaptura) sino que con una estimación de tamaño grupal, como fue mencionado anteriormente.

Adicionalmente, siguiendo el mismo protocolo descrito anteriormente, se registraron las categorías de comportamiento generales (Tabla 10.1.1.4), siguiendo el protocolo de escaneo con muestreo de actividad grupal predominante (Mann 1999) en caso que se esté frente a un grupo de individuos. Cada 10 min se registraron el comportamiento de los individuos, dirección de desplazamiento y coordenadas GPS de la ubicación. Las conductas se reportaron por especie de cetáceo, considerando la proporción del registro de cada conducta observada en relación al registro total de todas las categorías conductuales obtenidas para la especie (frecuencia relativa porcentual).

La permanencia o retorno de algunos individuos al área de estudio, particularmente en el caso de la ballena fin, se realizó mediante comparación de catálogos de identificación con registros previos con los que cuenta el equipo de trabajo.

Tabla 10.1.1.4. Descripción de comportamiento de grandes cetáceos, extraída de Barilari 2018, modificada según Gailey et al. 2005, Baumgartner 2008 y Bertulli 2010.

Comportamiento	Descripción
Desplazamiento (Dpl)	Los individuos presentan movimientos unidireccionales que se mantienen en el tiempo, a una velocidad constante
Alimentación (A)	Los individuos presentan movimientos no direccionales dentro de un área delimintada. Durante la alimentación en superficie se puede observar parte del cuerpo de los animales fuera del agua. ocacionalmente se presentan aves y otras especies alimentándose en el área
Descanso (DSC)	Se observan movimientos erráticos de los indivudos en un área reducida y tiempos constantes de apnea

III. Sexaje y caracterización genética (MtDNA región control) de ballena fin

Los días 22 de Noviembre de 2019 y 15 y 16 de Febrero de 2020 se realizaron muestreos de ballena fin presentes en el área de estudio con fines de análisis genéticos. La toma de muestra (biopsia) se realizó con un rifle Paxarms para toma de biopsias (Harlin et al. 1999). Debido que la especie no presenta un marcado dimorfismo sexual, la determinación de sexo de los ejemplares se realizó mediante la utilización de marcadores moleculares sexo-específico según los protocolos de Gilson et al. (1998) y Rosel (2003). Se consideró la utilización de dos marcadores simultáneamente, obteniendo la amplificación de fragmentos de 442-445pb (genes ZFX/ZFY) en machos y hembras (Aasen & Medrano 1990) y un fragmento de 224 pb (gen SRY) en machos solamente (Gilson et al. 1998). Posteriormente, se realizó la extracción de ADN siguiendo el protocolo de extracción salina (Aljanabi & Martínez 1997) y se amplificó un fragmento de ADN mitocondrial (región control) utilizando los partidores M13Dlp1.550-TGTAAAACGACAGCCAGTTCACCCAAAGCTGRARTTCTA-30 y 8G 50GGAGTACTATGTCCTGTAACCA-30 (Dalebout et al. 2005). Se realizaron reacciones de

amplificación en un volumen total de 25 ml, con 12,7 ml de agua, 5 ml de 10X PCRbuffer (Invitrogen), 2 ml a 50mM de MpgCl2 (Invitrogen), 1 ml a 10mM de cada marcadory 2 ml a 1mM de dNTP mix (Invitrogen). Por volumen de reacción se utilizó 1,5e^2 unidades deADN Taq polimerasa (Invitrogen) y 50 ng de ADN. Aunque los productos de PCR se obtuvieron y se enviaron a secuenciar al exterior, estos resultados no son reportados debido a la suspensión de servicio de los laboratorios dada la pandemia actual.

10.1.2 Pingüino de Humboldt

Las excursiones a las islas Choros y Chañaral para el monitoreo de aves marinas se realizaron durante la temporada reproductiva 2019–2020 (Tabla 10.1.2.1) por personal del Laboratorio de Ecología y Diversidad de Aves Marinas (EDAM) de la Universidad Católica del Norte. Las excursiones a las islas se realizaron entre septiembre de 2019 a febrero de 2020, totalizando 12 excursiones (Tabla 10.1.2.1).

Tabla 10.1.2.1. Fecha de las visitas realizadas a las islas Choros y Chañaral para el monitoreo de aves marinas durante la temporada reproductiva 2019–2020.

Año	Mes	Isla	
		Choros	Chañaral
2019	Setiembre	24–27	
	Octubre	18–23	14–18
	Noviembre	19–23	
	Diciembre	11–15	16–20
2020	Enero	3–7	
		20-24	
	Febrero	6–7	3–4
		26	23

I. Monitoreo de colonias de pingüino de Humboldt *Spheniscus humboldti*

Al inicio de la temporada reproductiva se delimitó el perímetro de los parches de nidificación que comprenden la colonia de cada isla utilizando un GPS Garmin. Posteriormente el área total de la colonia a ser estudiada fue estimada mediante el uso de ArcGIS. En cada parche visitado se utilizó la metodología de censo de Línea de Transecto (*Distance sampling*) descrita por Buckland et al. (1993). La idea básica del método consiste en que el observador realiza recuentos estandarizados de los objetos de interés, en este caso nidos de pingüino de Humboldt, a lo largo de una serie de líneas de transectos (LT) que pueden tener distintos largos. Un supuesto fundamental del método es que se detectan todos los objetos que están en el transecto. Para cada objeto detectado se mide su distancia a la LT. El grado de detectabilidad del objeto depende de su distancia a la LT. Cuando aumenta la distancia del objeto a la LT, la probabilidad de detección disminuye lo que resulta en un menor número de detecciones. Es por ello que el análisis posterior de

los datos consiste en generar una función de detección de las distancias observadas y utilizar esta función para estimar la proporción de los nidos que no fueron detectados. Una vez ajustada la función de detección se puede obtener el punto y las estimaciones de abundancia de los nidos en el área de estudio. Los cálculos se realizan en el software de libre acceso *Distance* (Thomas et al. 2010), que contiene las herramientas tanto para el diseño del muestreo como para el análisis de los datos. Los siguientes supuestos de la metodología fueron considerados durante el trabajo de terreno: (1) El objeto no se debe alejar cuando detecte al observador, puesto que afectaría la detectabilidad del objeto. En este caso el nido es un objeto fijo y por lo tanto la detectabilidad no se vió afectada por el observador, (2) La medición de la distancia entre la línea de transecto y el nido fue perpendicular y exacta (Buckland et al. 2008). Usamos distanciométros láser para medir la distancia y escuadras para trazar una perpendicular entre el objeto y la LT, y (3) Las líneas de transecto fueron definidas en forma completamente aleatoria al interior de los parches de cada colonia, usando una rutina disponible en el software ArcGIS. En cada isla las LT midieron entre 40 y 50 m de largo y 10 m de ancho a cada lado de la línea central del transecto para evitar errores.

En cada uno de los nidos observados dentro del transecto se determinó la ocupación, activo o inactivo. Un nido activo es aquel que presenta evidentes señales de uso reciente, está ocupado por uno o dos adultos, y tiene huevos o pollos. Estos nidos se categorizaron de acuerdo a la nomenclatura propuesta por Simeone & Bernal (2000):

1. Cueva de tierra (CV)
2. Cueva de guano (CG)
3. Cueva de roca (CR)
4. Caverna (CA)
5. Cubierto por roca (CbR)
6. Protegido por roca (PR)
7. Cubierto por vegetación (CVg)
8. Protegido por vegetación (PV)
9. Expuesto (E)

II. Biología reproductiva: Marcaje y seguimiento de nidos de pingüino de Humboldt

Marcaje y seguimiento de nidos

El marcaje de nidos para el monitoreo de la biología reproductiva de los pingüinos se realizó sólo en la isla Choros. En cada parche de la colonia, se marcaron en total 60 nidos: 15 en septiembre, 24 en octubre, 17 en noviembre y 4 en diciembre, los que se fueron sumando al estudio a medida que se registró que las parejas iniciaban la incubación. Los nidos fueron marcados con estacas de madera, fotografiados y georeferenciados. En cada una de las fechas señaladas arriba (ver Tabla 10.1.2.1) se visitó cada uno de los nidos para monitorear el número de adultos, huevos y pollos. El último registro se realizó el 22 de enero de 2020. Al igual que arriba, se categorizaron los nidos en función de su

arquitectura (Simeone & Bernal 2000). Las estacas de madera fueron removidas de cada nido al final de la temporada reproductiva.

III. Conteo de individuos durante el periodo de muda del Pingüino de Humboldt

Para el censo de pingüinos durante la muda de plumaje se utilizó la misma metodología propuesta por Wallace & Araya (2015). Las islas fueron visitadas en dos ocasiones, separadas las visitas por dos semanas. En cada ocasión se recorrió el perímetro de las islas siguiendo la misma ruta. Se examinó cuidadosamente el perímetro y se contabilizó el número pingüinos mudando, registrándolos de acuerdo a los distintos estados de la muda (ver más abajo). Las observaciones se realizaron utilizando binoculares, cámara fotográfica y un contador manual, siempre manteniendo una distancia mínima de 300 m y evitando ser vistos en todo momento para reducir la perturbación y el estrés que provoca en esta especie la cercanía con humanos. Se utilizó un GPS Garmin para georreferenciar los puntos de observación. Dos observadores contaron simultáneamente y se registró el valor promedio cuando la diferencia entre ambos no fue mayor al 5%. En caso contrario, se repitió el recuento y se registró la media de los dos recuentos cuyos valores se encontraron más cercanos entre ellos. La muda del plumaje en el pingüino de Humboldt se registró en las islas Choros y Chañaral en el mes de febrero 2020.

Se utilizó la clasificación propuesta por Wallace & Araya (2015) para registrar el número de pingüinos en los siguientes estados de muda, la cual se basa en la proporción de pérdida de plumaje antiguo:

- Estado 0: aún no muda, con plumaje parduzco y desgastado.
- Estado 1: ya comenzó la muda, con pequeños parches de plumaje viejo faltantes.
- Estado 2: la muda ya casi termina, con algunos remanentes de plumas viejas en la cabeza.
- Estado 3: la muda ya concluyó, individuo con plumaje nuevo.

Para estimar el total de pingüinos en muda se usó el valor mayor de la segunda fecha de conteo. Esto es, al total de la segunda fecha de conteo, se sumó el número de aves en estados 2 y 3 de la primera fecha de conteo, porque éstos probablemente habían terminado la muda y se encuentran en el mar al momento de la segunda fecha de conteo. Se incluyó únicamente las aves con plumaje adulto y juveniles mudando a plumaje adulto. Se asume que el número de juveniles no es representativo del total de juveniles de la población, porque el máximo de la muda de juveniles ocurre antes (Simeone et al. 2002).

IV. Abundancia y diversidad de aves en Isla Choros

La Isla Choros provee de habitat reproductivo a varias especies de aves marinas de importancia para la conservación (Simeone et al. 2003). Durante las excursiones a esta isla se determinó la abundancia reproductiva de las aves marinas que allí nidifican. Se

identificaron dos zonas de nidificación, una zona en el borde Este de la isla y otra zona ubicada en el sector centro-sur. El sector este de la isla se recorrió en bote y se registraron con GPS los puntos en donde se ubican de las colonias. Durante la temporada reproductiva, cada punto de observación fue monitoreado mediante fotografías, lo cual permite aumentar la precisión de los recuentos por especie. La metodología para la toma de fotografías consistió en: (a) capturar la mayor cantidad de aves en la colonia, (b) mediante superposición de fotografías construir una fotografía panorámica para cubrir la mayor área posible, y (c) incluir la mayoría de los individuos en la foto. Para cada fotografía, se registraron las coordenadas geográficas, el código de las fotografías correspondiente, nombre de la especies y otras características que ayudaron con la descripción de la colonia (e.g. presencia de pollos en la colonia). La toma de fotografías no superó los 6 minutos aproximadamente en cada colonia. El calculo del número de adultos se realizó a partir de las fotografías utilizando el programa Image-Pro Plus 6. El número de nidos, huevos, pollos o juveniles, en caso de ser identificados en la fotografía, también fueron considerados en el recuento. Las especies de aves marinas nidificando en el borde este de la isla incluye piquero, gaviotín monja y los cormoranes yeco y lile. La colonia ubicada en el sector centro-sur de la isla correspondió al cormorán guanay. En este caso, el fácil acceso a la colonia nos permitió acercarnos caminando a una distancia máxima de 30 m. Debido a la sensibilidad de reacción de la especie por la presencia humana, durante el periodo reproductivo, las fotografías fueron tomadas detrás de una roca grande, desde donde los animales no pudieron detectar nuestra presencia. Para las fotografías se utilizaron los mismos criterios arriba mencionados.

V. Monitoreo de colonias de Yunco de Humboldt *Pelecanoides garnotii*

Número, ubicación y tamaño de los parches de las colonias reproductivas del yunco en isla Choros

Los parches de colonia (en adelante llamados “parches”) de yunco con más de diez nidos fueron georreferenciados caminando alrededor del perímetro – a una distancia de 1 m de la periferia del parche – grabando los puntos del GPS cada 3–5 m. Se determinó la distribución espacial de los parches y el tamaño de cada parche.

Densidad y número total de nidos

En parches con ~80 nidos o menos se aplicó un conteo por observación directa. En estudios preliminares (Fernández et al. 2020) se estableció que en parches con ~80 nidos o menos (área de 59±52 m^2, n=30) no es posible estimar con precisión la densidad de nidos mediante el uso de parcelas circulares debido a su pequeño tamaño. Se utilizó una parcela de forma circular con un área de 0.44 m^2 en aquellos parches con un número mayor a ~80 nidos. El número de nidos registrados por observación directa en cada parche se realizó por, al menos, dos observadores. El valor final fue el promedio obtenido de los valores entre cada observador. En los parches que presentaron sobre 80 nidos, la parcela circular se lanzó hacia el centro y hacia la periferia del parche. El muestreo se realizó

alternando centro/periferia cada 20 pasos de forma sistemática. La parcela circular se ató a una cuerda de 10 m de longitud. Para la periferia, la parcela circular se lanzó de forma aleatoria en cada parche utilizando sólo 3 m de longitud de cuerda. Para el centro del parche, la parcela circular se lanzó hacia el centro utilizando los 10 m de longitud de cuerda. El criterio para determinar si un nido se encuentra dentro o fuera del plot consistió en observar que la entrada del nido se encontrara totalmente dentro de la parcela circular, si la entrada del nido estaba solo parcialmente dentro de la parcela circular se excluyó del conteo.

Para cada parche, el área de la parcela circular se multiplicó por el número total de veces que la parcela circular fue aplicada en el parche para obtener el área total de muestreo. Para obtener la densidad de entrada de nidos, el número total de nidos se dividió por el área total de muestreo. El número total de nidos se estimó mediante la multiplicación entre la densidad de nidos y el área del parche. El promedio de densidad de nidos y la desviación estándar se obtuvo del muestreo de los parches en la isla.

Determinación del número de nidos activos y número de parejas reproductivas de acuerdo al monitoreo de la ocupación de nidos en los parches de colonia.

Se utilizó una cámara endoscópica, modelo *Laserliner VideoFlex G2 Flex* endoscopio, para determinar la ocupación de 10 nidos por cada parche. La ocupación de los nidos se realizó sólo en la periferia de los parches (para evitar el riesgo de colapso de los parches al ingresar en ellos). Para cada nido se definió una de las siguientes cinco categorías: (1) pollo presente, (2) adulto presente, (3) adulto con huevo, (4) adulto con pollo, o (5) nido vacío. Se registraron los nidos que presentaron más de una entrada a la cámara de incubación.

El porcentaje total de nidos activos se determinó como se menciona a continuación: el número total de nidos ocupados entre el número total de nidos examinados por 100. Para estimar el total de nidos activos, el número total de nidos estimados (ver arriba) en cada parche se multiplicó por el porcentaje de nidos activos estimado para el periodo de muestreo. Mediante un procedimiento de *boostrap* se obtuvo el promedio y el intervalo de confidencia al 95% del número de parejas reproductivas, considerando un factor de corrección de 0.04 (que considera aquellos nidos con doble entrada).

10.1.3 Chungungo

Para determinar la abundancia de chungungos y realizar estudios de su comportamiento en las islas Chañaral, Choros y Damas, se realizaron cuatro campañas de terreno entre septiembre de 2019 y febrero de 2020 (Tabla 10.1.3.1). En primer lugar, entre el 02 y 09 de septiembre de 2019, se realizó una campaña prospectiva con la finalidad de determinar la presencia/ausencia o signos de presencia indirecta de chungungos (i.e., madrigueras, defecaderos, fecas, restos de comida, huellas) en las tres islas. Posteriormente, entre noviembre de 2019 y febrero de 2020 se realizaron tres campañas de terreno con la finalidad de estimar la abundancia relativa y densidad de

chungungos, así como realizar estudios de comportamiento en sitios del borde costero que fueron definidos tomando como base la ubicación de las madrigueras registradas en la campaña prospectiva.

Tabla 10.1.3.1. Fecha y lugar de las campañas de terreno realizadas en isla Chañaral (Cha), isla Choros (Cho), e isla Damas (Dam) para la estimación de abundancia de chungungos.

Campaña	Fecha de inicio	Fecha de término	Lugar
Prospección	02-09-2019	09-09-2019	Cha / Cho / Dam
Campaña abundancia 1	04-11-2019	11-11-2019	Cha
Campaña abundancia 2	11-12-2019	21-12-2019	Cho / Dam
Campaña abundancia 3	16-02-2020	22-02-2020	Cha

I. Campaña prospectiva

Para la búsqueda de chungungos o signos de su presencia indirecta, tres observadores recorrieron el perímetro de cada isla (Figura 10.1.3.1 y Figura 10.1.3.2) observando la franja litoral desde los 30 m por sobre la línea de alta marea y 150 m mar adentro desde la misma. Las observaciones se realizaron con binoculares 10x42 y 10x50 (Figura 10.1.3.3), lo cual se complementó con un *spotting scope* 20-60X para aumentar la certeza en la identificación de los individuos cuando éstos se encontraban distantes. Debido a las características topográficas de las islas, en general, las observaciones se realizaron desde arriba de los acantilados (excepto isla Damas), y sólo en caso de poder descender a las playas y roqueríos, se recorrió el borde inferior de los acantilados para buscar individuos o signos de presencia de chungungos con mayor detalle entre las rocas. De acuerdo con Medina-Vogel et al. (2006), se prestó especial atención a las áreas rocosas, escarpadas y expuestas que poseen galerías y oquedades naturales, ya que corresponden a las áreas características que habita esta especie. Una vez detectado un individuo o signo de presencia de chungungos, se registró la ubicación geográfica con un GPS (Garmin GPSMAP 64, Taiwán).

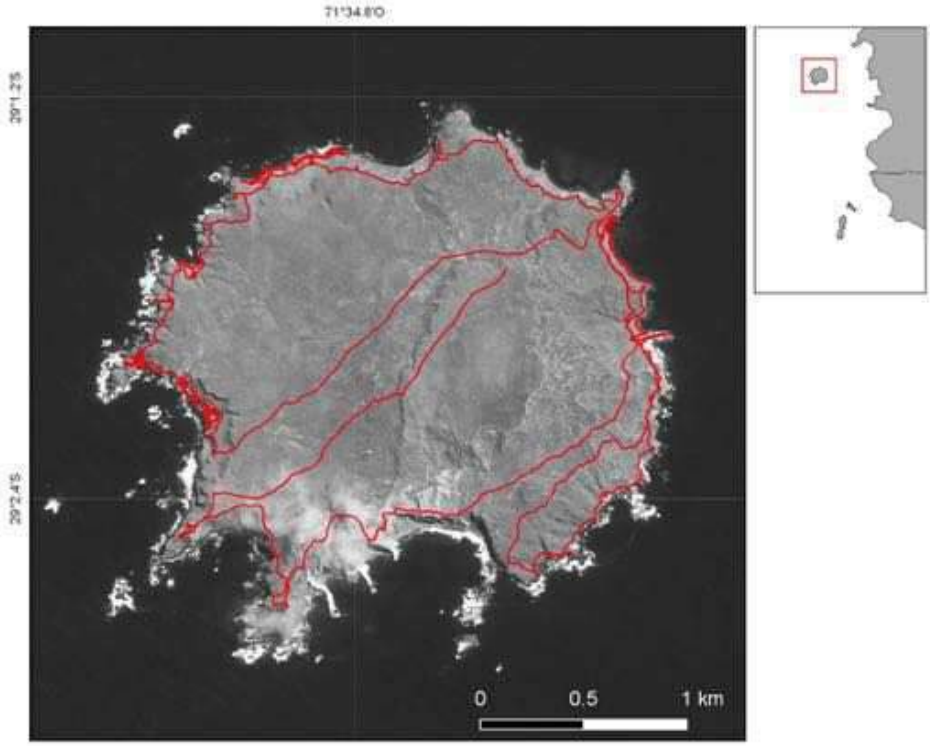


Figura 10.1.3.1. Ruta de recorrido por el perímetro de isla Chañaral durante la campaña prospectiva que se realizó en septiembre de 2019.

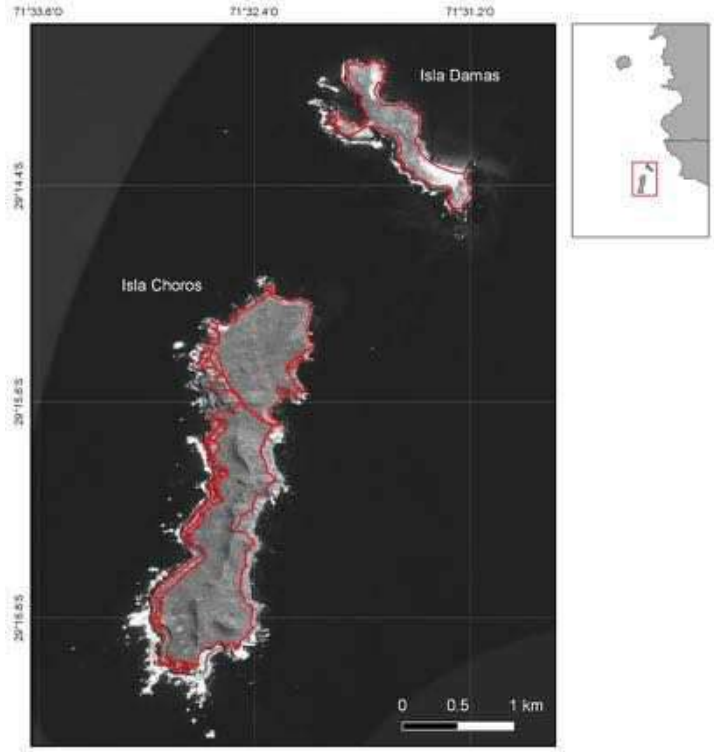


Figura 10.1.3.2. Ruta de recorrido por el perímetro de isla Choros e isla Damas durante la campaña prospectiva que se realizó en septiembre de 2019.



Figura 10.1.3.3. Investigadores del proyecto en búsqueda de signos de la presencia de chungungos en isla Chañaral. © Guido Pavez.

II. Campañas para estimación del tamaño poblacional

Luego de la campaña prospectiva de septiembre, la localización geográfica de los chungungos y/o signos de su presencia fueron traspasados a un mapa utilizando el software QGIS, con la finalidad de identificar las zonas con presencia y/o uso por parte de los chungungos (especialmente la ubicación de las madrigueras). A partir de esta información, se definieron sitios en el perímetro de las islas donde se realizaron las observaciones de estimación de abundancia y registro del comportamiento de los individuos. En el caso de isla Chañaral, se definieron nueve sitios de muestreo (Figura 10.1.3.4), y en el caso de las islas Choros y Damas, se definieron seis y dos sitios, respectivamente (Figura 10.1.3.5 y Figura 10.1.3.6). Cabe destacar que no se pudo aplicar la metodología para estimación de abundancia en la zona sur de isla Chañaral debido a que los acantilados presentan una gran altura, de alrededor de 100 m, lo cual dificulta la observación y seguimiento de chungungos. Adicionalmente, tampoco fue posible aplicar la metodología en el lado este de isla Choros, debido a que la campaña de terreno para prospectar esta zona se iba a realizar durante la tercera semana de marzo de 2020 (periodo en que disminuye la abundancia de pingüinos en esa zona) y debió ser suspendida por la pandemia.

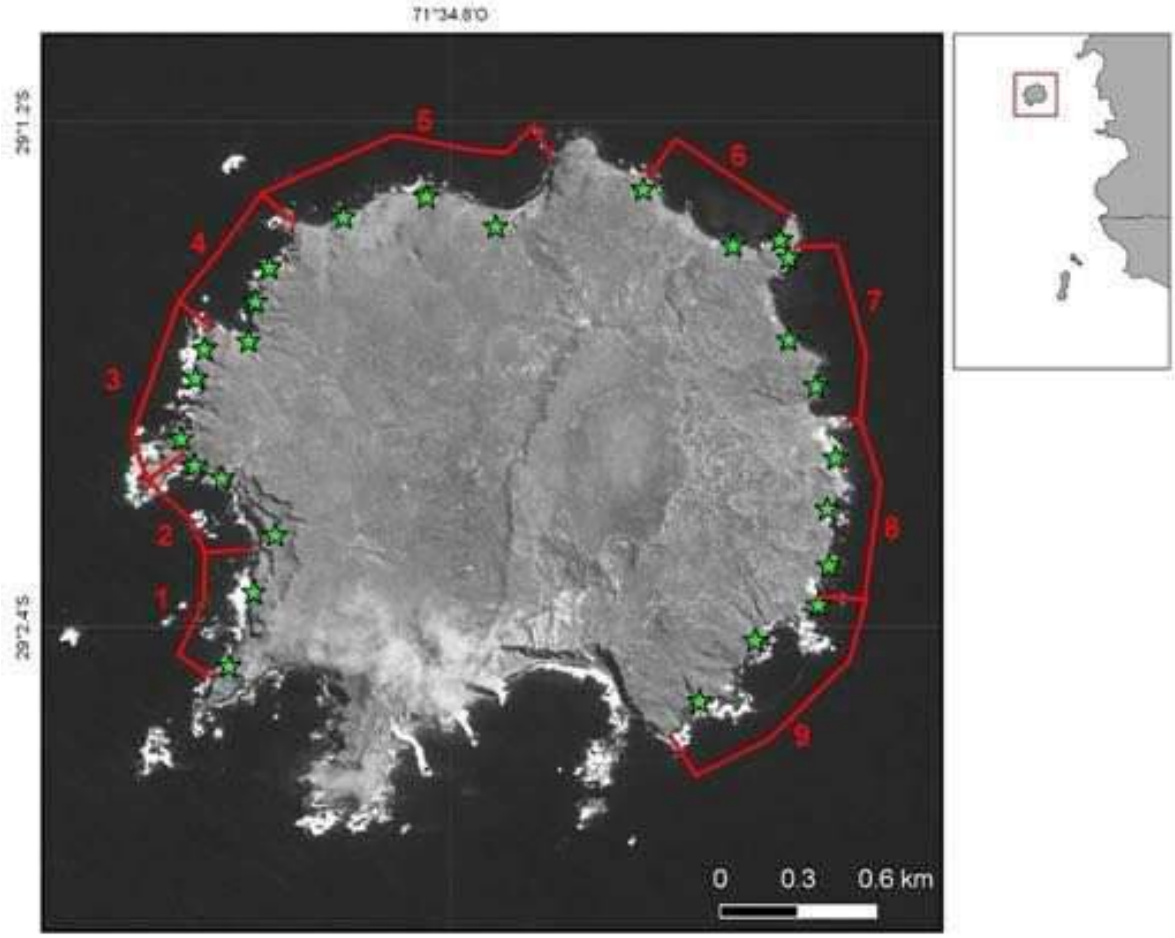


Figura 10.1.3.4. Delimitación de los nueve sitios de observación para estimar la abundancia de chungungos en isla Chañaral. Las estrellas muestran la ubicación de los observadores.

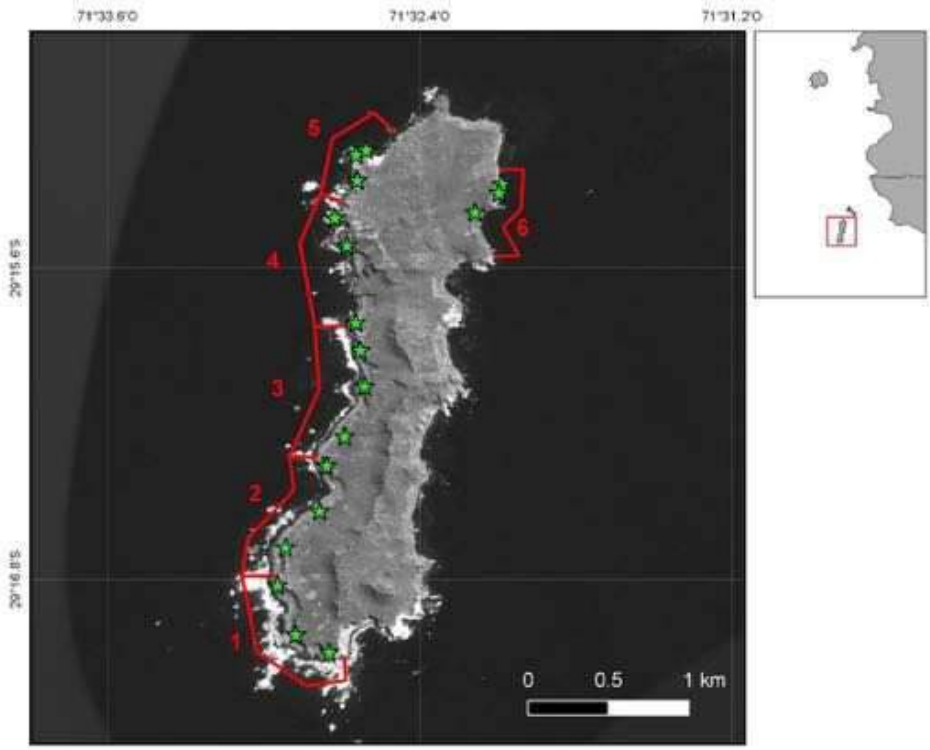


Figura 10.1.3.5. Delimitación de los seis sitios de observación para estimar la abundancia de chungungos en isla Choros. Las estrellas muestran la ubicación de los observadores.

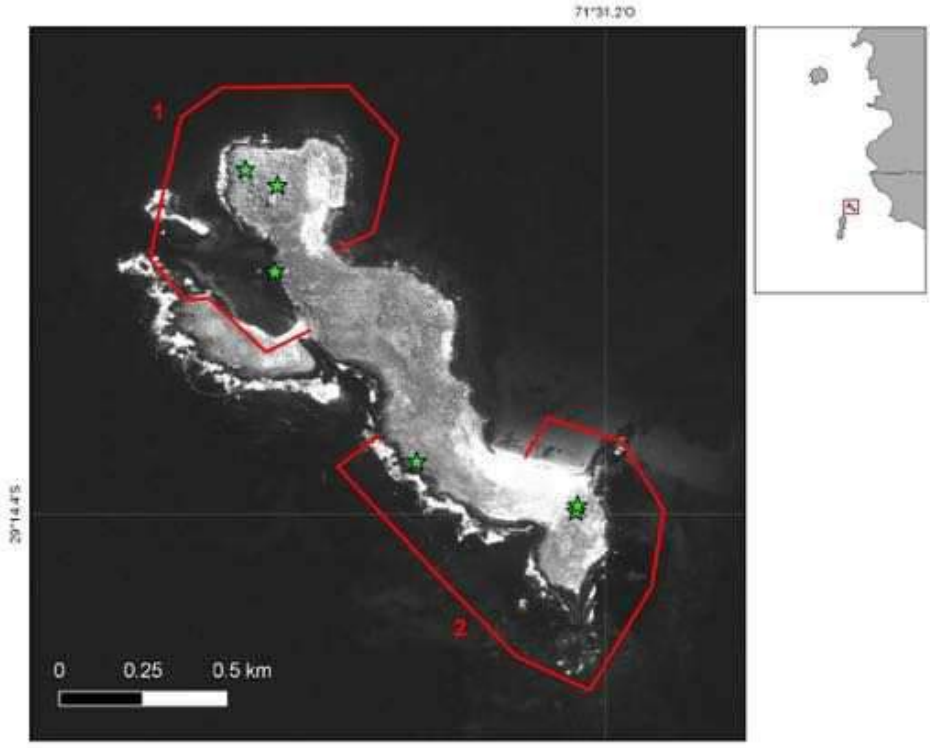


Figura 10.1.3.6. Delimitación de los dos sitios de observación para estimar la abundancia de chungungos en isla Damas. Las estrellas muestran la ubicación de los observadores.

Para este propósito se utilizó la metodología de observación directa en el área de cada sitio (Medina-Vogel et al. 2006). Brevemente, se subdividió cada sitio en tres sectores de similar tamaño, siendo delineados mediante marcas naturales del ambiente (e.g. rocas, grietas, salientes del acantilado, entre otros). De acuerdo con esto, tres observadores se ubicaron sobre los acantilados, cada uno frente a un sector dentro del sitio, con el fin de registrar los avistamientos de chungungos (Figura 10.1.3.7). Las observaciones para determinar abundancia se realizaron mediante escaneos simultáneos por los tres observadores durante 5min, en intervalos de 10min (tiempo durante el cual se realizaron observaciones de comportamiento, ver párrafo siguiente), para lo cual cada observador debió registrar la presencia de chungungos solamente dentro de su sector de observación, sin solaparse con el sector del observador adyacente. Para las observaciones se utilizaron binoculares 8x42 y 10x50 (marca Bushnell y Trek). La determinación de abundancia se realizó en períodos continuos de 2h, tres veces al día, en horarios mañana (9:30-11:30h), mediodía (12:30-14:30h) y tarde (15:30-17:30h). El número de individuos por sitio correspondió al número máximo de nutrias registradas por los tres observadores simultáneamente durante un escaneo de 5 min en las 6 h de observación diaria. Es importante destacar que este cálculo no corresponde al número acumulado (i.e. suma) de chungungos contados durante las 6 h de observación. Debido a que las nutrias que se encontraban bajo la superficie no pudieron ser registradas, existe un sesgo que podría causar una subestimación de la abundancia de nutrias, lo cual es inherente a la metodología aplicada. Para disminuir este sesgo, se aumentó el tiempo de observación a 5 min, en intervalos de 10 min, lo cual es superior a los 2 min de escaneo con intervalos de 8 min propuestos por Medina-Vogel et al. (2006). Las estimaciones de abundancia se realizaron en un sitio diferente por día, y todos los sitios fueron prospectados solamente una vez durante todo el periodo de estudio. Según lo señalado por Medina-Vogel et al. (2006) y Badilla & George-Nascimento (2009), el rango de distancia en la cual los chungungos realizan sus actividades diarias es de 1 km lineal de costa. Por este motivo, en la literatura se propone que los sitios donde se realizan las observaciones deben abarcar esta distancia, considerando las madrigueras activas como punto central de dicho sitio (i.e. 500m de línea de costa a ambos lados de la madriguera). Es importante señalar que el tamaño de cada sitio pudo variar de acuerdo con la topografía del borde costero de las islas.

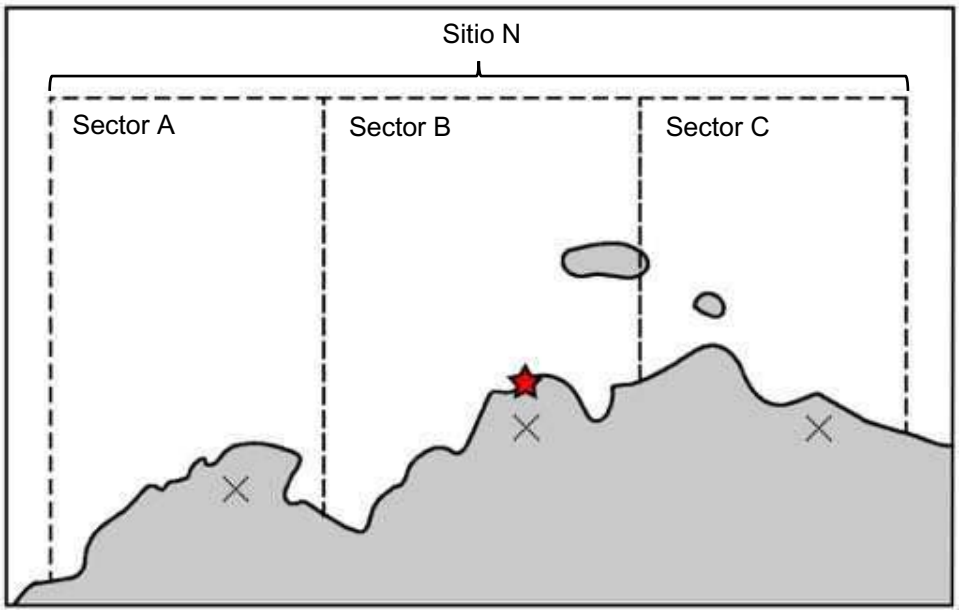


Figura 10.1.3.7. Mapa esquemático de la metodología de observación directa en el área de cada sitio (Medina-Vogel et al. 2006). Las X indican a tres observadores ubicados cada uno en un sector diferente (A, B y C), la estrella roja indica la posición de una madriguera. Cada observador se encuentra separado por una distancia aproximada de 400m, aunque este valor puede variar de acuerdo con la topografía de las islas.

III. Estudio de comportamiento

Con la finalidad de establecer el comportamiento de los chungungos en el área de estudio, se realizaron observaciones de la conducta de los individuos en cada uno de los sitios mencionados anteriormente (Figura 10.1.3.4, Figura 10.1.3.5 y Figura 10.1.3.6), en los mismos sectores en los que fueron subdivididos los sitios. Para estudiar el comportamiento de los chungungos se aplicó la metodología de seguimiento focal y muestreo instantáneo (Lehner 1996), la cual ha sido utilizada previamente en estudios etológicos del chungungo (Badilla & George-Nascimento 2009) y la nutria marina de California (*Enhydra lutris*; Pearson & Davis 2005, Finerty et al. 2009, Wolt et al. 2014) con la finalidad de obtener el tiempo asignado a las distintas actividades que realizan los individuos. Esta técnica consiste en elegir un individuo al azar y registrar el tipo y duración de los distintos estados del comportamiento por un periodo de tiempo dado. En este caso, las observaciones fueron realizadas por 10 min separados por intervalos de 5 min (tiempo durante el cual se realizaron estimaciones de abundancia, ver párrafo anterior). Los estados conductuales se basaron en aquellos descritos por Badilla & George-Nascimento (2009) (Tabla 10.1.3.2 y Figura 10.1.3.8). El registro conductual se realizó en los mismos períodos continuos de 2h que para la estimación de abundancia, tres veces al día, en horarios mañana (9:30-11:30h), mediodía (12:30-14:30h) y tarde (15:30-17:30h). Cada observador registró el comportamiento de los chungungos solamente dentro de su sector de observación, sin solaparse con el sector del observador adyacente. Durante cada intervalo de observación, si un individuo era perdido de vista se dejaba de seguir y se

detenía la observación para buscar otro individuo. El único estado conductual donde se siguió más de un individuo fue sociabilización. Para esta conducta, se consideró el tiempo mientras los individuos permanecían juntos interactuando y una vez que cambiaban de estado conductual (i.e. cambiaban su conducta), se detenía la observación porque no podían diferenciarse los ejemplares. Las observaciones se realizaron diferenciando por tipo de ambiente, esto es: (a) avistamiento en el agua (denominado como mar), y (b) avistamiento en sustrato sólido (denominado como tierra).

Tabla 10.1.3.2. Descripción de los estados conductuales utilizados en el estudio del comportamiento del chungungo en las islas Chañaral, Damas y Choros. Modificado de Badilla & George-Nascimento (2009).

Estado	**Abreviación**	**Descripción**
Alimentación	ALI	El individuo se está alimentando activamente, ya sea en la superficie del agua o sobre los roqueríos.
Buceo*	BUC	El individuo se sumerge en busca de alimento.
Descanso**	DES	El individuo se encuentra tendido sobre las rocas, sin desplazarse. Incluye animales que se encuentran durmiendo.
Desplazamiento	DPL	El individuo se traslada de un lugar a otro.
Acicalamiento**	ACI	El individuo se rasca su pelaje, o se acicala sobre rocas, algas o tierra.
Sociabilización	SOC	El individuo sociabiliza con otro u otros individuos de su misma especie. Incluye comportamiento reproductivo.

*Corresponde al tiempo total que los individuos pasan haciendo inmersiones sucesivas en busca de alimento, no a la duración de cada inmersión individual. Este comportamiento fue considerado solamente en el agua.

**Este comportamiento fue considerado solamente en sustrato sólido.



Figura 10.1.3.8. Categorías conductuales registradas en el chungungo. A) Alimentación, B) Buceo, C) Descanso, D) Desplazamiento, E) Acicalamiento, y F) Sociabilización. © Guido Pavez.

IV. Estudio de hábitat

Se evaluaron las características del hábitat de los chungungos en tres sitios de isla Chañaral (sitios 2, 5 y 7; ver Figura 10.1.3.4), que correspondieron a los sitios donde se pudo acceder a más del 50% del borde costero. En estos sitios se establecieron transectos de 10 m de ancho, perpendiculares a la costa, desde el borde de los acantilados hasta la línea de alta marea (Medina-Vogel et al. 2006). La distancia entre los transectos fue de 100 m, completándose cuatro transectos en el sitio 2, cinco en el sitio 5, y seis en el sitio 7. En cada transecto se contabilizó: el número de rocas medianas (i.e., rocas entre 45-65 de diámetro), rocas grandes (i.e., rocas >65 cm de diámetro), cuevas, grietas, y rocas en el agua (i.e., rocas grandes que están rodeadas por agua).

Complementariamente se recorrió el borde costero de los sitios para registrar signos de presencia de chungungos (i.e. defecaderos, fecas, comederos). Estos recorridos se hicieron posterior a las observaciones para estimar abundancia. En cada sitio se registró el número de defecaderos y fecas, y su ubicación geográfica respectiva. Al igual que para los transectos, debido a las características topográficas de las islas, solamente se tomaron datos en sitios donde se podía acceder a >50% del borde costero del sitio. En este caso, se tomaron datos en tres sitios de isla Chañaral (sitios 2, 5 y 7) y cuatro en isla Choros (sitios 1, 2, 3 y 5).

V. Análisis de datos

Los datos de abundancia fueron expresados como abundancia absoluta y densidad de chungungos en cada isla y en cada sitio dentro de las islas. En el caso de la abundancia por sitio, los datos correspondieron al número máximo de nutrias observadas durante una jornada de observación. Para determinar la abundancia total de chungungos en cada isla, se sumó la abundancia de chungungos de todos los sitios prospectados por isla. En el caso de los datos de densidad, estos fueron expresados como número de individuos por kilómetro de costa. Para esto se dividió la abundancia de chungungos de cada sitio por la extensión del borde costero del sitio, la cual fue medida en un mapa con escala 1:5.000. Para estimar la densidad de chungungos en las islas, se obtuvo el promedio de densidad de individuos entre todos los sitios de cada isla. Se comparó la densidad de individuos entre periodos del día (i.e. mañana, mediodía y tarde) mediante una prueba de ANOVA o Kruskal-Wallis, dependiendo si los datos cumplieron con los supuestos de normalidad y homocedasticidad.

En cuanto al comportamiento, se comparó la variación en la frecuencia de ocurrencia de las conductas según el periodo del día (i.e. mañana, mediodía y tarde) y el tipo de ambiente (i.e. agua y tierra) mediante pruebas de Chi-cuadrado. En este último caso, solo se compararon las conductas que ocurren en ambos ambientes, es decir, desplazamiento, alimentación y sociabilización, y en el caso de isla Choros, solamente se analizaron las dos primeras conductas. Complementariamente, los datos de conducta fueron expresados como tiempo relativo, es decir, como el porcentaje de tiempo asignado a cada categoría de comportamiento respecto al tiempo total de seguimiento de todos los ejemplares. En este caso se realizó un análisis descriptivo del tiempo relativo asignado a cada uno de los estados conductuales según periodo del día y ambiente.

Finalmente, se analizó la relación entre la densidad de chungungos y el número de madrigueras activas y defecaderos en cada sitio mediante una regresión lineal simple dentro de un modelo lineal generalizado (GLM) con distribución gamma y función de enlace “identity”. Para este análisis, debido a que los sitios no pudieron ser prospectados en su totalidad, se extrapoló el número de madrigueras y defecaderos contabilizados a la distancia total del sitio. Además, para este análisis se consideraron los datos de isla Chañaral e isla Choros en conjunto, y no se consideraron los datos de isla Damas, ya que, debido a las características topográficas de la isla, no se pudo realizar una estimación de abundancia adecuada. Asimismo, se analizó la relación entre la densidad de individuos y

las características del hábitat mediante una regresión lineal múltiple dentro de un modelo lineal generalizado con distribución gamma y función de enlace “identity”. Este análisis sólo consideró los datos de los tres sitios prospectados en isla Chañaral (n = 3), y se aplicó el mismo criterio de extrapolar las variables a la totalidad del sitio, debido a que no se pudo acceder a todo el borde costero.

10.2 Objetivo Específico 2. Zonificar las áreas de las Reservas Marinas respecto a la presencia y desplazamiento de estas especies, así como también proponer zonificación para áreas de observación de fauna, navegación y fondeo, entre otros

Para generar la propuesta de zonificación en las RMIC y RMICD se aplicó la metodología de superposición de mapas (Miller 1980). Esta metodología permite identificar espacialmente los usos que se desarrollan en las reservas marinas, identificar unidades en el área y su aptitud para los distintos tipos de uso, y establecer un sistema de clasificación de las áreas que establezca los usos y acciones permitidas en estas zonas (Angulo 2005, Borrego 2011).

La metodología consiste en la utilización de sistemas de información geográfica (SIG) para generar un mapa con las zonas donde se permiten distintos usos. Para desarrollar la zonificación se trabajó en ocho etapas:

1. Identificación y caracterización de las actividades que se realizan en las Reservas Marinas.
2. Análisis de la interacción espacial entre las actividades.
3. Distribución espacial y caracterización de las especies objeto de conservación.
4. Efecto de las actividades sobre las especies objeto de conservación.
5. Generación de propuesta de zonificación
6. Difusión de la propuesta de zonificación con usuarios de las reservas marinas y servicios públicos.
7. Corrección de la propuesta de zonificación.
8. Generación de la propuesta de zonificación definitiva.

I. Identificación y caracterización de las actividades que se realizan en las RMs.

Para la identificación de las actividades que se realizan dentro de las Reservas Marinas se utilizó información de distintas fuentes, tales como informes de proyectos previos que ha realizado el equipo de trabajo en la zona de estudio. Entre estos proyectos se cuenta: Proyecto INNOVA 14BPCR-33451: “Plan estratégico de desarrollo sustentable para posicionar a la Región de Atacama como un destino turístico de alta calidad para el avistamiento de cetáceos (TAC-AC), otros mamíferos y aves marinas”, Proyecto Fondo de Protección Ambiental NAC-I-019-2014: “Whale-watching en la Reserva Marina Isla Chañaral: manejo y planificación para una actividad sustentable”. Asimismo, se

complementó con información levantada en terreno por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (Sernapesca) tanto en Punta de Choros como en Chañaral de Aceituno, sobre las actividades que se realizan en cada reserva marina. Los datos fueron recopilados en el marco de los Consejos Consultivos de ambas Reservas Marinas (ex Mesas de Trabajo de las Reservas Marinas) durante 2019 mediante mapas parlantes. En ambos consejos consultivos, los participantes de la reunión (pescadores artesanales, operadores turísticos, representantes de servicios públicos, y representantes de la academia) indicaron en un mapa la ubicación de los puntos de buceo y de las áreas de pesca utilizadas por los pescadores para la extracción de distintos recursos pesqueros.

Una vez identificadas las actividades, se procedió a realizar una caracterización de estas en cuanto a su extensión espacial, intensidad y temporalidad.

La información reunida fue clasificada en tres tipos:

- Actividad extractiva
- Actividad turística
- Actividad de investigación

I.I Actividad extractiva

Como actividad extractiva, se consideró toda actividad que considere la extracción de recursos marinos, que pueda ocurrir en el interior o en las aguas adyacentes a las reservas marinas. En este sentido, se consideró la actividad extractiva en Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB), la actividad extractiva en áreas de libre acceso (principalmente pesca) y la actividad de extracción de excedentes productivos.

La información sobre la extensión espacial de las actividades extractivas se obtuvo de las bases de datos Infraestructura de Datos Geoespaciales (IDE-Subpesca), así como la información obtenida de los mapas parlantes.

Para la caracterización en cuanto a la intensidad de estas actividades, se consideró el número de embarcaciones inscritas en el Registro Pesquero Artesanal para Punta de Choros y Chañaral de Aceituno, el número de socios de los sindicatos de pescadores o asociaciones gremiales, tamaños de los desembarques de las especies extraídas, temporalidad de los desembarques. Esta información se obtuvo de las bases de datos de Subpesca y Sernapesca.

I.II Actividad turística

En este caso se consideraron todas las actividades con fines recreativos que se realizan al interior de las reservas marinas, como el tour de avistamiento de fauna marina, actividades de buceo y pesca recreativa.

Para la caracterización del tour de avistamiento de fauna marina se consideró la información levantada en el marco del Objetivo Específico 3 del presente proyecto, acerca

de la temporalidad de la actividad, número de salidas diarias y número de embarcaciones, entre otros factores. Asimismo, para obtener información acerca de la extensión espacial de esta actividad, se realizaron embarques a bordo de los botes que realizan el tour en Punta de Choros y Chañaral de Aceituno. Para esto, entre el 08 y el 27 de febrero de 2019 y entre el 18 de enero y el 15 de febrero de 2020, un observador científico se embarcó a bordo de los botes que realizan tour de avistamiento de cetáceos en ambas caletas. Durante cada salida al mar, se registró la ruta de navegación de la embarcación de turismo con un GPS (Garmin, GPSMAP 64, Taiwán), además de otros datos como fecha, hora de zarpe y recalada, nombre de la embarcación, y condiciones ambientales durante la salida (e.g. estado del mar, dirección del viento, visibilidad, entre otras). Las rutas de navegación fueron procesadas y ordenadas en el software Basecamp (Garmin, versión 4.7.2)

Para la caracterización de la actividad de buceo, se realizó una recopilación de información sobre los puntos de buceo recreativo en ambas reservas marinas. Para esto, se contactó a los centros de buceo de Punta de Choros (Refugio Humboldt y Centro Turístico Memo Ruz) y Chañaral de Aceituno (Explorasub y Yunco Expediciones) para solicitar la georreferenciación de sus puntos de buceo. En el caso de Punta de Choros, la información fue complementada con datos recopilados por Sernapesca mediante mapas parlantes.

Finalmente, la actividad de pesca recreativa, si bien no está permitida al interior de las reservas marinas, se consideró porque en Punta de Choros existe al menos una empresa que ofrece tour de pesca. La información sobre la extensión espacial de esta actividad también fue obtenida en la actividad de mapas parlantes que realizó Sernapesca en ambas caletas.

I.III Actividad de investigación

Para la caracterización de esta actividad se consideraron todos los estudios sobre aves y mamíferos marinos realizados en las reservas marinas desde el año 2005 (año de creación de las reservas marinas). Para esto, se utilizó como base la información levantada por Sernapesca, la cual fue complementada con una búsqueda bibliográfica de publicaciones científicas nacionales e internacionales, libros, tesis de pregrado y postgrado, informes de proyectos e informes técnicos en distintas bases de datos y bibliotecas digitales como BEIC, ISI - Web of Science, EBSCO, Scielo, Google Scholar, Scirus, Science Direct, Wiley, JSTOR, Springer, entre otras. Una vez recopilada la literatura, se creó una base de datos donde se registró la especie estudiada, año y periodo del año en que se realizó el estudio, localidad (RMIC o RMICD), área donde se realizó el estudio (área marítima alrededor de las islas u observaciones desde las islas), y metodología utilizada.

I.IV Análisis de la información geoespacial

A partir de la información geoespacial levantada sobre las actividades mencionadas anteriormente, se realizaron mapas sobre la extensión de las AMERB, áreas de pesca, áreas donde se ha realizado extracción de excedentes productivos, rutas de navegación de

las embarcaciones turísticas, puntos de buceo recreativo y rutas de pesca recreativa. Esta información fue ordenada y almacenada en el software QGIS (versión 2.18), y se crearon capas con los mapas en formato shapefile (extensión .shp).

II. Análisis de interacción espacial entre las actividades

Se evaluó el grado de sobreposición espacial y los posibles conflictos entre las actividades identificadas en el punto anterior mediante matrices de interacción de acuerdo con lo propuesto por Cicin-Sain & Knecth (1998). Esta metodología consistió solapar los mapas de las actividades, y asignar un nivel de interacción en una escala cualitativa (i.e. sin interacción, bajo, medio, alto) a partir de un análisis visual en el software QGIS (versión 2.18). Para esto, las capas con la información espacial de las actividades fueron sobrepuestas de a pares, y se asignaron los siguientes niveles de interacción: sin interacción = las capas no se solapan entre ellas; nivel bajo = las capas se solapan en un máximo de un 1/3 de su superficie; nivel medio = las capas se solapan entre 1/3 y 2/3 de su superficie; y nivel alto = las capas se solapan en más de 2/3 de su superficie. Además de la sobreposición espacial, se consideraron otros factores en la evaluación, como la intensidad y temporalidad de las actividades.

III. Distribución espacial y caracterización de las especies objeto de conservación

Se recopiló toda la información georreferenciada disponible sobre la localización de las especies objeto de conservación. En específico, en el caso del guanay, yeco, piquero, yunco, y las dos especies de lobos marinos, se construyeron polígonos que representan la extensión de las colonias en las islas. En el caso del lile, la información correspondió a la ubicación de los nidos que poseen estas especies en el borde costero (puntos geográficos). Para las especies mencionadas anteriormente, la información se obtuvo de proyectos ejecutados previamente por el equipo de trabajo y también consideró información levantada en el presente proyecto. En el caso de los chungungos, la información utilizada correspondió a la ubicación de las madrigueras (ver Objetivo 1), así como la ubicación de algunos individuos avistados durante el estudio sobre el efecto del turismo en las especies (puntos geográficos; ver más adelante). Para el caso de los cetáceos, se consideraron datos históricos entre 2014 y 2019 sobre los avistamientos registrados en el área de estudio por el equipo de trabajo, así como datos recopilados en el presente estudio (puntos geográficos; Objetivo 1). La información de los cetáceos fue obtenida a partir de diferentes metodologías, como registro oportunista a bordo de botes de turismo, embarques exclusivos a bordo de embarcaciones en busca de cetáceos para marcaje satelital, foto-ID y/o toma de biopsias, así como observaciones desde tierra con teodolito. En el caso de los avistamientos durante marcaje satelital, se consideró solamente el punto de marcaje donde se instaló el transmisor satelital (Sepúlveda et al. 2018b). En el caso del teodolito, la metodología consistió en escaneos sistemáticos realizados cada una hora en noviembre de 2014, febrero de 2015, y enero y febrero de 2019 y 2020, donde se registró la ubicación de todos los cetáceos avistados en el área de

observación (ver Sepúlveda et al. 2017). Toda esta información fue ordenada en una base de datos y se generó cartografía de la distribución de las especies en el software QGIS (versión 2.18).

Adicionalmente, como información complementaria a los datos de distribución espacial, se consideró la temporalidad del periodo reproductivo de estas especies. Para esto, se construyeron calendarios de reproducción para las distintas especies, considerando la información levantada en terreno, lo cual fue complementado con información bibliográfica. Finalmente, se consideró información de abundancia de las especies, para lo cual se consideró información levantada en este mismo proyecto (Objetivo 1), información histórica del equipo de trabajo, y se complementó con información publicada en la literatura.

IV. Efecto de las actividades sobre las especies objeto de conservación

Para estimar el nivel del efecto de las distintas actividades sobre las especies objeto de conservación en cada reserva marina, se utilizó una matriz de impacto de acuerdo con lo propuesto por Cicin-Sain & Knecth (1998). En primer lugar, se generó una matriz donde se consideró el efecto de cada actividad sobre las especies objeto de conservación de acuerdo con datos publicados en literatura o con datos tomados en el presente proyecto. En el caso particular del tour para avistamiento de fauna marina, se realizó un estudio con la finalidad de determinar el efecto de la distancia de acercamiento de los botes con turistas sobre el comportamiento de las aves y mamíferos marinos (ver a continuación). Para completar las matrices, se asignaron valores de acuerdo con el impacto que provocan las actividades en las distintas especies: (0) sin impacto, (1) impacto de nivel bajo, (2) impacto de nivel medio, y (3) impacto de nivel alto. Para asignar esta ponderación, se consideró la intensidad y temporalidad de la actividad a lo largo del año, la sobreposición espacial de la actividad con la localización de la especie (colonias o individuos), la temporalidad del periodo reproductivo de las especies (calendarios de reproducción), y el efecto de las actividades en las especies de acuerdo con la literatura o datos tomados en terreno. Por ejemplo, en el caso de la actividad de avistamiento de fauna marina (tour en bote), de acuerdo con el estudio sobre los efectos de esta actividad sobre las especies, en la RMIC se determinó que las dos especies más afectadas por el turismo fueron el pingüino de Humboldt y el chungungo. Considerando la gran cantidad de tours que se realizan en el verano, que la actividad se concentra en el periodo reproductivo del chungungo y en el periodo de muda de plumaje del pingüino de Humboldt, y que los individuos se ubican en el borde costero de las islas, justamente por donde se desplazan las embarcaciones (solapamiento espacial), se asignó un valor de impacto igual a 3 en la matriz. En el caso de que no hubiese literatura ni datos respecto al efecto de la actividad en las especies, se ponderó con un valor igual a 1, debido a que no se puede descartar un efecto potencial a nivel conductual o, en el caso de las actividades extractivas, lesiones o mortalidad de animales producto de interacción operacional.

De manera complementaria, se generó una segunda matriz de impacto, la cual fue ponderada por los principales investigadores del proyecto, quienes son especialistas en los

distintos grupos de especies. Se utilizó la misma escala, donde se asignaron valores de acuerdo con el impacto que provocan las actividades en las distintas especies según el juicio de los expertos, los cuales poseen información que no está publicada en la literatura. En esta actividad de evaluación participaron: Dra. Maritza Sepúlveda (directora del proyecto), Dr. Guillermo Luna (co-director del proyecto), Dra. María José Pérez (investigadora del proyecto), MSc.(c) Macarena Santos (investigadora del proyecto), Dra. Paola Hernández (investigadora del proyecto) y MSc. Guido Pavez (investigador del proyecto). También participó la Dra. Daniela Díaz, consultora de Sernapesca, quien está realizando una propuesta de zonificación en paralelo para ambas reservas marinas, y con quien se compartió información durante el desarrollo del objetivo.

Finalmente, se generó una tercera matriz con los promedios de las ponderaciones de las dos primeras matrices (Buscaglia 2006). A cada celda de esta matriz se le asignó una escala cualitativa de acuerdo con los resultados de la ponderación en los siguientes rangos: (0) no hay efecto; (> 0 y ≤ 1) impacto bajo; (> 1 y ≤ 2) impacto medio; y (> 2 y ≤ 3) impacto alto.

IV.I Estimación de distancia de mínima de reacción

Con el objetivo de analizar el efecto de la distancia de acercamiento de los botes con turistas sobre el comportamiento de las aves y mamíferos marinos, se estimó la distancia mínima de reacción de las especies. Para eso se utilizaron dos metodologías complementarias: (1) seguimiento focal de individuos (para aves, lobos marinos y chungungos) y (2) respuesta conductual de la colonia (para aves). Se utilizaron estas dos metodologías en forma complementaria considerando el hecho que el seguimiento focal permite determinar la distancia mínima umbral que gatilla una respuesta negativa (ver abajo para más detalles) en un individuo. Sin embargo, observaciones previas en pingüinos de Humboldt y en piqueros, sugieren que en ocasiones un individuo que adopta una conducta de escape modifica el comportamiento de otros individuos en la colonia generando un escape masivo (Luna-Jorquera, *com. pers.*). Así, asumiendo que la magnitud en la respuesta de un solo individuo puede promover conductas negativas a sus conespecíficos, se midió también la respuesta conductual de la colonia. En este caso se consideró sólo a las aves marinas de la isla Choros, debido a que esta isla recibe la mayor cantidad de visitas de embarcaciones y además presenta mejores condiciones para el acercamiento de los botes, lo que incrementa la probabilidad de respuestas negativas que afecten tanto a individuos específicos como a la colonia completa de una especie determinada. En síntesis, estas dos aproximaciones permiten estimar de mejor manera el impacto que provoca el acercamiento de los turistas a las aves y mamíferos de las islas Choros y Chañaral.

IV.I.I Seguimiento focal de individuos

Se realizaron dos campañas de terreno en el verano del 2019 y 2020 en Chañaral de Aceituno y Punta de Choros. Antes del inicio de cada campaña, se realizó una

estandarización de la metodología con los observadores encargados de la toma de datos en terreno, en conjunto con investigadores del proyecto, con la finalidad de identificar las áreas sometidas al turismo de avistamiento de fauna marina, identificar la ubicación de las distintas especies a ser evaluadas, probar el uso de las planillas para toma de datos, probar la ubicación en la embarcación y prueba de los instrumentos de medición. Esta estandarización se realizó en embarques exclusivos tanto en la RMIC (7 de febrero de 2019 y 13 de enero del 2020) como en la RMICD (6 de febrero de 2019 y 15 de enero de 2020).

Entre el 08 y el 27 de febrero de 2019 y entre el 18 de enero y el 15 de febrero de 2020, un observador científico se embarcó a bordo de los botes que realizan tour de avistamiento de fauna marina. En el caso de Punta de Choros, durante el verano de 2020 se embarcaron dos observadores científicos, uno en caleta San Agustín y el otro en caleta Corrales, con la finalidad de abarcar una mayor cantidad de botes. La metodología consistió en determinar la distancia mínima a la cual un individuo (ave o mamífero marino) presentó un cambio en su comportamiento, frente al acercamiento de un bote con turistas. El individuo focal se seleccionó aleatoriamente, primero haciendo un recorrido general de la colonia utilizando binoculares, y luego centrando la atención en un individuo elegido al azar dentro de la colonia. Se identificó la especie, su comportamiento inicial y la ubicación georreferenciada del bote. A medida que el bote se acercaba, se mantuvo la observación y se registró la distancia, medida con un distanciómetro láser (Hawke, LRF Pro 900), a la cual se observó un cambio evidente en el comportamiento (e.g., se pone alerta, se escapa volando o escapa al agua). En caso de que el animal haya reaccionado primero en alerta, y luego en escape al acercarse el bote, se consideró la respuesta más negativa (en este caso escape) y su respectiva distancia. En la Tabla 10.2.1 se presentan las categorías iniciales de comportamiento de los individuos, mientras que en la Tabla 2 se presentan las diferentes categorías de respuesta registradas.

Las categorías de respuesta de las ocho especies de aves y mamíferos marinos fueron asignadas a una escala ordinal (factor de peso) basado en la intensidad de la respuesta, desde una respuesta neutral hasta una respuesta más negativa para los animales: (0) sin reacción, (1) alerta, (2) escape (Tabla 10.2.1; ver Pavez et al. 2011, 2015). Se analizó la relación entre el grado de respuesta de los animales (de acuerdo con el factor de peso como una variable ordinal) y la distancia mínima de acercamiento de los botes de turismo (variable continua) mediante una correlación no paramétrica de Spearman, tanto para los datos de la RMIC como para la RMICD. Se aplicó la correlación de Spearman considerando que los datos no se ajustan a una distribución normal, y que la variable respuesta proviene de una escala de medición de rangos (ver Tabla 10.2.2). Los análisis estadísticos se realizaron en el software libre R. Se utilizó un P <0,05 como criterio de significancia.

Tabla 10.2.1. Descripción de las categorías conductuales iniciales registradas para lobos marinos, chungungos y aves marinas en las Reservas Marinas Islas Choros-Damas e Isla Chañaral.

Especie	Categoría	Código	Descripción
Lobos marinos y lobos finos	Reconocimiento	RECO	Individuo examina a otros animales. Incluye vocalizaciones madre-cría y olfateo
	Descanso	DES	Individuo mantiene una posición estacionaria, incluye cuando el animal está recostado, extendido, rascándose o con el cuello hacia atrás.
	Desplazamiento	DP	Individuo se mueve de un sitio a otro.
	Agresión	AGR	Animal levanta su cuerpo, vocaliza, persigue o muerde otros animales.
	Reproducción	REP	Individuo copula con otro.
Piquero, guanay, lile, yeco	Alimentación	ALIM	Individuo adulto se encuentra alimentando a su cría.
	Descanso	DES	Individuo mantiene una posición estacionaria, posado en el nido.
	Reconocimiento	RECO	Individuo reconoce a un conespecífico
Yunco	Descanso	DES	Individuos posados en la superficie del agua.
	Desplazamiento	DP	Individuo se encuentra desplazándose sobre el agua o volando.
Pingüino de Humboldt	Descanso	DES	Individuo mantiene una posición estacionaria, incluye cuando el animal está acicalándose el plumaje
	Desplazamiento	DP	Individuo se desplaza lentamente hacia o desde el mar.
Chungungos	Descanso	DES	Individuo mantiene una posición estacionaria, incluye cuando el animal está acicalándose.
	Desplazamiento	DP	Individuo se mueve de un lugar a otro sobre los requeríos o en el agua.
	Alimentación	ALIM	Individuo se encuentra alimentándose sobre una roca o en el agua.
	Social	SOC	Individuo se encuentra socializando con sus conespecíficos, incluye juego y cópula.

Tabla 10.2.2. Categorías de respuesta conductual de las especies de aves y mamíferos marinos ante la presencia de una embarcación de turismo.

Categoría de respuesta	Escala ordinal	Descripción
Sin reacción	0	El individuo mantiene su comportamiento inicial e ignora el bote.
Alerta	1	El individuo levanta la cabeza y observa el bote.
Escape	2	El individuo se aleja del bote, ya sea lanzándose al agua o volando.

IV.I.II Respuesta conductual de la colonia

Mediante el uso de telémetros láser PCE-LRF 600, se determinó la distancia mínima a la cual las aves marinas presentaron un cambio en su comportamiento frente al acercamiento de un bote con turistas. Dos observadores abordaron en 12 ocasiones (una en diciembre, una en noviembre de 2019; 2 en enero y 8 en febrero de 2020) botes con turistas e hicieron las observaciones sin comentar nada con ellos para no influenciar su comportamiento. Para las mediciones de campo se identificaron tres sectores principales de la isla (norte, centro y sur) donde usualmente los botes con turistas se concentran y se acercan a las aves para observarlas de cerca. En cada uno de los sectores, se identificaron las especies de aves marinas presentes. Para cada especie y mediante el uso de binoculares se mantuvo la observación sobre el grupo de individuos a medida que el bote se acercó a ellos y al mismo tiempo, se iba registrando la reacción en conjunto de las aves. Cada reacción se categorizó en tres tipos de comportamiento: (a) inactivo (i.e. ninguna reacción), (b) alerta (i.e. observando el bote, se paran en sus patas estiran el cuello), y (c) escape (i.e. se alejan caminando/volando). La velocidad de acercamiento utilizada fue la que usan los operadores turísticos durante los tours de observación. El tiempo en que la embarcación se mantuvo en cada lugar de observación fue entre 2–5 min y la distancia mínima de acercamiento fue de 5 m. En otras palabras, las condiciones de observación fueron las habituales de una visita turística. En los acantilados, las especies observadas fueron el piquero, yeco, cormorán guanay, cormorán lile, huairavo (*Nycticorax nycticorax*) y gaviotín monja. Se registró la distancia de reacción del pelícano (*Pelecanus thagus*) a pesar de que no presenta colonias activas en isla Choros. Para el pingüino de Humboldt se determinó la distancia de reacción durante el periodo de muda en febrero.

V. Generación de propuesta de zonificación

Para generar la propuesta de zonificación, se sobrepuso la cartografía de las actividades que se realizan en las reservas marinas con la cartografía de la distribución de las especies. Esto permitió mediante un análisis visual, identificar zonas dentro de las reservas marinas donde se encuentran las especies objeto de conservación, y que presentan una alta interacción espacial con las distintas actividades. Además, se consideró las especies que están siendo más afectadas por las distintas actividades, y las actividades que causan mayor efecto sobre las especies de acuerdo con los resultados de las matrices de impacto. Por ejemplo, en ambas reservas marinas, de acuerdo con los resultados de las matrices de

impacto, la actividad que causa mayor efecto sobre las especies es el tour de avistamiento de fauna marina y la actividad extractiva en áreas de libre acceso (pesca). Por lo tanto, la zonificación se enfocó en proteger las zonas que regularmente son visitadas por las embarcaciones de turismo, y que corresponde a lugares donde se encuentran colonias de aves y/o mamíferos marinos. En el caso de la pesca, esta actividad no está permitida en las reservas marinas, y, por lo tanto, no fue considerada dentro de la zonificación. Una vez identificadas las zonas donde se encuentran las especies más afectadas, se generó una primera versión de la propuesta de zonificación para ambas reservas marinas. En cada una de estas zonas se aplicaron medidas de conservación de dos tipos: áreas de restricción de velocidad y zonas de restricción de ingreso de embarcaciones. Se consideró como criterio para definir estas medidas, las distancias a las cuales las embarcaciones generan un cambio en el comportamiento de los animales, así como lo establecido en el Reglamento General de Observación de Mamíferos, Reptiles y Aves Hidrobiológicas, y del Registro de Avistamiento de Cetáceos (D.S. N°38/2011). Una vez definidas las zonas y las medidas a aplicar en cada zona, se generó la cartografía con la propuesta de zonificación para cada reserva marina, mediante el software QGIS (versión 2.18).

VI. Difusión de la propuesta de zonificación con usuarios de las reservas marinas y servicios públicos

En la propuesta técnica del actual proyecto se propuso realizar un taller de validación de la propuesta de zonificación tanto en Chañaral de Aceituno como en Punta de Choros. El objetivo de dichos talleres sería presentar a los usuarios de las reservas marinas la base metodológica de esta propuesta, con la finalidad de validar dicha propuesta y recibir una retroalimentación de información para modificar la propuesta preliminar. No obstante, debido a la contingencia nacional no se pudieron realizar estos talleres. En su reemplazo, la propuesta de zonificación fue difundida en cada territorio a los dirigentes de las asociaciones de turismo, sindicatos o asociaciones gremiales de pescadores, empresas independientes que hacen turismo, y centros de buceo. Estas personas fueron contactadas en primera instancia por teléfono, con el objetivo de explicar la propuesta en general, para luego enviar la información por correo electrónico y/o aplicaciones de mensajería instantánea. Asimismo, se compartió la propuesta con personal de Sernapesca y Conaf, tanto de Atacama como de Coquimbo.

VII. Corrección de la propuesta de zonificación

Una vez recibidos los comentarios sobre la versión preliminar de la propuesta de zonificación, estos fueron analizados, y de ser pertinentes, se incorporaron modificaciones a la cartografía.

VIII. Generación de la propuesta de zonificación definitiva

Finalmente se generó una propuesta final de zonificación de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros-Damas.

10.3 Objetivo Específico 3. Caracterizar la flota de embarcaciones que ofrecen servicio de observación y su forma de funcionamiento

I. Caracterización de la flota de embarcaciones

La caracterización de la flota de embarcaciones e Identificación de personas y organizaciones dedicadas al turismo, se realizó a través de la compilación de información proveniente de Armada de Chile, a través de DIRECTEMAR y Capitanías de Puerto de Coquimbo y Huasco; SERNATUR Coquimbo y Atacama; SERNAPESCA Coquimbo y Atacama; CONAF Coquimbo y Atacama; Gremios de Pescadores en Punta de Choros y Chañaral de Aceituno e información proveniente de los mismos investigadores y profesionales del proyecto obtenidas de sus campañas de terreno.

Para reunir la información necesaria se requirió de la realización de reuniones, conversaciones informales y telefónicas, elaboración de solicitudes formales y vía correo electrónico, con distintos actores del territorio.

Una vez reunidas todas las fuentes de información en un solo registro se analizaron duplicados, informaciones no coincidentes o ausentes, para la creación de una base de datos única.

II. Registro de movimientos, zarpes y traslados

Para el registro de movimientos, zarpes y traslados, se realizó la solicitud de información a las distintas instituciones y organismos locales como la Armada de Chile (capitanías de Huasco y Coquimbo), alcaldía de mar, CONAF y las asociaciones gremiales de pescadores en Punta de Choros y de Chañaral de Aceituno.

Se obtuvo como respuesta la información registrada por la Armada. Sin embargo, éstos registros de zarpes y movimiento de embarcaciones en las caletas evaluadas no son registrados día a día, más bien son autorizaciones para periodos amplios determinados a nivel mensual o cada quince días, por lo cual no permite cuantificar la frecuencia de movimientos de las embarcaciones.

De igual manera la solicitud de movimiento y zarpes de las embarcaciones, se realizó en las asociaciones gremiales de pescadores tanto de Punta de Choros como de Chañaral de Aceituno, quienes mantienen el registro de las salidas de embarcaciones adheridas al sistema de colectivo o línea. Este registro no es formal y no cuenta con la rigurosidad que se requiere para considerarlo como un real insumo de información que permita cuantificar y caracterizar los movimientos de las embarcaciones. Cabe señalar que la AG de Punta de Choros no permitió acceder a estos registros indicando que es

documentación de una organización privada y que si se entrega podría utilizarse con otros fines. En el caso de la AG de Chañaral de Aceituno, si estuvieron dispuestos a entregar la información, pero su entrega se vio obstaculizada, debido a las medidas restrictivas de acceso a la Caleta por la situación de resguardo y de cordón sanitario voluntario que la localidad implementó frente a la propagación del COVID-19, donde los dirigentes no pueden ingresar a las oficinas y boleterías donde se encuentran estos registros.

De esta manera, la información que se presenta considera los registros de las administraciones locales de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt. En el caso de CONAF en Punta de Choros, el registro lo realizan con el fin de mantener el control y análisis de la cantidad de embarcaciones que zarpan y desembarcan en Isla Damas, mientras que en Caleta Chañaral de Aceituno el registro es periódico con el fin de mantener el control y análisis de la cantidad de embarcaciones que zarpan y registran avistamientos de cetáceos.

De manera complementaria, se consideró el registro realizado por el equipo de trabajo en terreno, quienes cuantificaron la cantidad de movimientos diarios entre el 1 de enero y el 29 de febrero.

En base a esta información se presentó y analizó:

- Registro de zarpes en Punta de Choros, temporada enero-febrero 2020
- Registro de zarpes en Caleta Chañaral de Aceituno, temporada enero-febrero 2020
- Comparación de movimientos entre RM Isla Choros-Damas y RM Isla Chañaral
- Registro diario de embarcaciones en Chañaral de Aceituno, temporada enero - febrero

III. Caracterización e implementación de las embarcaciones

La caracterización e implementación de las embarcaciones se realizó a partir de la información oficial vigente, donde DIRECTEMAR indica los requisitos de elementos y cantidades que deben poseer las embarcaciones autorizadas para realizar actividades de navegación con fines turísticos y las cuales son fiscalizadas de acuerdo la revista de inspección de seguridad que otorga el certificado de navegabilidad.

IV. Caracterización del nivel de conocimiento y la calidad del servicio ofrecido

La caracterización del nivel de conocimiento y la calidad del servicio ofrecido se realizó a través del diseño de dos instrumentos. Un instrumento fue una encuesta a turistas, conducente a rescatar la percepción del turista en relación a los contenidos entregados por el guía en el paseo náutico. El segundo instrumento fue una Ficha de Observación de los paseos náuticos, diseñada para evaluar la calidad del servicio turístico ofrecido y los contenidos sobre la historia natural observada durante la actividad turística. Estos instrumentos no fueron diseñados para categorizar el nivel de conocimiento de los turistas.

Los instrumentos fueron aplicados en las localidades de Punta de Choros y Chañaral de Aceituno entre los meses de febrero y junio de 2018. En total fueron aplicadas 33 encuestas a turistas (19 en P.Ch. y 14 en Ch.A.) y 30 fichas de observación (20 en P.Ch. y 10 en Ch.A.). Ambos instrumentos fueron aplicados por personas capacitadas para esta tarea.

Para la Encuesta a Turistas se utilizó en cada paseo náutico un criterio de selección al azar, sujeto a la disponibilidad de los encuestados. Se seleccionó un pasajero por cada paseo náutico, al que se le aplicó la encuesta en tierra, inmediatamente después de terminado el paseo. Para la Ficha de Observación de los paseos náuticos, se seleccionaron las embarcaciones según la disponibilidad de salidas durante los días en que se aplicó el instrumento, con la salvedad de no repetir embarcaciones ni guías en la muestra.

Los datos recolectados a través de ambos instrumentos fueron digitados e ingresados a una base de datos, para luego analizar la información mediante estadística descriptiva, y la comparación de resultados obtenidos por los dos diferentes instrumentos y en las dos localidades.

V. Programa de Capacitación

El programa de capacitación se desarrolló como una instancia teórica-práctica, la cual contextualizó al participante con la puesta en valor del conocimiento científico del territorio, considerando el entendimiento general de la actividad turística, como herramienta de desarrollo local y eje conductor para el desarrollo sustentable.

El programa de capacitaciones consideró, en términos generales, las temáticas relacionadas a la biodiversidad e historia natural de especies emblemáticas de las Reservas y adicionalmente abordando buenas prácticas en turismo de intereses especiales, con la finalidad de entregar las herramientas necesarias para capitanes, boteros, tripulantes y guías de turismo, para que puedan desarrollar una actividad sostenible con su entorno.

El programa se adaptó a los requerimientos locales, tanto a observaciones realizadas por las instituciones regulatorias locales y las observaciones realizadas por el equipo técnico del proyecto hacia la realidad local y recogiendo las indicaciones de tripulantes-boteros.

Se ejecutó una jornada de capacitación en cada localidad, adaptada la dinámica de trabajo local, su enfoque metodológico consideró una instancia participativa. Además se incluyó a tripulantes que trabajan exclusivamente en temporada alta y que no residen durante el año en la zona.

Programación de capacitaciones:
Punta de Choros

Tema	Contenidos	Aprendizajes esperados	Tipo de actividad(es)	Fecha de realización	Relator
Ecosistema marino-terrestre del Archipiélago de Humboldt	Especies carismáticas: Pingüino, Yunco, otras aves Grandes cetáceos y delfines. Chungungo y otros mamíferos	Incorpora temas actualizados en relato turístico	Charla – Taller	7 de enero 16:00 h.	Macarena Santos. U. de Valparaíso
Uso turístico de la Reserva Marina Isla Choros-Damas	Reglamentación de uso de la Reserva Marina. Buenas prácticas para el turismo de avistamiento.	Entiende el marco regulatorio de uso de la RM Islas Choros-Damas, para el turismo de avistamiento.			Gerardo Cerda. SERNAPESCA Región de Coquimbo.
Técnicas para mejorar relatos e incorporar temas científicos	Actualización de contenidos. Recursos de mediación para la interpretación turística	Incorpora técnicas de comunicación efectiva para excursiones guiadas			Claudia Hernández. CEAZA

Caleta Chañaral de Aceituno

Tema	Contenidos	Aprendizajes esperados	Tipo de actividad(es)	Fecha de realización	Relator
Ecosistema marino-terrestre del Archipiélago de Humboldt	Especies carismáticas: Pingüino, Yunco, otras aves Grandes cetáceos y delfines. Chungungo y otros mamíferos Buenas prácticas para el turismo de avistamiento.	Incorpora temas actualizados en relato turístico	Charla – Taller	14 de enero 16:00 h.	Macarena Santos. U. de Valparaíso
Uso turístico de la Reserva Marina Isla Choros-Damas	Reglamentación de uso de la Reserva Marina. Buenas prácticas para el turismo de avistamiento.	Entiende el marco regulatorio de uso de la RM Islas Choros-Damas, para el turismo de avistamiento.			Erick Burgos. SERNAPESCA, Región de Atacama.
Técnicas para mejorar relatos e incorporar temas científicos	Actualización de contenidos. Recursos de mediación para la interpretación turística	Incorpora técnicas de comunicación efectiva para excursiones guiadas			Claudia Hernández. CEAZA

Al final de las jornadas se realizó una evaluación en un formato colectivo, con el fin de revisar el estado de los aprendizajes adquiridos.

Para esto se utilizó un metodología ágil y sencilla, en la cual se presentan las siguientes sentencias que son recurrentes en los relatos entregados hacia turistas por parte de guías y tripulantes:

- El Pingüino de Humboldt se encuentra en peligro de extinción.
- Las ballenas procrean en el trópico, se detienen en esta zona a comer y luego se regresan.
- La surgencia es una corriente similar a la corriente de Humboldt.
- La corriente de Humboldt es una corriente fría porque viene de la Antártica.

- El estado de conservación de todos los delfines nariz de botella (incluyendo el grupo residente en RM Isla Choros-Damas) es de preocupación menor.
- Cuando los delfines saltan y forman un corazón van a copular.
- El Pingüino de Humboldt tiene una sola pareja de por vida.
- El delfín nariz de botella puede vivir entre 60 a 70 años.

Cada jornada de capacitación se grabó, posteriormente se edita en un formato de cápsula de contenidos y se subió al canal de Youtube de CEAZA. Para facilitar el acceso se crea un solo link que permite el ingreso directo a las tres cápsulas de contenidos: http://www.difuciencia.cl/capacitacion-fipa/.

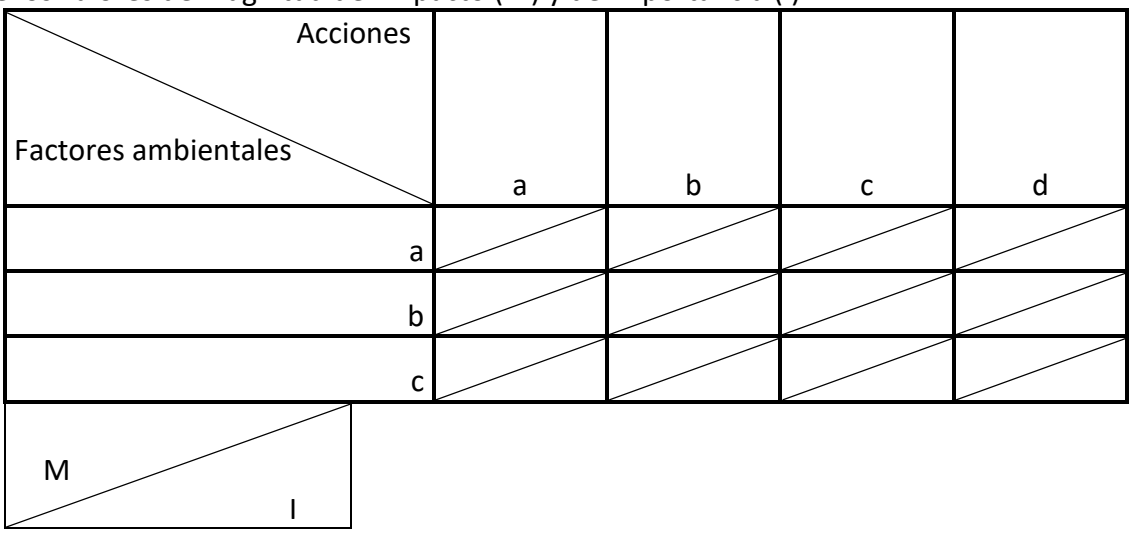
El acceso fue difundido entre los participantes de las capacitaciones a través de correo electrónico y WhatsApp. De esta manera la información puede ser compartida de manera sencilla entre los miembros de cada organización de pescadores.

10.4 Objetivo Específico 4. Evaluar el impacto ambiental sobre el ecosistema y la fauna local de los servicios de observación y avistamiento de fauna.

Para evaluar el potencial impacto ambiental que generan los servicios de observación y avistamiento de fauna sobre el ecosistema y la fauna local, se utilizó el método de identificación mediante la matriz de Leopold et al. (1971). Este método realiza una descripción del sistema ambiental existente, identifica las actividades generadas por los servicios de avistamiento de fauna, y define las alteraciones del medio causadas por esta actividad. Para la construcción de la matriz de Leopold (Tabla 10.4.1) se realizó la identificación de las **acciones** generadas por el avistamiento de fauna y la identificación de los **factores ambientales** (especies). Luego de esta identificación se realizó la estimación de la **magnitud** del impacto y de la **importancia** del factor ambiental. El puntaje asignado a "magnitud" puede ser relativamente objetivo o empírico, mientras que el puntaje asignado a "importancia" es un proceso normativo o subjetivo (Leopold et al. 1971). De esta manera y para poder reflejar la realidad de la magnitud del impacto del turismo en ambas reservas marinas e identificar posibles diferencias, la matriz de Leopold fue alimentada por datos colectados en terreno durante el verano de 2019 y 2020 y por resultados del taller a servicios públicos presentes en el territorio y que tienen relación con la actividad turística (ver sección 4.2 Estimación de la magnitud del impacto y la importancia).

En este informe se da cuenta de las actividades de validación con CONAF y SERNAPESCA de la Región de Atacama y Coquimbo. Asimismo, se da cuenta del levantamiento de información en terreno, los resultados obtenidos y la matriz de Leopold finalizada.

Tabla 10.4.1. Ejemplo de la estructura de la matriz de Leopold, indicando las acciones generadas por el turismo y los factores ambientales. Recuadro inferior indica la posición de los valores de magnitud del impacto (M) y de importancia (I).



I. Identificación y justificación de las acciones del avistamiento de fauna y de los componentes de los factores ambientales

Para la identificación de las acciones que genera el avistamiento de fauna, se realizó una revisión de todos los posibles impactos que genera esta actividad sobre la fauna objetivo. Debido a la escasa información sobre los impactos del turismo en general para el área, y para que los resultados de la matriz de Leopold reflejen fielmente a la situación en ambos sectores de estudio (RMICD y RMIC), las acciones a ser sometidas a evaluación deben ser medibles de alguna manera *in situ*.

A continuación, se definen las acciones ejercidas sobre el avistamiento de fauna que fueron medibles en terreno.

1. **Número de embarcaciones presentes**: Son aquellas embarcaciones que simultáneamente están observando al mismo individuo o grupo. Para establecer la intensidad de este factor, se considera como intensidad baja a un número igual o inferior a 2 embarcaciones por individuo o grupo de individuos, según lo indicado por la Res.Ex. N° 6248/2017 la cual "Establece las condiciones para el ingreso a la Reserva Marina Isla Chañaral y regula las actividades de turismo de avistamiento y buceo recreativo". Para esta acción se consideró al **número medio** (percentil 50) y el **número máximo de embarcaciones**.

2. **Distancia de acercamiento**: Se refiere a la distancia en la embarcación y un individuo o grupo de individuos. De ser posible, esta acción se diferencia cuando el acercamiento es a una especie que se encuentra en un sector reproductivo o no reproductivo. Para establecer la intensidad de este factor, se considera como intensidad baja a una distancia superior a 50 m, tanto para cetáceos menores, lobos marinos, chungungos, pingüinos y otras aves. Esto, según el "Reglamento General de observación de mamíferos, reptiles y aves hidrobiológicas y del registro

del avistamiento de cetáceos" decretado por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Para esta acción se consideró la **distancia media** (promedio) y la **distancia mínima de acercamiento** de las embarcaciones.

3. **Modo de aproximación**: Se refiere a la manera que se aproximan las embarcaciones a un individuo o grupo de individuos. En este estudio se establecieron dos modos de aproximación: perpendicular y paralelo.
4. **Velocidad de acercamiento**: Se refiere a la velocidad media a la que se aproxima la embarcación a un individuo o grupo de individuos. Para esta acción se consideró la **velocidad media** (promedio) y la **velocidad máxima de acercamiento** de las embarcaciones.
5. **Comportamiento de los turistas**: El comportamiento de los turistas que participan en los avistamientos de fauna marina es una variable importante debido al impacto que genera esta actividad sobre los animales. Esto debido a que algunos turistas aplauden, se levantan de sus asientos y gritan generando una mayor perturbación en los animales. Para identificar el nivel de perturbación generado por los turistas se utilizaron las categorías de comportamiento de los turistas propuesta por Pavez et al. (2015). Estas categorías son: calmo, los turistas se mantienen tranquilos, se mueven lento y no conversan; moderado, los turistas se levantan, hablan normalmente y toman fotografías; y perturbador, los turistas mueven sus manos, aplauden, gritan y hacen movimientos bruscos con sus cuerpos. Según esto, se estableció como un nivel bajo a la categoría calmo, como un nivel medio a la categoría moderado y a un nivel alto a la categoría perturbador.
6. **Duración de los avistamientos**: Este factor es relevante y fue considerado en el caso de los cetáceos, ya los avistamientos son continuos y de mayor duración respecto a las otras especies que habitan en las reservas marinas. Para establecer la intensidad de este factor, se definió como intensidad baja un avistamiento de 20 min por individuo o grupo de individuos. Esto, según lo establecido en la Res.Ex. N° 6248/2017, la cual "Establece las condiciones para el ingreso a la Reserva Marina Isla Chañaral y regula las actividades de turismo de avistamiento y buceo recreativo". Para definir la intensidad media y alta, se utilizaron los datos recopilados en terreno en relación con la respuesta de los individuos.

En el caso de los componentes de los factores ambientales, sólo se consideró a aquellas especies presentes en el área, que tengan algún atractivo para el turismo, que sean accesibles y frecuentes de ver. El listado de especies evaluadas se encuentra en la

Tabla 10.4.2. En el caso de las aves, para poder medir sus reacciones, solo se consideraron aquellas que se encontraban en tierra, ya sea posadas en rocas o en nidos. Solo el yunco se consideró de manera adicional debido a su estado de conservación y a la importancia que esta especie representa en el ecosistema del área de estudio. En el caso de los lobos marinos, también se consideraron aquellos individuos que se encontraban en tierra.

Tabla 10.4.2. Listado de especies identificadas en el área de estudio. Se indica el nombre común, nombre científico, categoría de conservación según la normativa chilena.

Nombre común	Categoría de conservación Lista Chilena
Delfín nariz de botella no residentes	Preocupación Menor
Delfín nariz de botella residentes	En Peligro
Ballena azul	En Peligro
Ballena fin	En Peligro crítico
Lobo marino común	Preocupación menor
Lobo fino austral	Casi Amenazada
Chungungo	Vulnerable
Pingüino de Humboldt	Vulnerable
Yunco	En Peligro
Cormorán Lile	Casi Amenazada
Cormorán Guanay	Casi Amenazada
Cormorán Yeco	Preocupación Menor
Piquero	Preocupación Menor

II. Estimación de la magnitud del impacto y la evaluación de la importancia

La estimación de la magnitud tiene como finalidad el calificar la dimensión o tamaño del cambio ambiental producido sobre un determinado recurso o elemento del ambiente (De la Maza 2007). Para realizar esta calificación se utilizó la combinación de los conceptos de intensidad del impacto y la afectación sobre el factor ambiental. La intensidad se refiere a la dimensión de una acción en particular (e.g. el número de embarcaciones de turismo presentes simultáneamente). La intensidad fue caracterizada con las categorías muy alta, alta, media y baja, dependiendo de su dimensión. Estas categorías se establecieron a partir del "Reglamento General de observación de mamíferos, reptiles y aves hidrobiológicas y del registro del avistamiento de cetáceos", literatura de avistamiento de cetáceos a nivel internacional (Carlson 2012), y de la información recopilada a lo largo del proyecto. Por ejemplo, la distancia de acercamiento a la fauna marina, que incluye a las aves marinas, al chungungo, al lobo fino austral, al lobo marino común y al delfín nariz de botella, distancias superiores a 50 m se consideró como una intensidad baja (Tabla 10.4.3). Distancias desde 49 a 25 m se consideraron como una intensidad media (Tabla 10.4.3). Mientras que distancias menores a 10 m (corta distancia) se consideraron como una intensidad muy alta (Tabla 10.4.3). El detalle de las categorías establecidas para las acciones generadas por el turismo de avistamiento de fauna se muestra en la Tabla 10.4.3. La intensidad de cada acción se estableció dependiendo de la frecuencia en cada nivel a partir de los datos recolectados en terreno. Por ejemplo, en el caso del comportamiento de los turistas, si la categoría más frecuente fue moderado, la intensidad de esta acción se consideró como media.

La afectación se refiere al cambio producido sobre una especie en particular. La afectación fue caracterizada con las categorías alta, media y baja. Para establecer la afectación, se utilizaron las conductas respuestas de las especies en presencia de las

embarcaciones de turismo (“sin reacción”, “alerta” y “escape”, ver O.E 2 sección *Seguimiento focal de individuos para aves marinas, lobos marinos y chungungos* y O.E 4 sección IV *Expediciones para la toma de datos desde las embarcaciones de turismo para el delfín nariz de botella*). Aquella conducta registrada con mayor frecuencia fue la categoría asignada. Si la respuesta más frecuente fue “sin reacción” se le asignó la categoría baja de afectación. Si la respuesta fue “alerta”, se le asignó la categoría media. Y si la categoría fue “escape” se le asignó la categoría alta.

La combinación de la intensidad y la afectación nos entrega la calificación de la magnitud para las acciones identificadas. Esta magnitud se pondera en una escala del 1 al 10, donde el 10 corresponde a la alteración máxima provocada en el factor ambiental considerado, y 1 la mínima (Tabla 10.4.4). Por ejemplo, la distancia media de acercamiento para el chungungo fue de 20 km/h y su respuesta frente al turismo más frecuente fue “alerta”. Por lo tanto, el chungungo presentó una intensidad en la categoría “alta” y una afectación “media”, por lo que la calificación de la magnitud es de 8 (ver Tabla 10.4.4).

Para establecer la importancia del factor ambiental evaluado, se consideró la combinación de la categoría de conservación y la importancia para el turismo. La categoría de conservación se estableció según la normativa chilena de la clasificación de especies y se categorizó como muy alta, alta, media y baja según la Tabla 10.4.5. La importancia para el turismo se estableció a partir del taller de validación (ver sección a continuación *Validación de las acciones del avistamiento de fauna y de los componentes de los factores ambientales con los servicios públicos presentes en el territorio y que tienen relación con la actividad turística*). Por ejemplo, el lobo marino común tiene una categoría de conservación “preocupación menor” por que tiene una calificación de baja, mientras que la importancia para el turismo en la RMICD es media. Por lo tanto, la importancia del lobo marino común en la RMICD tiene una calificación de 2.

Lo descrito anteriormente es para las aves marinas, lobos marinos, chungungos y delfines. En el caso de la ballena fin y azul se utilizaron los resultados del taller de validación con los servicios públicos. Estas dos especies contaron con una matriz de Leopold independiente ya que no cuentan con los mismos campos que las matrices de las otras especies, debido a que la actividad de validación se llevó a cabo antes de que se realizara el análisis detallado de los resultados obtenidos en terreno.

Finalmente, e independientemente para cada reserva marina, para obtener el resultado de cada acción para cada especie, se multiplicó el valor de la magnitud y la importancia. Luego se realizó la sumatoria de todas multiplicaciones para identificar cual es la especie con mayor impacto, cual es la acción que genera mayor impacto y cuál es el lugar con mayor impacto.

Tabla 10.4.3. Categorías según la intensidad de las acciones generadas por el turismo de avistamiento de fauna.

Acciones generadas por el turismo	**Baja**	**Media**	**Alta**	**Muy alta**
Número medio de embarcaciones presentes	≤ 2	3 a 4	5 a 6	≥ 7
Número máximo de embarcaciones presentes	≤ 2	3 a 4	5 a 6	≥ 7
Distancia media de acercamiento (m)	≥ 50	49 a 25	25 a 11	≤ 10
Distancia mínima de acercamiento (m)	≥ 50	49 a 25	25 a 11	≤ 10
Modo de aproximación	Sin incidencia	Sin incidencia	Sin incidencia	Sin incidencia
Velocidad media de acercamiento (km/h)	≤ 10	11 a 15	16 a 20	≥ 21
Velocidad máxima de acercamiento (km/h)	≤ 10	11 a 15	16 a 20	≥ 21
Comportamiento de los turistas	Calmo	Moderado	Perturbador	-
Duración media de los avistamientos (min)	≤ 10	11 a 15	16 a 20	≥ 21
Duración máxima de los avistamientos (min)	≤ 10	11 a 15	16 a 20	≥ 21

Tabla 10.4.4. Calificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental para su uso con la matriz Leopold.

MAGNITUD		
Intensidad	Afectación	Calificación
Baja	Baja	(+ o -) 1
Baja	Media	(+ o -) 2
Baja	Alta	(+ o -) 3
Media	Baja	(+ o -) 4
Media	Media	(+ o -) 5
Media	Alta	(+ o -) 6
Alta	Baja	(+ o -) 7
Alta	Media	(+ o -) 8
Alta	Alta	(+ o -) 9
Muy alta	Alta	(+ o -) 10

IMPORTANCIA		
Categoría de conservación	Importancia para el turismo	Calificación
Baja	Baja	+1
Baja	Media	+2
Baja	Alta	+3
Media	Baja	+4
Media	Media	+5
Media	Alta	+6
Alta	Baja	+7
Alta	Media	+8
Alta	Alta	+9
Muy alta	Alta	+10

Tabla 10.4.5. Calificación de la importancia de conservación según categoría de conservación de las especies.

Categoría de conservación	**Calificación importancia de conservación**
En peligro crítico	Muy alta
En peligro	Alta
Vulnerable	Alta
Casi amenazado	Media
Preocupación menor	Baja

III. Validación de las acciones del avistamiento de fauna y de los componentes de los factores ambientales con los servicios públicos presentes en el territorio y que tienen relación con la actividad turística

Para esta validación se convocó a la Corporación Nacional Forestal (CONAF) de las regiones de Coquimbo y Atacama, y al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (Sernapesca) de las mismas regiones. La reunión se llevó a cabo el 10 de octubre de 2019, en caleta Chañaral de Aceituno. De esta reunión participaron 14 personas (8 personas de Conaf y 6 personas de Sernapesca).

En esta reunión se realizó una presentación general del presente objetivo y se explicó el ejercicio de la validación. En esta instancia se dio a conocer el método de la matriz de Leopold, los aspectos que la componen y se definió lo que es magnitud e importancia. Luego de las aclaraciones pertinentes, se llevó a cabo la validación mediante una encuesta diseñada para esta finalidad. Esta encuesta estuvo compuesta por 2 partes. Primero la validación de las especies, indicando si están de acuerdo o no a que sean evaluadas (si o no) y si consideran que se deban evaluar otras especies. Asimismo, se consultó sobre la importancia según su estado de conservación y la importancia para el turismo (Tabla 10.4.6.). Tanto para la importancia según su estado de conservación y la importancia para el turismo, los participantes indicaron su apreciación según tres categorías: alta, media o baja. De esta parte se desprende la importancia de las especies para el turismo que fue utilizada en la matriz de Leopold.

La segunda parte consistió en validar las acciones generadas por el turismo e indicar la categoría considerada para la intensidad y afectación de estas acciones sobre las distintas especies. Las categorías utilizadas para indicar la intensidad y la afectación de las acciones fueron alta, media, baja o inexistente. Un ejemplo de la tabla utilizada en este ejercicio se observa en la Tabla 10.4.7. De las 14 personas participantes, 2 se autoexcluyeron ya que consideraron que no contaban con la información suficiente para responder adecuadamente las preguntas de esta actividad.

La finalidad de esta actividad fue, por un lado, validar los factores antes mencionados y, por otro lado, hacer un levantamiento de la percepción de la intensidad y afectación de las acciones generadas por el turismo. De esta manera obtuvimos dos entradas de información (datos tomados en terreno y percepción) para que la matriz de Leopold fuera más informativa y recoja la realidad *in situ*. Asimismo, podemos tener la percepción de aquellas especies que si son importantes para el área y para el turismo pero que por distintos motivos no pudieron ser evaluadas en terreno.

Tabla 10.4.6. Tabla para la validación de especies. Se indica el nombre común de la especie, el recuadro para indicar si ésta de acuerdo o no con su evaluación (SI/NO) y la importancia según su estado de conservación y la importancia para el turismo.

Nombre común	SI / NO	Importancia según su estado de conservación	Importancia para el turismo
Delfín nariz de botella transeúnte Delfín nariz de botella residentes Ballena azul Ballena fin Lobo marino común Lobo fino austral Chungungo Pingüino de Humboldt Yunco Cormorán Lile Cormorán Guanay Cormorán Yeco Piquero			

Tabla 10.4.7. Ejemplo de la tabla utilizada para la validación de las acciones generadas por el turismo. Se indica el listado de las acciones y los recuadros de intensidad y afectación para el delfín nariz de botella.

	Delfín nariz de botella residente	
Acciones generadas por el turismo	Intensidad	Afectación
Número de embarcaciones presenten		
Distancia de acercamiento		
Modo de aproximación		
Velocidad de acercamiento		
Comportamiento de los turistas		
Duración de los avistamientos		

IV. Expediciones para la toma de datos desde las embarcaciones de turismo

La toma de datos de la distancia mínima de reacción (DMR) para aves, chungungos y lobos marinos (común y fino) utilizada en la matriz de Leopold se explica en el objetivo 2, sección 4.1.2. *Seguimiento focal de individuos*. A partir de las respuestas obtenidas frente al turismo (“sin reacción”, “alerta” y “escape”), se obtuvo el porcentaje para cada categoría. La categoría de respuesta más frecuente fue utilizada para establecer la **afectación** (relacionada con la **importancia**) de la especie analizada utilizada en la matriz

de Leopold (ver detalle en sección II *Estimación de la magnitud del impacto y la evaluación de la importancia*).

Para los delfines nariz de botella se aplicó otra metodología ya que las respuestas conductuales y las dinámicas sociales son distintas al resto de los animales evaluados. De acuerdo a lo descrito por Mann (1999), el protocolo utilizado fue el de reconocimiento (traducción de *survey*), debido a que los seguimientos fueron de corto tiempo (menos de 30 min). El método de muestreo fue el de *ad libitum* para el seguimiento grupal (Altman 1974, Mann 1999). Al inicio de cada reconocimiento se estableció la conducta predominante del grupo (Mann 1999), siguiendo la descripción de Shane et al. (1986) (Tabla 10.4.8). Asimismo, y a lo largo del reconocimiento se hizo un seguimiento continuo de la actividad de los delfines para registrar eventos conductuales determinados. Estos eventos conductuales están definidos en la Tabla 10.4.9. El objetivo de estos seguimientos fue poder identificar si uno o más delfines despliegan algún evento identificado como negativo frente a la presencia de embarcaciones (e.g. coletazos, evasión, separación del grupo, entre otros) (Arcangeli et al. 2009), o si permanecen sin mostrar algún signo evidente de perturbación (e.g. sin reacción). De esta manera, se calculó el porcentaje de aquellos avistamientos donde los delfines presentaron algún evento identificado como negativo y el porcentaje de los avistamientos que se consideraron como neutros (Tabla 10.4.8). Para definir el nivel de afectación del delfín nariz de botella, se utilizó el porcentaje de avistamientos con eventos negativos. De esta manera, hasta el 33% de los avistamientos con eventos negativos se consideró con una afectación baja. Entre el 34% y 66% de los avistamientos con eventos negativos se consideró con una afectación media, mientras que más del 67% de los avistamientos con eventos negativos se consideró con una afectación alta.

Para todas las especies (aves marinas, lobos marinos, chungungos y delfines nariz de botella) se registró el número de embarcaciones presentes, la conducta de los turistas (ver definición en Tabla 10.4.10) y modo de aproximación (ver definición Tabla 10.4.11). Solo para las observaciones de delfines desde las embarcaciones de turismo se utilizó la duración de los avistamientos.

Tabla 10.4.8. Descripción de las conductas registrados para el delfín nariz de botella en presencia de embarcaciones, a partir de lo descrito por Shane et al. (1986).

Conducta	**Abreviación**	**Descripción**
Descanso	DES	Actividad de baja energía, con movimientos lentos, hasta quedar estacionarios en algunos momentos. Grupo compacto
Desplazamiento	DP	Desplazamiento direccional y persistente de los animales. Los buceos son cortos y constantes
Alimentación	ALIM	Persecución de peces en la superficie. Nado rápido en círculos, en un área especifica, con buceos largos y coordinados.
Social	SOC	Actividad de alta energía. Se observan saltos, persecución entre individuos y contacto permanente unos con otros. Se incorpora el juego (ej. animales con algas en sus aletas) y el apareamiento con otros delfines.

Tabla 10.4.9. Descripción de los eventos conductuales registrados para el delfín nariz de botella en presencia de embarcaciones. El signo 0 indica un evento neutral y el signo – indica un evento negativo.

Categoría	Código	Descripción
Sin reacción (0)	NO	El grupo continua con la conducta inicial
Coletazos (-)	CO	Golpes con la cola de 1 o más individuos
Cambio conductual (-)	CC	Cambio de la conducta. Por lo general este cambio de conducta es siempre a desplazamiento. Ej., dejan de alimentarse y comienzan a desplazarse
Separación del grupo (-)	SG	El grupo se dispersa y se pueden formar 2 o más grupos. El tamaño grupal inicial se reduce
Actividad aérea (-)	AA	1 o más individuos del grupo comienzan a saltar hacia adelante o de costado repetitivamente
Evasión (-)	EV	El grupo de delfines cambia continuamente su rumbo haciendo difícil el seguimiento, desplazamiento errático

Tabla 10.4.10. Definición de la conducta de los turistas mientras se realiza la observación de fauna en las reservas marinas.

Conducta	Código	Descripción
Calma	CAL	Sin conversación y susurros del total de los turistas
Moderado	MOD	Conversación ligera de al menos 1/4 de los turistas
Perturbador	PER	Aplausos, gritos, vítores, silbidos, golpes a la embarcación de al menos 1 turistas.

Tabla 10.4.11. Definición de los modos de aproximación para aves marinas, chungungos, lobos marinos (fino y común) y delfín nariz de botella.

Modo	Código	Descripción
Paralelo	PL	Aproximación de forma paralela, por la izquierda o derecha
De frente	FR	Aproximación de frente al animal o grupo
Perpendicular	PP	Aproximación por el costado del animal en un ángulo de 90°
Por atrás	AT	Aproximación al animal o grupo por atrás

V. Expediciones para la toma de datos de delfines desde tierra

Para poder evaluar el cambio de comportamiento de los delfines ante la presencia de embarcaciones turísticas se realizaron dos expediciones, uno en temporada baja y otro en temporada alta. Los avistamientos se realizaron desde Isla Choros e Isla Chañaral. Se dispuso realizar las expediciones desde Isla Choros debido a ser el sector de residencia de

una población de delfines nariz de botella, pero desde fines del 2019 fue muy común observar un grupo de delfines residentes en las aguas de la RMIC, por lo cual se decidió realizar una expedición en dicha isla. En ambas islas se determinaron los puntos de observación seleccionando lugares ya conocidos por tener una amplia visibilidad y donde los delfines son observados recurrentemente (Figura 10.4.1).

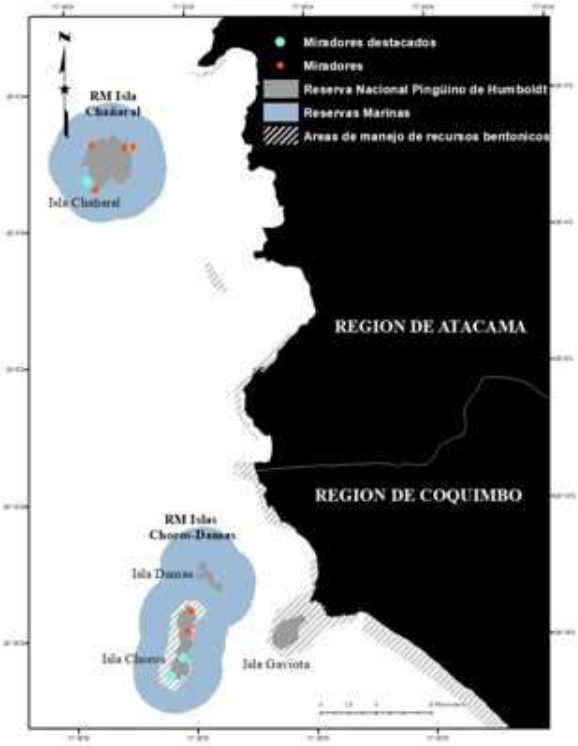


Figura 10.4.1. Mapa de los puntos de observación de los delfines nariz de botella. Miradores destacados en verde claro y los otros miradores en naranjo.

Las observaciones fueron realizadas entre las 9:00h y 18:00h, siempre y cuando las condiciones ambientales fueron adecuadas. Se realizaron inspecciones sistemáticas en las áreas de estudio para detectar la presencia de los delfines a través del seguimiento focal de grupo (Altman 1974). Se utilizó la técnica *scan sampling* (Lehner 1998), realizando un escaneo cada cinco minutos para identificar el comportamiento predominante de los delfines, el cual se realizó mediante binoculares y a ojo desnudo. Los comportamientos se identificaron como "forrajeo", "milling", "descanso", "socialización" y "traslado"(Meissner et al. 2015, Viddi & Harcourt 2016) (Tabla 10.4.12).

Tabla 10.4.12. Descripción de los diferentes comportamientos de los delfines.

Comportamiento	Abreviación	Definición
Forrajeo	Fo	Delfines se mueven rápido, bucean y se sumergen en todas direcciones, los delfines atrapan peces, peces saltan fuera del agua, aves y lobos de mar se alimentan simultáneamente, golpes de cola.
Traslado	T	Delfines nadan en una sola dirección en velocidad constante
Socialización	S	Delfines nadan muy cercanos unos con otros, muchas veces con contacto físico. Saltos fuera del agua, muchas veces emiten sonidos
Milling	M	Delfines se mueven lentamente, cambian de dirección y lugar constantemente
Descanso	D	Delfines muy agrupados, nadan lentamente cambiando de dirección constantemente pero no de lugar. Por periodos se les puede ver flotando a ras de la superficie.

VI. Expediciones para la toma de datos de ballenas desde tierra

La toma de datos se realizó en dos campañas de terreno, desde el 25 de enero hasta el 20 de febrero del 2019 y desde el 18 de enero hasta el 16 de febrero del 2020. Debido a que la única especie presente durante este proyecto fue la ballena fin, solo esta especie fue analizada.

La obtención de datos se realizó desde una base terrestre ubicada en Isla Chañaral (29º01'S, 71º36'W), a una altura de 52 m sobre el nivel del mar, lo cual permite una vista panorámica de casi 180º del área de estudio (Figura 10.4.2. y Figura 10.4.3). El registro de la información se llevó a cabo por tres personas, desde las 9:00 hasta las 18:00 h, cuando las condiciones ambientales lo permitieron (i.e. viento en escala de Beaufort menor o igual a 3, sin neblina o llovizna). Los patrones de los movimientos de las ballenas fin fueron monitoreados con un teodolito digital modelo Spectra Precision Model DET-2 con monocular de aumento 30x. Mediante este instrumento es posible seguir a un cetáceo, y medir los ángulos verticales según la posición del animal, y los ángulos horizontales respecto a un objeto de referencia. Estos ángulos son transformados en coordenadas geográficas mediante un software especializado. Con mediciones sucesivas de las posiciones de los animales en el tiempo, este aparato permite medir cambios en los patrones de movimiento (velocidad, reorientación, linealidad, etc.). La magnitud y significancia de estos cambios permite cuantificar las respuestas de los cetáceos ante actividades humanas como el turismo. Este método ha sido ampliamente utilizado porque ha demostrado ser exitoso para estimar la posición de una ballena en un tiempo dado y además porque permite realizar seguimientos sin intervenir en la conducta natural de los animales (Würsig et al. 1991). Esto a su vez permite registrar de manera objetiva los cambios en la conducta de estos animales en presencia y ausencia de embarcaciones de turismo (Würsig et al. 1991).

Para la búsqueda de ballenas se realizaron observaciones continuas a lo largo del área de observación. Al identificar a un individuo o grupo de ballenas fin, se inició el seguimiento focal del grupo o del individuo con el teodolito (Würsig et al. 1991). El

seguimiento focal de un individuo o grupo de ballenas fin se denomina avistamiento. Un grupo fue considerado cuando dos o más individuos emergen de manera sincrónica a una distancia menor a 100 m entre los individuos (Whitehead 1983, Corkeron 1995). Siguiendo el protocolo descrito por Mann (2000), los individuos o grupos fueron seguidos continuamente. Estos métodos son apropiados para la ballena fin, porque son fácilmente identificables y por lo general se sumergen por períodos de <10 min (Mann 2000). Para los avistamientos de ballenas el equipo de trabajo se dividió en: operador del teodolito, persona encargada del seguimiento de las ballenas y el anotador. Durante el avistamiento, la persona encargada del seguimiento de las ballenas informaba cada vez que una ballena se veía en la superficie; el operador del teodolito ubica su posición y el anotador registraba la hora del evento, conducta del individuo o grupo, el ángulo vertical y horizontal dado por el teodolito. La posición de la ballena (ángulos verticales y horizontales) fue registrado en períodos de un minuto, o al momento de salir a la superficie luego de un buceo (Schaffar et al. 2010). En el caso del seguimiento de grupos, se registró la posicion de la primera ballena que sale a superficie. Adicionalmente se registró la presencia de embarcaciones, indicando el momento (hora) en que se acerca una embarcación, el número de embarcaciones presentes en el avistamiento y el momento en que las embarcaciones dejan al individuo o al grupo. El avistamiento finalizó cuando el individuo o grupo de ballenas ya no eran visibles o si las condiciones ambientales impedían el seguimiento.

Las conductas de las ballenas fueron clasificadas como desplazamiento y descanso, basados en eventos específicos de cada conducta (Brown et al. 1994). La conducta de desplazamiento se consideró cuando el patrón de movimiento del individuo o grupo es continuo y orientado en una misma dirección (Brown et al. 1994). Por otro lado, se consideró como descanso cuando el patrón de movimiento del individuo o grupo fue estacionario (sin un desplazamiento aparente) pudiendo o no seguir la misma trayectoria (Brown et al. 1994). Durante las expediciones se registró la conducta de alimentación. Sin embargo, los patrones de movimiento (velocidad de nado, reorientación y linealidad; ver descripción en la sección variables respuestas a continuación) de esta conducta cambian continuamente. Por lo tanto, las variaciones que se puedan registrar en esta conducta puede que no tenga relación con la presencia de las embarcaciones sino con la dinámica natural de esta conducta.

En el laboratorio, la información fue digitalizada e ingresada al programa VADAR (Visual and Acoustic Detection and Ranging) (Kniest 2012). VADAR utiliza los ángulos dados por el teodolito y la altura de la estación, para estimar la posición de las ballenas. De este proceso es posible obtener: distancia del avistamiento, velocidad de nado, reorientación y linealidad (Harcourt et al. 2014). Se utilizaron sólo aquellos avistamientos que estuvieron en un rango menor a 6km de distancia del punto de observación, para evitar errores en la medición (Würsig et al. 1991). Asimismo, se utilizaron solo aquellos avistamientos que tuvieron una duración mayor a 15 min y al menos el registro de cinco eventos en superficie.

Variables respuesta

Por cada conducta registrada (desplazamiento y descanso), se consideraron tres variables respuesta: (1) velocidad de nado, medido como el tiempo (en horas) que demora el animal en recorrer una distancia (en km) dada (Scheidat et al. 2004); (2) linealidad, que corresponde a la predictibilidad del movimiento a lo largo del seguimiento, donde los valores cercanos a 0 indican movimientos circulares y valores cercanos a 1 indican movimientos rectilíneos (Williams et al. 2002); y (3) reorientación (en grados), que mide el cambio en la dirección de los movimientos y se define como el cambio en la dirección del movimiento del grupo, medido en grados (Williams et al. 2002). Los valores bajos de reorientación indican una trayectoria lineal sin cambios de dirección, mientras que los valores altos indican una trayectoria errática de las ballenas o del grupo (Williams et al. 2002). Estas tres variables respuesta son dados por VADAR para cada posición medida por el teodolito.

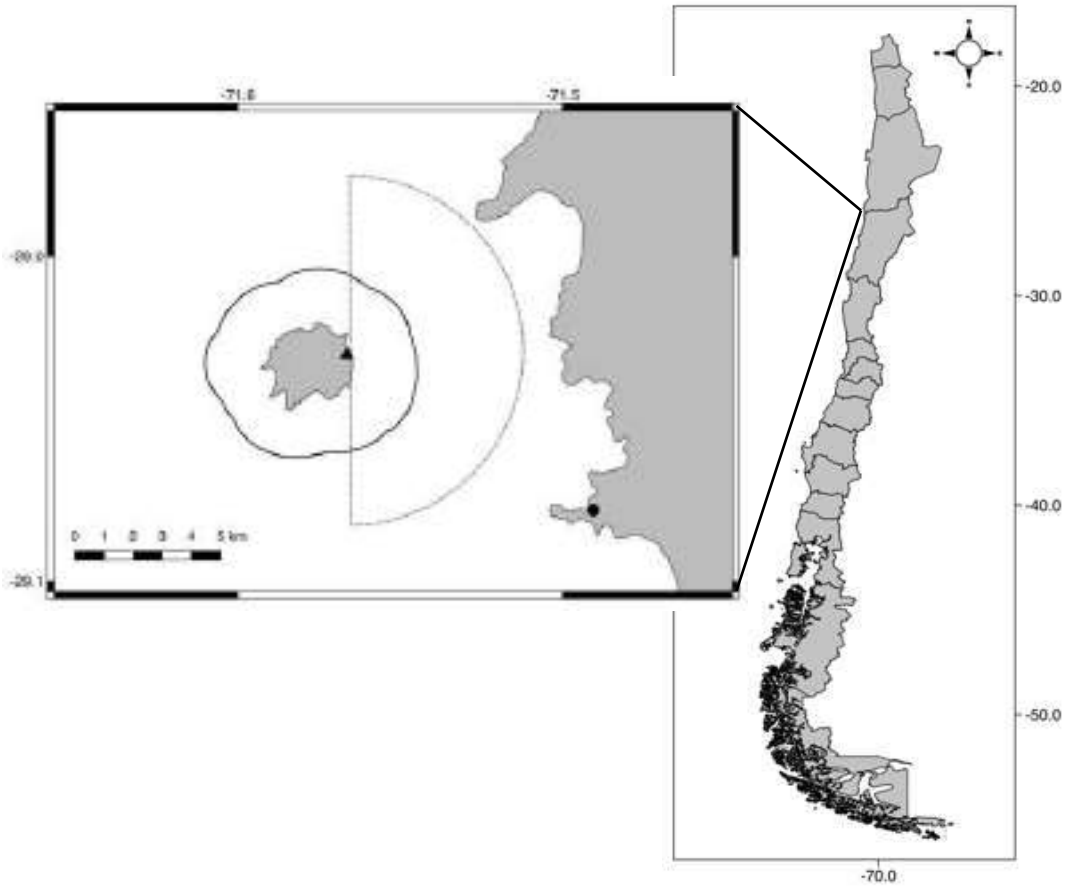


Figura 10.4.2. Ubicación del área de estudio. La línea negra indica el límite de la Reserva Marina Isla Chañaral y la línea segmentada indica el área de observación. El triángulo negro muestra el punto de observación y el círculo negro la ubicación de la caleta Chañaral de Aceituno.



Figura 10.4.3. Vista panorámica del punto de observación, situado en isla Chañaral.

VII. Análisis estadísticos

Toma de datos desde las embarcaciones de turismo

Con la finalidad de analizar si se pueden sumar los datos recopilados en el 2019 y 2020, se realizaron una serie de comparaciones entre los datos obtenidos para ambos años en cada área independientemente. De esta manera se realizó una comparación para cada categoría de respuesta ("sin reacción", "alerta" y "escape") al turismo entre años mediante tablas de contingencia 2x2 debido a que estos datos están expresados en porcentajes. Por ejemplo y para la RMIC, se comparó el porcentaje de la categoría de respuesta "alerta" para el 2019 y 2020. Las mismas comparaciones se realizaron para la velocidad de acercamiento y distancia de reacción, mediante test de *t* o test de Mann Whitney dependiendo de la normalidad de los datos. Aquellos datos que no mostraron diferencia tanto para las comparaciones entre categorías de respuesta, la velocidad de acercamiento y distancia de reacción fueron sumadas en la base de datos.

Adicionalmente y para cada reserva marina, para identificar la categoría de respuesta más frecuente expresada en porcentajes, se realizaron comparaciones mediante tablas de contingencia de 2x2. Por ejemplo, para la RMICD se comparó el porcentaje de la categoría de respuesta "sin reacción" y "alerta". Posteriormente se realizaron las comparaciones entre la categoría de respuesta "sin reacción" y "escape" y luego entre la categoría de respuesta "alerta" y "escape". Para identificar diferencias entre las categorías de respuesta y la velocidad de acercamiento, se aplicó una prueba de Kruskal Wallis y análisis posthoc debido a que los datos no cumplieron con el supuesto de normalidad. Este mismo análisis se llevó a cabo para la distancia de reacción.

Todos estos análisis se realizaron de manera independiente para cada especie.

Datos de delfines desde tierra

Se utilizaron cadenas de Markov para evaluar el impacto de las embarcaciones de turismo sobre los delfines nariz de botella (Lusseau 2003, Christiansen et al. 2010, Bas et al. 2017). Las cadenas de Markov miden la dependencia del estado conductual actual con el estado conductual anterior. El análisis se restringe a incluir sólo el paso de tiempo anterior, conocido como una cadena de Markov de primer orden (Lusseau 2003).

Para este análisis se deben obtener datos de los cambios de comportamiento cada cierto tiempo, y así poder evaluar las transiciones de la actividad conductual de los delfines. Esto se realiza con presencia (Impacto) y ausencia (Control) de embarcaciones turísticas. Para obtener los datos de transición conductual se realizaron escaneos visuales cada 5 minutos en los avistamientos de delfines. Estos escaneos se realizaron cada este tiempo debido a que las embarcaciones turísticas en Chañaral de Aceituno permanecen menos tiempo con los delfines.

Para evaluar el efecto de las interacciones de las embarcaciones turísticas en el comportamiento de los delfines, se calculó la probabilidad de que un grupo focal cambie de un estado conductual precedente a uno procedente en presencia (impacto) o ausencia (control) de las embarcaciones.

La probabilidad que un grupo de delfines cambiase de un comportamiento a otro fue calculado para las dos tablas de contingencia, control e impacto:

$$p_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{j=1}^{n} a_{ij}} \quad , \sum_{j=1}^{n} p_{ij} = 1$$

Donde i es el comportamiento precedente, j es el comportamiento sucesivo, n es el total de estados de comportamientos (cinco en este caso), a_{ij} es el número de transiciones observadas de un estado i a J, y p_{ij} es la probabilidad de transición desde un comportamiento i a j en la cadena de Markov.

La proporción de tiempo que los delfines pasan en cada estado conductual bajo situaciones de control e impacto fue calculado por Eigen-análisis (Lusseau 2003, Christiansen et al. 2010, Meissner et al. 2015).

Para poder evaluar el efecto de las embarcaciones turísticas en la duración (en minutos) del periodo en los diferentes estados conductuales t_{ii} se estimó en presencia y ausencia de embarcaciones de las cadenas de Markov utilizando la media de la distribución geográfica de p_{ii} (Lusseau 2003):

$$t_{ii} = \frac{1}{1 - p_{ii}}$$

Con error estándar (SE) de:

$$SE = \sqrt{\frac{p_{ii} \times (1 - p_{ii})}{n_i}}$$

En la cual n_i es el número de muestras siendo i la conducta precedente.

Se comparó control e impacto usando t de student.

A los cálculos previos de la proporción de tiempo que los delfines pasan en los diferentes estados conductuales se puede adicionar la proporción de tiempo que pasaron

junto a las embarcaciones turísticas por día y así, poder lograr la estimación creciente de la actividad conductual (diaria) en la población de delfines:

Proporción de la actividad conductual = (a x proporción de tiempo impacto) + (b x proporción de tiempo control)

Donde a es la proporción de tiempo (horas del día) que los delfines pasan en presencia de embarcaciones y b = 1-a es la proporción del tiempo que pasan los delfines sin embarcaciones.

Comparando la estimación creciente de la actividad conductual en impacto y control se determinó el efecto de las embarcaciones en la proporción de tiempo diario que los delfines pasan en los diferentes estados conductuales. Artificialmente se puede variar la proporción de tiempo por día que los delfines pasan con embarcaciones (a) desde 0 (delfines pasan 0% de su tiempo con embarcaciones) a 1 (delfines pasa 100% de su tiempo con embarcaciones) y así finalmente identificar en que porcentaje de exposición a la presencia de embarcaciones los estados conductuales fueron significativamente afectados.

Todos los análisis estadísticos fueron realizados en R 4.0.0 (R Development Core Team). Mayor detalle del análisis estadístico revisar Lusseau (2003).

Datos de ballenas desde tierra

Al tener registrada la información de la llegada y salida de las embarcaciones, se pudo establecer tres escenarios: “antes”, “durante” y “después” de la llegada de las embarcaciones de turismo (Scheidat et al. 2004, Avila et al. 2015). De esta manera, se realizaron comparaciones de cada variable respuesta (velocidad de nado, linealidad y reorientación) en relación a los tres escenarios antes mencionados, independientemente para cada una de las conductas registradas. Por ejemplo, para la conducta de desplazamiento, se analizó los cambios de la velocidad de nado en los escenarios antes, durante y después de la llegada de las embarcaciones. Asimismo, este procedimiento se realizó para evaluar cómo afecta el número de embarcaciones a las variables respuesta. En este caso, solo se consideraron los datos de los escenarios “antes” (donde se registran 0 embarcaciones) y “durante”, ya que datos de la categoría “después” estarían afectados por el turismo. Estas comparaciones (entre escenarios y entre número de embarcaciones) fueron realizadas mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis y análisis posthoc debido a que la distribución de los datos no cumplió con el supuesto de normalidad.

10.5 Objetivo Específico 5. Elaborar programa de manejo de los servicios de observación y avistamiento de fauna.

De acuerdo a lo comprometido en la Propuesta Técnica, el programa de manejo se estructuró en base a las siguientes etapas:

Etapa 1: ***Sistematización de los antecedentes o información requeridos para la elaboración del Plan de Manejo:*** Esta etapa consideró la compilación y orden de toda la información levantada en los Objetivos Específicos previos, y particularmente de los Objetivos Específicos 1, 2 y 3.

Etapa 2: Identificación de los impactos de los servicios de observación y avistamiento sobre la fauna en estudio: Esta etapa se desarrolló en el marco de los Objetivos Específicos 2 y 4, en los cuales se identificaron todos los impactos de la actividad turística sobre el uso de hábitat y comportamiento de todas aquellas especies de aves y mamíferos marinos que son objeto de conservación.

Etapa 3: Identificación de las medidas requeridas para prevenir y/o mitigar los impactos negativos sobre las especies: *En base a la identificación de los impactos de la actividad turística, se* identificaron una serie de medidas que tienen como finalidad el desarrollo de un turismo sustentable, que asegure la presencia y bienestar de las especies objeto de conservación.

Etapa 4: Plan de monitoreo: Para el cumplimiento de esta etapa se identificaron una serie de indicadores, tanto biológicos como de turismo, que permitirá determinar si las acciones propuestas logran la mantención de la salud poblacional de las especies objeto de conservación, o si se requiere de futuras modificaciones. Adicionalmente, como parte de esta etapa se incluyeron las guías de monitoreo, que permitirán a las autoridades monitorear la distribución y abundancia de estas especies en el tiempo.

Etapa 5: Comunicar los resultados a los responsables de la toma de decisiones, a los usuarios y al público en general: Como parte de esta etapa se comprometieron diversas actividades. En primer lugar se comprometió la elaboración de un documento de Programa de Manejo, el cual se entrega en el ANEXO 5. En segundo lugar, se comprometieron actividades de capacitación, las que fueron realizadas en el marco del Objetivo Específico 3. Asimismo, se generó material visual como parte de este Objetivo, que fue distribuido entre los asistentes en las localidades de Caleta Chañaral de Aceituno y Punta Choros.

Es importante destacar que, debido a la pandemia, no fue posible realizar los talleres de difusión comprometidos. Como parte de lo acordado con la contraparte, se acordó que el

Programa de Manejo, y el proyecto en general, sea difundido a través de la generación de presentaciones tipo PowerPoint que se encuentre disponibles en distintas páginas web. De acuerdo a lo conversado con la contraparte, este material será “subido” a las páginas web una vez que se apruebe el Pre-Informe Final, de manera de realizar ajustes a los contenidos, de ser necesario.

El Programa de Manejo se elaboró como un documento completo, y se estructuró en base a otros programas de manejo elaborados, tanto nacionales como internacionales. Sobre esta base, el Programa de Manejo propuesto para el presente proyecto consta de los siguientes capítulos:

1. Introducción
2. Sistematización de los antecedentes sobre presencia y abundancia de especies objetivo
3. Desarrollo de la actividad turística
4. Normativas y disposiciones vigentes
5. Principales actividades productivas relacionadas con las Reservas Marinas
6. Identificación de los impactos de los servicios de observación y avistamiento sobre la fauna en estudio
7. Identificación de las medidas requeridas para prevenir y/o mitigar los impactos negativos sobre las especies
8. Zonificación de las reservas marinas
9. Evaluación y seguimiento
10. Referencias bibliográficas

El capítulo 2 consideró la compilación de los resultados obtenidos en el Objetivo Específico 1. Cabe destacar que se incluyeron a los lobos marinos, que si bien no fueron parte de este proyecto, sí son importantes especies objeto de conservación. Las metodologías utilizadas para la sistematización de los antecedentes sobre las especies objeto se describieron de manera detallada en el Objetivo Específico 1, por lo que no se repetirán en esta sección.

De igual manera el capítulo 3 considera toda la información recopilada como parte del Objetivo Específico 3 de este proyecto. La metodología utilizada se incorporó en dicho objetivo, por lo que no se repetirá en esta sección.

Para el análisis de las normativas y disposiciones vigentes (Capítulo 4) se analizaron principales normativas que aplican para las especies de aves y mamíferos marinos que se encuentran en las RMIC y RMICD. De manera particular, se desarrollan con mayor extensión las normativas vigentes para las dos reservas marinas:

- Plan General de Administración (PGA) de la RMIC, Región de Atacama
- Plan General de Administración de la RMICD, Región de Coquimbo
- Regulación de las actividades de buceo recreativo, paseo náutico guiado de observación de flora y fauna, traslado y apoyo de buzos recreativos dentro de la RMIC
- Establece las condiciones para el ingreso a la RMICD y regula las actividades de paseo náutico, observación de flora y fauna y buceo recreativo autónomo

El capítulo 5 considera toda la información recopilada como parte del Objetivo Específico 2 y 3 de este proyecto. De igual manera, el capítulo 6 se obtuvo en base a lo desarrollado como parte del Objetivo Específico 4. La metodología utilizada se incorporó en dichos objetivos, por lo que no se repetirá en esta sección.

La identificación de las medidas requeridas para prevenir y mitigar los impactos de la actividad turística sobre las especies objeto de conservación (capítulo 7) se llevó a cabo utilizando tres aproximaciones complementarias: (1) una búsqueda bibliográfica que incluyo estudios realizados previamente en el área de estudio por este equipo de trabajo (Sepúlveda et al. 2016, 2017), (2) la reglamentación vigente para cada Reserva Marina, y (3) el criterio experto, basándose en el conocimiento y experiencia del equipo de trabajo ejecutor de este proyecto. Para este último punto, se llevaron a cabo una serie de reuniones internas, tanto en trabajo entre subgrupos (cetáceos, aves y chungungos), como considerando al equipo en su totalidad para el intercambio de conocimiento. Sobre la base de estas tres aproximaciones se proponen una serie de medidas que buscan prevenir los impactos de la actividad turística sobre las especies objeto.

El capítulo 8 considera toda la información recopilada como parte del Objetivo Específico 2 de este proyecto. La metodología utilizada se incorporó en dicho objetivo, por lo que no se repetirá en esta sección.

Finalmente, el capítulo 9 se confeccionó en base a las acciones de turismo identificadas en los capítulos previos, y de las recomendaciones de límites para un turismo sustentable sobre las especies. Se identificaron una serie de indicadores biológicos y de turismo que pueden ser monitoreados en el tiempo para evaluar el grado de cumplimiento de la actividad de turismo. Estos indicadores fueron compilados en base a: (1) La reglamentación vigente en ambas Reservas Marinas que incluye indicadores biológicos; (2) búsqueda bibliográfica de otros programas de manejo que incluyen indicadores, y (3) los resultados obtenidos a partir del Objetivo Específico 4, que permitió la identificación de indicadores de turismo.

Como parte del capítulo 9 se incluyeron asimismo las Guías de Monitoreo de las poblaciones de (1) pequeños y grandes cetáceos, (2) chungungos, (3) aves marinas, y (4) lobos marinos. Tal como fue solicitado por SERNAPESCA, estas guías fueron confeccionadas para que instituciones públicas (como el mismo Sernapesca) pueda llevar a cabo estas acciones de monitoreo en el tiempo.

Las guías de monitoreo fueron confeccionadas en base a la metodología empleada en este proyecto (ver Objetivo Específico 1). En el caso de las aves marinas, es importante señalar que nuestras guías se refieren a las diferentes especies de aves marinas que nidifican en los acantilados: piquero, gaviotín monja, y los cormoranes lile, yeco y guanay. El pingüino de Humboldt y el yunco, los que nidifican mayormente sobre la isla (no en acantilados) no fueron incluidos en esta guía puesto que para estas especies existe actualmente un programa de monitoreo que se encuentra a cargo de CONAF, un monitoreo que requiere de otra metodología y además de un permiso especial de CONAF para el ingreso a las islas de la reserva. Por ello, de acuerdo con Sernapesca en una

reunión oficial realizada el 13 de marzo de 2020, las fichas de monitoreo para estas dos especies no se incluyen en la presente guía.

Es importante señalar, además que, para el caso de los lobos marinos, que no estuvieron incluidos en las bases técnicas pero que son especies objeto de conservación e importantes para el turismo, la metodología se basó en la experiencia previa de este equipo de trabajo en diversos proyectos y publicaciones (e.g. Proyecto Corfo Código 14BPCR-33451, Sepúlveda et al. 2009).

Considerando que es un documento auto-contenido y diferenciado del resto del proyecto, para este informe se entrega como un documento separado en el ANEXO 5.

11. RESULTADOS POR OBJETIVO

11.1 Objetivo Específico 1. Evaluar el estado poblacional de las especies delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), chungungo (*Lontra felina*), pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*) y cetáceos, y elaborar una propuesta de Guía de Monitoreo permanente de estas especies

11.1.1 Delfín nariz de botella residente y otros cetáceos

I. Delfín nariz de botella residentes

I.I Avistamiento, estimación de abundancia y seguimiento grupal de delfines nariz de botella residentes

Los resultados de avistamientos y seguimiento focal grupal de delfines nariz de botella residentes obtenidos en la totalidad de las prospecciones marinas realizadas en este estudio se reportan en la Tabla 11.1.1.1. Las trayectorias de estas prospecciones realizadas durante el trabajo con los delfines se muestran en la Figura 11.1.1.1.

En la Figura 11.1.1.1 se puede observar el movimiento de los delfines nariz de botella residentes en el área suroeste de la Isla Chañaral, donde fueron avistados en cuatro de las cinco salidas bimensuales realizadas. Los delfines se desplazaron aproximadamente 3 km hacia el norte y 0,5 km al sur del lugar de mayor frecuencia de ocurrencia (suroeste de la Isla Chañaral). Sin embargo, los desplazamientos se caracterizaron por ser menores a 0,5 km.

Tabla 11.1.1.1. Resumen de avistamientos de delfines nariz de botella residentes a lo largo del periodo de estudio.

Prospección	Fecha	Lugar de observación	Sitio	Tipo de grupo	Tamaño grupal	Crías	Comportamiento inicial	Tiempo de seguimiento (min)
1	23 de Mayo de 2019	Chañaral	Suroeste de isla Chañaral	Residentes	10-12-14	1	Social	80
2	5 de Agosto de 2019	Chañaral	Suroeste de isla Chañaral	Residentes	11-12-13		Alimentación	70
3	6 de Septiembre de 2019	Chañaral	Suroeste de isla Chañaral	Residentes	7-8-9		Transición	50
	7 de Septiembre de 2019	Chañaral	Suroeste de isla Chañaral	Residentes	6-7-8		Desplazamiento	35
	7 de Septiembre de 2019	Chañaral	Suroeste de isla Chañaral	Residentes	1		No identificada	solo foto ID
5	13 de Enero de 2020	Chañaral	Suroeste de isla Chañaral	Residentes	3		No identificada	solo foto ID
	14 de Enero de 2020	Chañaral	Suroeste de isla Chañaral	Residentes	4-5		No identificada	30
	15 de Enero de 2020	Chañaral	Suroeste de isla Chañaral	Residentes	3-6		Alimentación	50

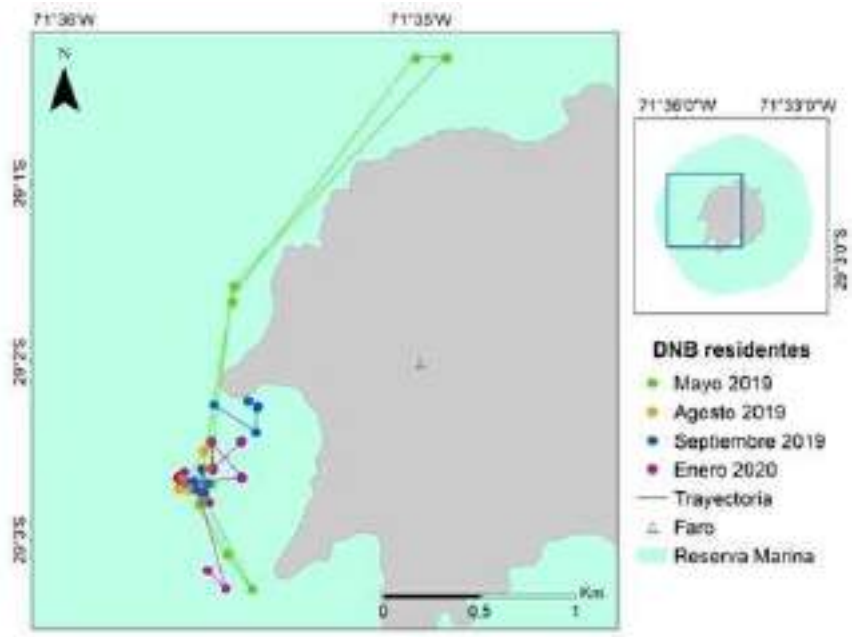


Figura 11.1.1.1. Trayectorias de los delfines nariz de botella residentes (DNB) en todas las prospecciones en las que fueron encontrados. Los puntos de ubicación geográfica corresponden a los registros de seguimiento focal grupal.

I.II Foto-Identificación y estimación de abundancia delfín nariz de botella residente

La organización integral de la información de individuos residentes identificados se muestra en la Tabla 11.1.1.2. y en la Tabla 11.1.1.3. de matriz presencia-ausencia de los individuos. En la Figura 11.1.1.2 se muestra el catálogo conformado por todas las prospecciones marinas reportadas en el presente informe. Se pudieron identificar nuevas marcas en la aleta dorsal de algunos delfines del grupo residente, lo cual refleja la importancia del prolijo análisis de las fotografías (de lo contrario se perdería seguimiento de los individuos en el tiempo) (Figura 11.1.1.3).

Tabla 11.1.1.2. Seguimiento de los delfines residentes identificados según localidad de avistamiento y prospección realizada.

		Salida 1		Salida 2	Salida 3		Salida 4	Salida 5		
Individuo	Código	23-05-2019	24-05-2019	01-08-2019	06-09-2019	07-09-2019	04-11-2020	13-01-2020	14-01-2020	15-01-2020
RH01	CHA230519_RH01	Cha1		Cha1	Cha1	Cha3			Cha1	Cha1
RH02	CHA230519_RH02	Cha1		Cha1	Cha1	Cha3			Cha1	Cha1
RH03	CHA230519_RH03	Cha1		Cha1	Cha1	Cha1				
RH04	CHA230519_RH04	Cha1		Cha1	Cha1	Cha3		Cha1	Cha1	Cha1
RH05	CHA230519_RH05	Cha1		Cha1	Cha1	Cha3				
RH06	CHA230519_RH06	Cha1		Cha1	Cha1	Cha3				
RH07	CHA230519_RH07	Cha1								
RH08	CHA230519_RH08	Cha1								
RH09	CHA230519_RH09	Cha1		Cha1	Cha1	Cha3				
RH10	CHA230519_RH10	Cha1		Cha1	Cha1	Cha3		Cha1	Cha1	Cha1

Tabla 11.1.1.3. Matriz presencia-ausencia de delfines residentes identificados en el área de estudio durante las prospecciones marinas realizadas en mayo, agosto, septiembre, noviembre de 2019 y enero de 2020.

		Salida 1		Salida 2	Salida 3		Salida 4		Salida 5		
Individuo	Codigo fotoid	23-05-2019	24-05-2019	01-08-2019	06-09-2019	07-sept-19	20-11-2020	21-11-2020	13-01-2020	14-01-2020	15-01-2020
RH01	CHA230519_RH01	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1
RH02	CHA230519_RH02	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1
RH03	CHA230519_RH03	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0
RH04	CHA230519_RH04	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1
RH05	CHA230519_RH05	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0
RH06	CHA230519_RH06	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0
RH07	CHA230519_RH07	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RH08	CHA230519_RH08	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RH09	CHA230519_RH09	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1
RH10	CHA230519_RH10	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1



Figura 11.1.1.2. Catálogo de individuos identificados en el grupo *T. truncatus* residente avistado en la Reserva Marina Isla Chañaral en el período de estudio. Uno de los delfines residentes (CHA230519_R9) adquirió una nueva muesca en su aleta dorsal.



Figura 11.1.1.3. Ejemplo de adquisición de nuevas marcas en delfines nariz de botella residentes. Fotografía del individuo CHA230519_R9 en septiembre de 2019 (superior) y en enero de 2020 (inferior). Esto refleja la importancia del prolijo análisis de las fotografías, de lo contrario se perdería seguimiento de los individuos en el tiempo.

El tamaño grupal de los delfines residentes varió entre cuatro y 12 delfines, con un promedio de siete individuos (DE=3,8). La matriz de captura-recaptura da cuenta de un total de 10 individuos identificados fotográficamente con un alto porcentaje de recaptura (80% en tres campañas contiguas y 50% en las dos últimas campañas). La estimación de tamaño poblacional basado en el Índice de Chapman para poblaciones pequeñas, arroja un número de tamaño poblacional estimado promedio de siete individuos con un intervalo de confianza al 95% de entre cinco y 12 individuos. Sin embargo, en base a la experiencia y los datos capturados creemos que se registró la totalidad de los individuos identificables de la población residente de delfines nariz de botella en el área de estudio (i.e. 10 individuos) (Figura 11.1.1.4).

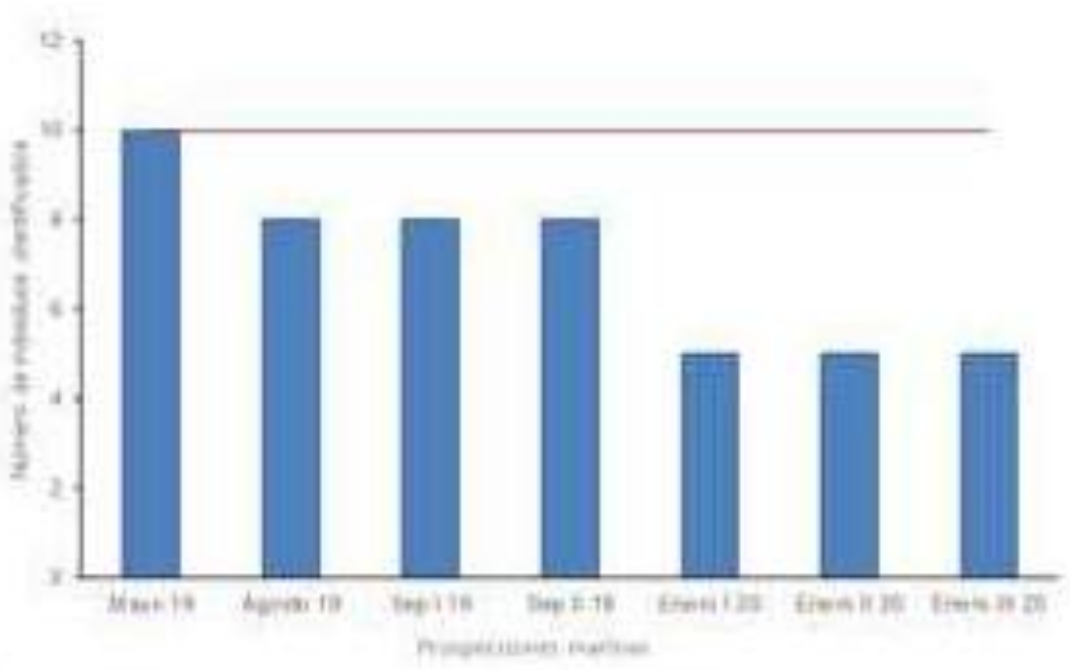


Figura 11.1.1.4. Número de delfines nariz de botella residentes identificados en el período de estudio (azul). Curva de captura fotográfica acumulativa (rojo). Nota: La totalidad de los individuos fueron identificados fotográficamente durante la primera prospección marina y no se incorporan más individuos en la población (población cerrada).

I.III Seguimiento focal grupal de delfines nariz de botella residentes

Los delfines nariz de botella residentes fueron observados con mayor frecuencia en la zona suroeste o expuesta de isla Chañaral, como se mencionó anteriormente, lo que estuvo acompañado de un mayor registro de diferentes conductas (alimentación, desplazamiento, descanso, conducta social y dispersión) dando cuenta de una potencial preferencia por parte de la especie a esta área (Figura 11.1.1.5). Considerando la totalidad del área donde fueron encontrados los delfines, se registra con una mayor frecuencia la conducta de alimentación, luego el desplazamiento y finalmente las tres conductas restantes (Figura 11.1.1.6).

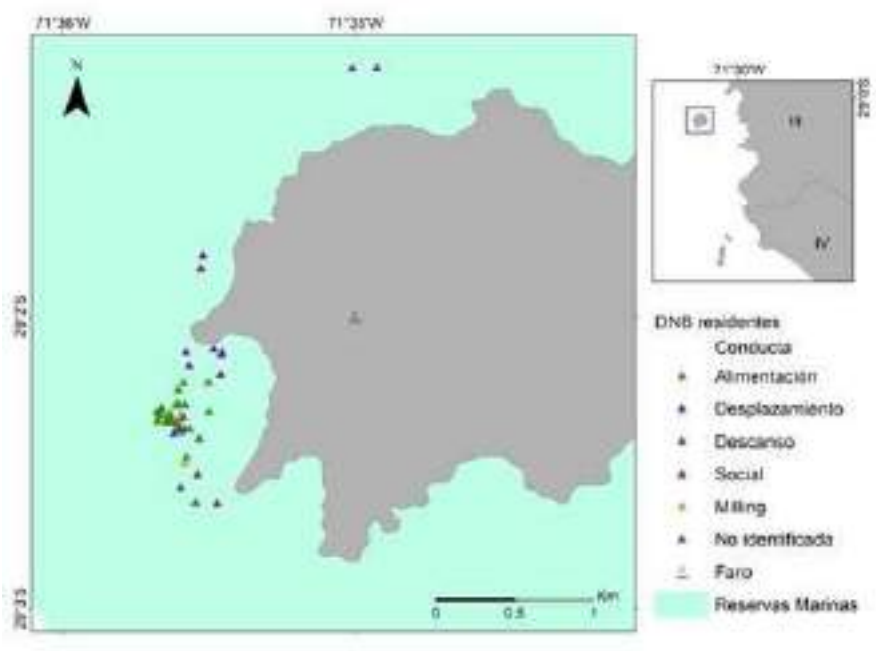


Figura 11.1.1.5. Conductas observadas de los delfines nariz de botella residentes en la RMIC. Se aprecia que en el sector suroeste de isla Chañaral se registraron diferentes conductas, destacando alimentación, descanso y conducta social, lo que da cuenta de una potencial preferencia de área.

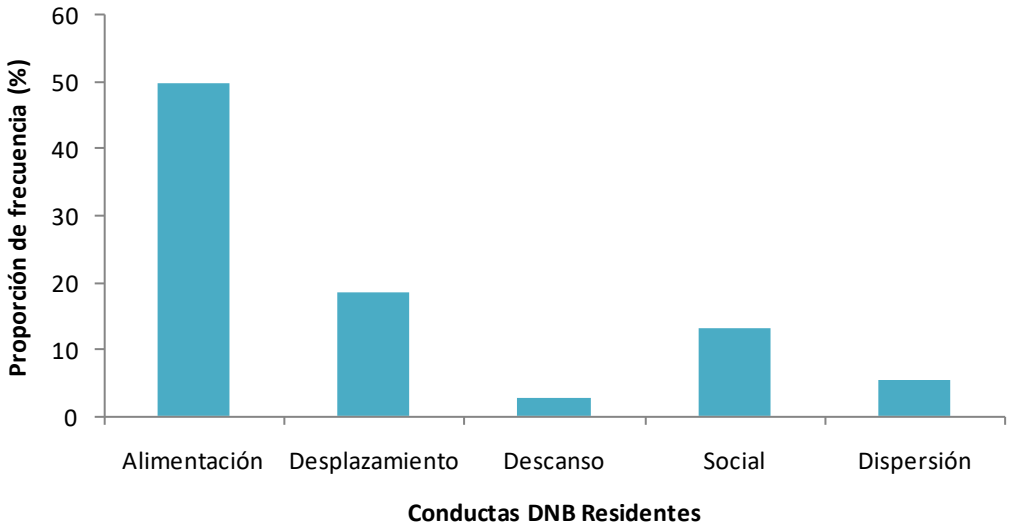


Figura 11.1.1.6. Frecuencia relativa porcentual de las conductas observadas para el grupo de delfines nariz de botella (DNB) residentes en la RMIC considerando las cuatro prospecciones en que fueron encontrados.

II. Avistamiento, seguimiento y estimación de tamaño grupal de "otros cetáceos"

A continuación se reporta el levantamiento de información correspondiente a las especies avistadas durante el periodo de estudio, que no corresponden a delfines nariz de botella residentes.

II.I Avistamiento, seguimiento y estimación de tamaño grupal de delfines nariz de botella no residentes

Los resultados de avistamientos y seguimientos focales de delfines nariz de botella no residentes (o también denominados transeúntes) obtenidos en la totalidad de las prospecciones marinas realizadas en este estudio se reportan en la Tabla 11.1.1.4.

Tabla 11.1.1.4. Resumen de avistamientos de delfines nariz de botella no residentes a lo largo del periodo de estudio.

Prospección	Fecha	Lugar de observación	Sitio	Tipo de grupo	Tamaño grupal	Crías	Comportamiento inicial	Tiempo de seguimiento (min)
1	24 de Mayo de 2019	Punta de Choros	Noreste de isla Damas	No residentes	7-8-9	0	Alimentación	20
	24 de Mayo de 2019	Punta de Choros	Noreste de isla Damas	No residentes	70-80-90	4-5-6	Desplazamiento	30
2	5 de Agosto de 2019	Punta de Choros	Oriente de isla Choros	No residentes + 2 residentes antiguos	7-8-9	0	Descanso	30
3	7 de Septiembre de 2019	Chañaral	Norte de isla Chañaral	No residentes	14-15-16	0	Desplazamiento	40
5	14 de Enero de 2020	Punta de Choros	Noreste de isla Damas	No residentes + 2 residentes antiguos	7-8-9	1	Desplazamiento	40
	15 de Enero de 2020	Punta de Choros	Este de isla Damas	No residentes + 2 residentes antiguos	7-8-9	0	Desplazamiento	20

Se observaron grupos de delfines nariz de botella no residentes en tres de las cinco prospecciones marinas realizadas a lo largo del periodo de estudio, en cercanías de la RMICD y la RMIC. Las trayectorias de los delfines, obtenidas desde la embarcación de investigación, se muestran en la Figura 11.1.1.7. La conducta de desplazamiento fue observada en mayor proporción en los grupos de delfines avistados, seguida por el descanso, la conducta social y finalmente la alimentación, considerando la totalidad de comportamientos registrados (Figura 11.1.1.8).

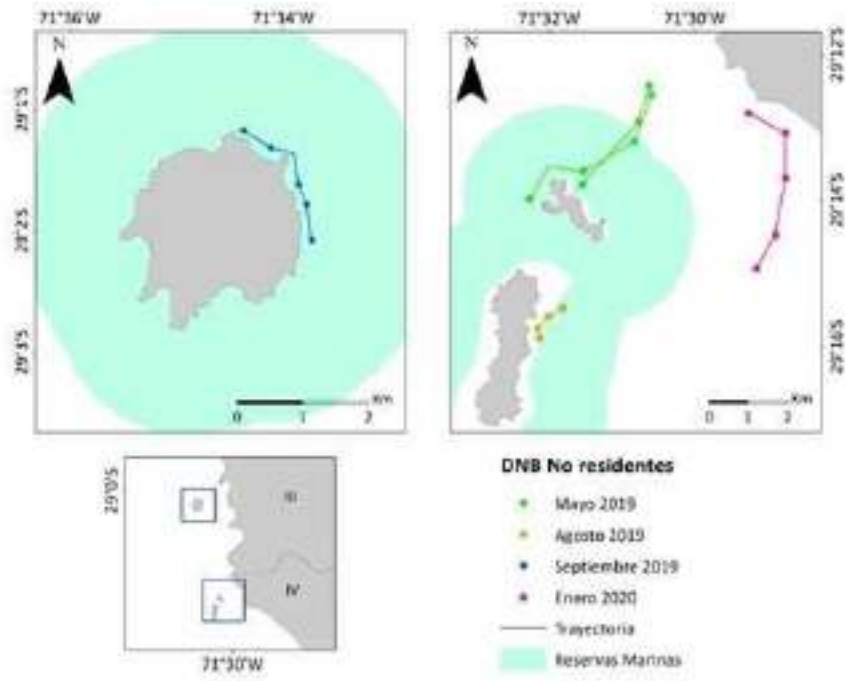


Figura 11.1.1.7. Trayectorias de los delfines nariz de botella (DNB) no residentes en todas las prospecciones en las que fueron encontrados. Los puntos de ubicación geográfica corresponden a los registros de seguimiento focal grupal tanto en la RMIC y RMICD.

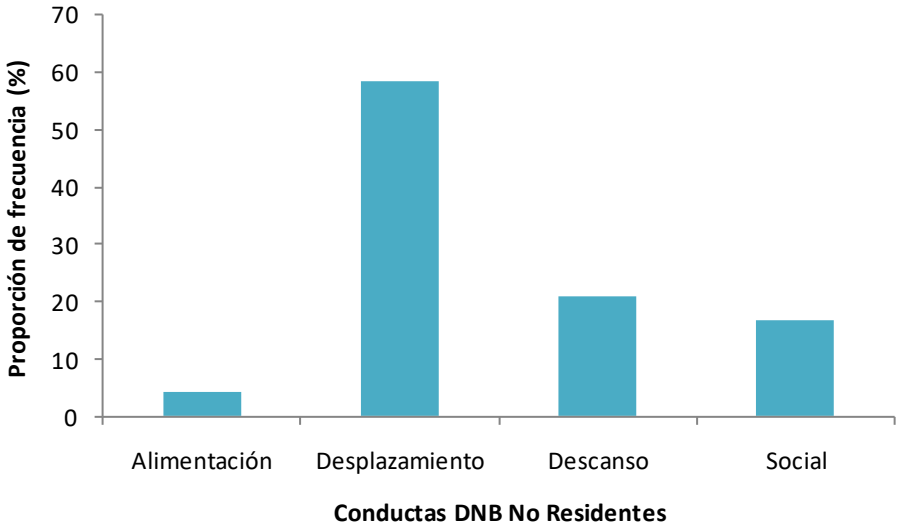


Figura 11.1.1.8. Frecuencia relativa porcentual de las conductas observadas para el grupo de delfines nariz de botella (DNB) no residentes en las RMIC y RMICD considerando todas las prospecciones en que fueron encontrados.

Integrando la información a nivel de tamaño grupal, se observaron tamaños grupales que fluctúan entre los 7 y 90 individuos. En el período de estudio se avistaron cuatro grupos de delfines nariz de botella no residentes, tres de los cuales conformados por

menos de 20 individuos (promedio: 10 individuos, DE= 4,04) y un grupo de mayor tamaño conformado por 80 individuos (mínimo 70 máximo 90 individuos), registrándose la presencia de crías en dos de ellos (Figura 11.1.1.9).



Figura 11.1.1.9. Presencia de crías en el segundo grupo avistado de delfines nariz de botella no residentes durante mayo de 2019.

El trabajo de fotoidentificación realizado en el presente estudio identificó 61 individuos diferentes (Figura 11.1.1.10) de delfines no residentes, de los cuales dos correspondieron a delfines "Residentes históricos" CH-D240519_RH1, CH-D240519_RH2, los que fueron incluidos en la sección correspondiente a delfines nariz de botella residente.

Durante la última prospección marina, en la RMICD, se observaron *in situ* un grupo de ocho delfines (mínimo siete, máximo nueve). En los análisis de las fotografías se identificaron nueve delfines en ambos días, de los cuales dos correspondieron a los

delfines residentes históricos, cuatro delfines que han estado asociados a estos delfines residentes históricos, y tres que no han sido identificados previamente (Figura 11.1.1.11). Esta agrupación de delfines no residentes interactuando con dos delfines residentes históricos se registró en tres salidas realizadas al área de estudio (agosto de 2019 y dos salidas de enero de 2020), lo que podría sugerir que es una nueva agrupación en vías de ser residentes al área. Sin embargo, es necesaria mayor continuidad de registros para realizar esa propuesta. Es importante tener en cuenta que este número de captura fotográfica no puede considerarse como un estimado de tamaño grupal ni poblacional al estar frente a una población abierta de delfines. Sin embargo, es un buen ejercicio para conocer si los delfines tienen las suficientes marcas para ser identificables y tener un número mínimo de delfines presentes en la zona.


CH-0240519_NR1
CH-0240519_NR2
CH-0240519_NR3
CH-0240519_NR4
CH-0240519_NR5
CH-0240519_NR7
CH-0240519_NR9
CH-0240519_NR12
CH-0240519_NR13
CH-0240519_NR15
CH-0240519_NR17


CH-0240519_NR22
CH-0240519_NR24
CH-0240519_NR26
CH-0240519_NR27
CH-0240519_NR29
CH-0240519_NR30
CH-0240519_NR31
CH-0240519_NR32
CH-0240519_NR33
CH-0240519_NR34
CH-0240519_NR35


CH-D240519_NR38
CH-D240519_NR40
CH-D240519_NR41
CH-D240519_NR44
CHA070919_NR46
CHA070919_NR47


CHA070919_NR49
CHA070919_NR50

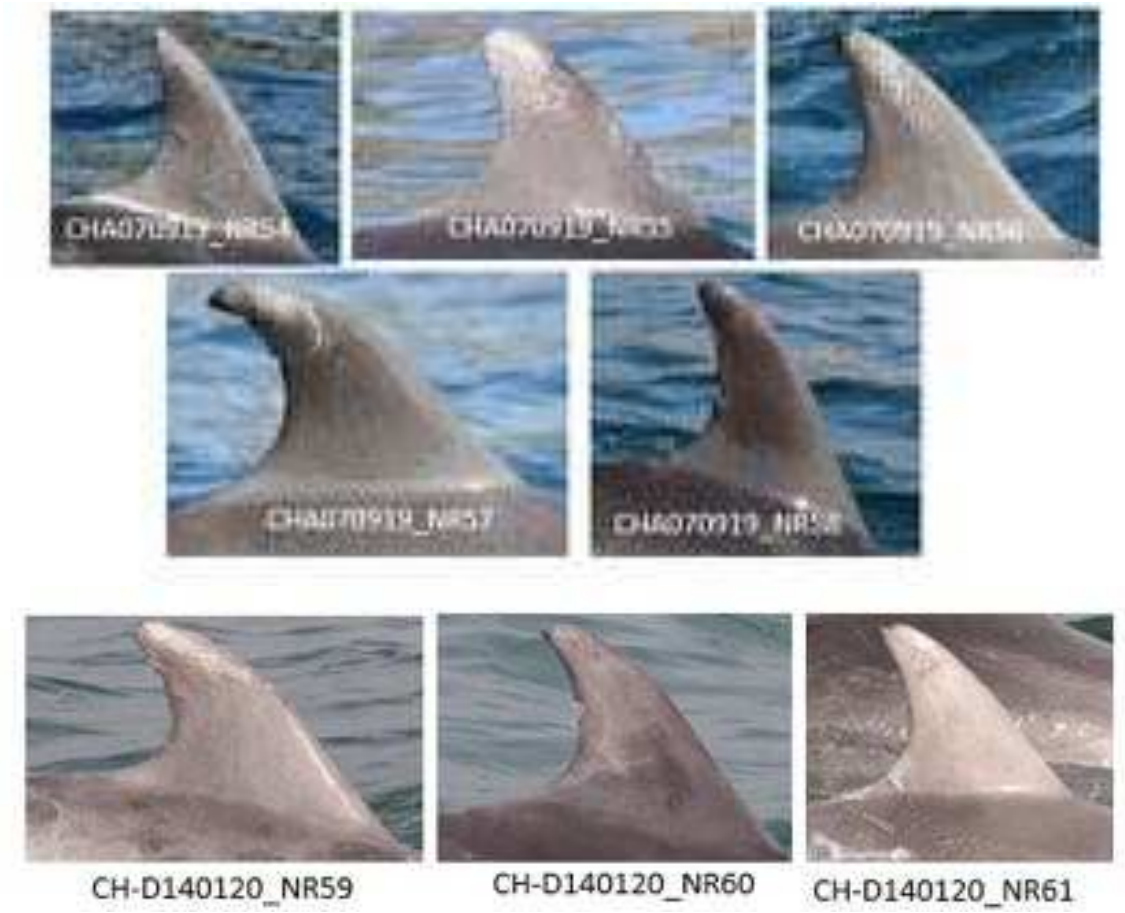


Figura 11.1.1.10. Catálogo de delfines no residentes identificados en las RMICD y RMIC durante las prospecciones marinas de mayo, agosto y septiembre 2019 y enero 2020. En total se reportan 61 delfines no residentes identificados.



Figura 11.1.1.11. Agrupación de delfines nariz de botella registrada en la Reserva Marina Isla Choros-Damas conformada por dos delfines residentes históricos y delfines no residentes.

II.II Avistamiento, seguimiento y estimación de tamaño grupal de otros cetáceos (misticetos y odontocetos adicionales a *Tursiops truncatus*)

Se registró la presencia de otros cetáceos en cuatro de las cienco prospecciones marinas realizadas durante este estudio. Los avistamientos y seguimientos focales obtenidos para la totalidad de las prospecciones marinas realizadas se reportan en la Tabla 11.1.1.5.

Tabla 11.1.1.5. Planilla integrada de registros de avistamiento, tamaño grupal y conducta registrada en misticetos y odontocetos adicionales a *T. truncatus* durante todo el período de estudio.

Prospección	Fecha	Especie	Lugar de observación	Tamaño grupal	Crías	Comportamiento inicial	Foto ID (si/no)	Tiempo de seguimiento (min)
2	5 de Agosto de 2019	Lagenorhynchus obscurus	Chañaral	200-250-300	25	Desplazamiento	si	30
	5 de Agosto de 2019	Physeter macrocephalus	Chañaral	2	0	Desplazamiento	si	10
3	6 de Sept de 2019	Lagenorhynchus obscurus	Chañaral	6-7-8	No det	Alimentación	si	10
4	20 de Nov de 2019	Balaenoptera physalus	Chañaral	1-2	0	Alimentación	si	50
	20 de Nov de 2019	Balaenoptera physalus	Chañaral	1	0	Alimentación	si	25
	20 de Nov de 2019	Lagenorhynchus obscurus	Chañaral	20-25-30	1-2	Desplazamiento	si	30
	20 de Nov de 2019	Balaenoptera physalus	Chañaral	1	0	No identificado	no	-
	20 de Nov de 2019	Lagenorhynchus obscurus	Chañaral	70-80-90	1	Alimentación	si	20
	20 de Nov de 2019	Balaenoptera physalus	P de Choros	1	0	No identificado	no	-
	20 de Nov de 2019	Balaenoptera physalus	P de Choros	2	0	No identificado	si	15
	20 de Nov de 2019	Balaenoptera physalus	P de Choros	1	0	No identificado	si	30
	21 de Nov de 2019	Grampus griseus	Chañaral	4-5	0	Descanso	si	20
	21 de Nov de 2019	Balaenoptera physalus	Chañaral	4	0	Alimentación	si	20
5	14 de Enero de 2020	Balaenoptera physalus	Chañaral	1	0	Desplazamiento	si	10
	14 de Enero de 2020	Balaenoptera physalus	Chañaral	1	0	No identificado	no	-
	14 de Enero de 2020	Balaenoptera physalus	Chañaral	1	0	No identificado	no	-
	14 de Enero de 2020	Balaenoptera physalus	Chañaral	2	0	No identificado	no	-
	14 de Enero de 2020	Balaenoptera physalus	Chañaral	1	0	No identificado	no	-
	14 de Enero de 2020	Balaenoptera physalus	Chañaral	1	0	No identificado	no	-
	14 de Enero de 2020	Balaenoptera physalus	Chañaral	1	0	Desplazamiento	si	15
	15 de Enero de 2020	Balaenoptera physalus	Chañaral	1	0	Alimentación	si	25
	15 de Enero de 2020	Balaenoptera physalus	Chañaral	1	0	No identificado	si	10

Se avistaron cuatro especies de cetáceos diferentes a *T. truncatus* en el área de estudio, estos fueron delfín oscuro (Figura 11.1.1.12), calderón gris, cachalote (*Physeter macrocephalus*) (Figura 11.1.1.13) y ballena fin. Además se registraron avistamientos de ballenas donde la especie no logró ser identificada. Los avistamientos y trayectorias realizadas por los cetáceos se muestran en la Figura 11.1.1.14.



Figura 11.1.1.12. Grupo de delfines oscuros, *Lagenorhynchus obscurus*, avistados en la Reserva Marina Isla Chañaral durante la campaña de terreno de agosto 2019. © Guido Pavez.



Figura 11.1.1.13. Registro de cachalote, *Physeter macrocephalus*, en la Reserva Marina Isla Charañal durante la prospección marina de agosto 2019.© Guido Pavez.

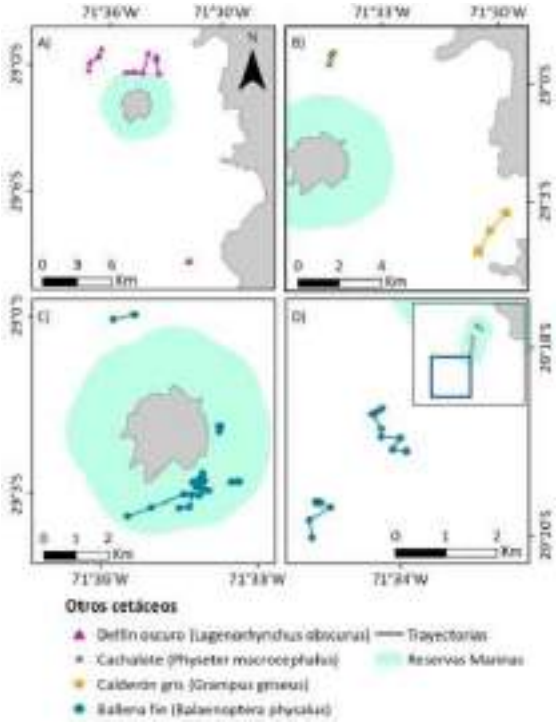


Figura 11.1.1.14. Trayectorias de "otros cetáceos" en todas las prospecciones en las que fueron encontrados. A) Delfín oscuro en agosto, septiembre y noviembre 2019; B) Cachalote y calderón gris en agosto y noviembre 2019, respectivamente; C) Ballena fin en noviembre 2019 y enero 2020, en la RMIC; y D) Ballena fin en noviembre 2019 en la RMICD. Los puntos de ubicación geográfica corresponden a los registros de seguimiento focal grupal.

La ballena fin fue la especie encontrada con mayor frecuencia, específicamente durante las prospecciones marinas realizadas en primavera y verano. La conducta de alimentación fue observada en mayor proporción en comparación con las conductas de desplazamiento y descanso, considerando la totalidad de comportamientos registrados durante su seguimiento focal (Figura 11.1.1.15).

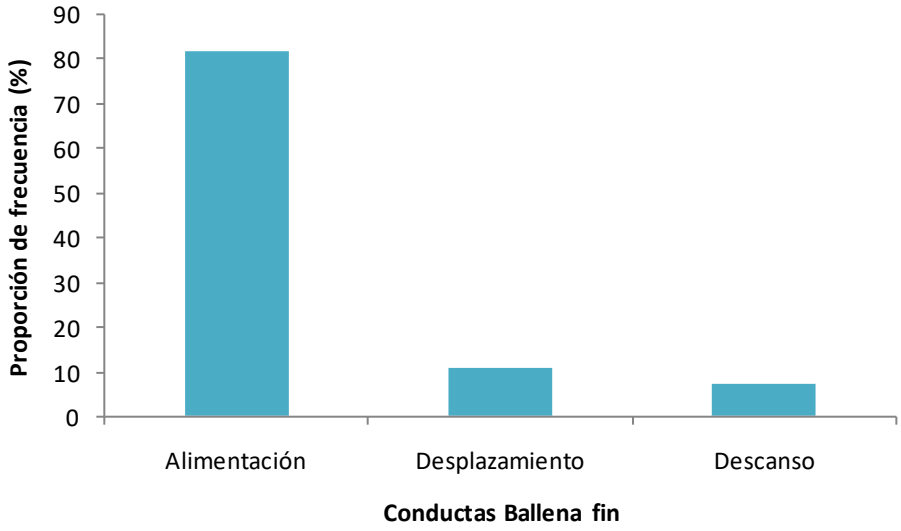


Figura 11.1.1.15. Frecuencia relativa porcentual de las conductas observadas para la ballena fin en el área de estudio.

II.III Estimación tamaño grupal y análisis retorno-permanencia de ballena fin

Integrando la información de tamaño grupal para la ballena fin, se observaron grupos conformados por hasta cuatro individuos. Sin embargo, la mayoría de los avistamientos correspondieron a ballenas solitarias. En total se contabilizaron 17 ballenas fin en el área de estudio (validadas por foto-identificación) (Figura 11.1.1.16).

Al comparar con catálogos históricos de ballena fin proporcionados por el Centro de Investigación Eutropia, se obtuvieron coincidencias de tres individuos, lo que denota retorno de las ballenas al área de estudio. Uno de los individuos retornó al área de estudio con al menos cinco años de diferencia, puesto que se registró durante el año 2014 en ambas reservas marinas y se re-avistó durante noviembre de 2019 en la RMICD. Un segundo individuo se avistó durante el año 2006 en el área, posteriormente durante el año 2014 y recientemente durante noviembre de 2019 (13 años entre el primer y último avistamiento), alimentándose en la RMIC. Finalmente, un tercer individuo se avistó con 10 años de diferencia, registrándose por primera vez durante el año 2010 y recientemente en enero de 2020.



Figura 11.1.1.16. Ejemplo de dos individuos de ballena fin foto-identificados en el área de estudio. La totalidad de los individuos identificados (17) se adjuntan en el ANEXO 3.

III. Sexaje y caracterización genética (MtDNA región control) de individuos de ballena fin

Durante el período de estudio se muestrearon cuatro ballenas fin (Figura 11.1.1.17) (Tabla 11.1.1.6) en la RMIC. Si bien fue posible realizar el trabajo de laboratorio necesario para conocer el sexo de los individuos, el resto de la información relacionada con la caracterización genética (MtDNA región control) no fue posible analizarla debido a la suspensión de servicios de laboratorios.

Tabla 11.1.1.6. Muestreo genético de ballena fin en la RMIC durante noviembre de 2019 y febrero de 2020.

Fecha	Código de muestra	Sexo
22 de Noviembre de 2019	Bphy 1 FIPA	Hembra
22 de Noviembre de 2019	Bphy 2 FIPA	Hembra
15 de Febrero de 2020	Bphy 3 FIPA	Macho
16 de Febrero de 2020	Bphy 4 FIPA	Macho



Figura 11.1.1.17. Aleta dorsal de ballena fin muestreada genéticamente en RMIC el 15 de febrero de 2019. (Código Bphy 3 FIPA).

11.1.2 Pingüino de Humboldt

I. Estimación del número de parejas reproductivas en las colonias de pingüinos de Humboldt de las islas Choros y Chañaral

El área de las colonias de pingüino de Humboldt en las islas Choros y Chañaral fue de 0.517 Km^2 y 1.638 Km^2, respectivamente (Figura 11.1.2.1). Dentro de las colonias se establecieron en total 58 transectos en Choros y 94 transectos en Chañaral. Se estimó una densidad promedio máxima de 0.007 nidos/m^2 y 0.005 nidos/m^2 en Choros y Chañaral, respectivamente (Tabla 11.1.2.1). En el mes de octubre se estimó el mayor número de nidos en ambas islas, con 3423 y 7549 nidos en Choros y Chañaral, respectivamente. Este número de nidos estimado consideró el total de nidos en las distintas categorías (i.e., nido con pareja sin huevos, nidos con huevos, o nidos con pollos) que se registraron durante los recuentos. Se estimó un total de 2430±585 parejas reproductivas en Choros y 4055±1322 en Chañaral (Figura 11.1.2.2).

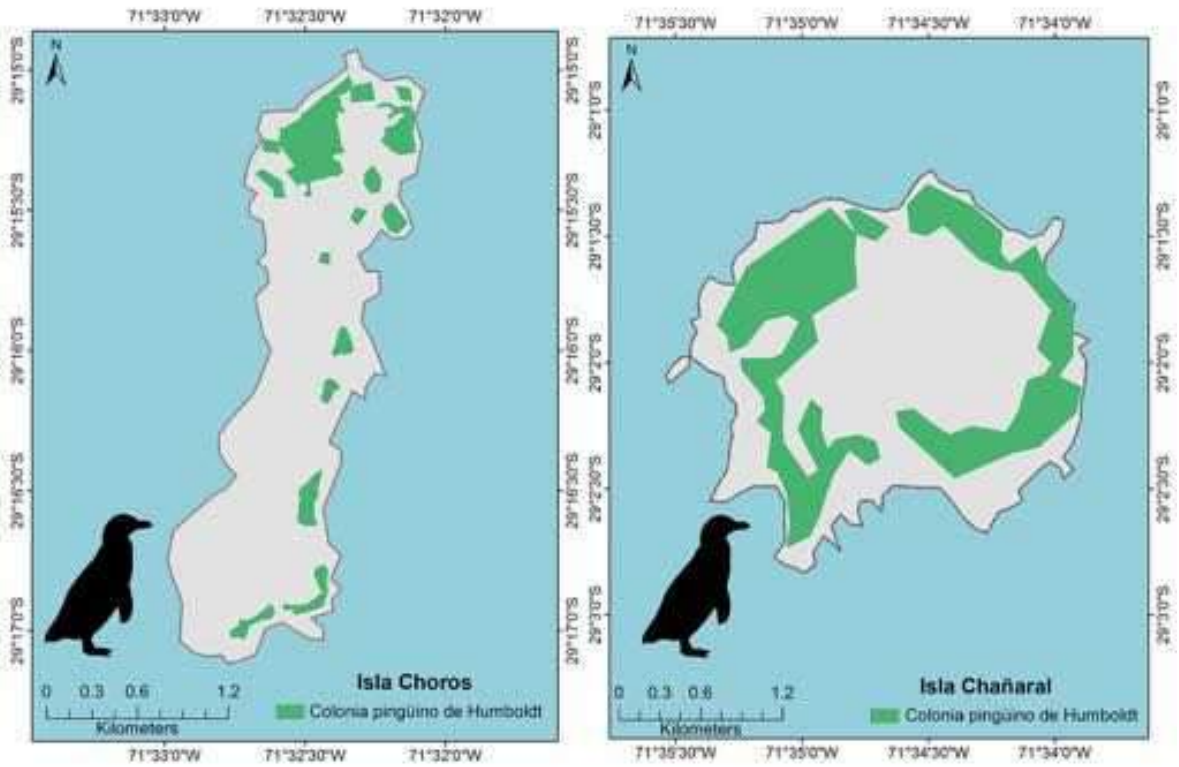


Figura 11.1.2.1.. Mapa de las islas Choros y Chañaral. La zona verde indica el área de las colonias de muestreo del pingüino de Humboldt en cada isla.

Tabla 11.1.2.1. Estimación de la densidad, número total e intervalo de confidencia 95% (inferior y superior) de los nidos de pingüinos de Humboldt en las islas Choros y Chañaral durante la temporada reproductiva 2019–20.

		2019			2020	
Isla	**Nidos**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**Ene Sem 1**	**Ene Sem 4**
Choros	Densidad (nidos/m^2)	0.007	0.004	0.003	0.006	0.005
	Total	3423	1939	1722	3127	2727
	95% IC Inferior	2723	1388	1304	2433	2082
	95% IC Superior	4301	2707	2275	4021	3571
Chañaral	Densidad (nidos/m^2)	0.005		0.003		
	Total	7549		4254		
	95% IC Inferior	5740		3211		
	95% IC Superior	9927		5635		

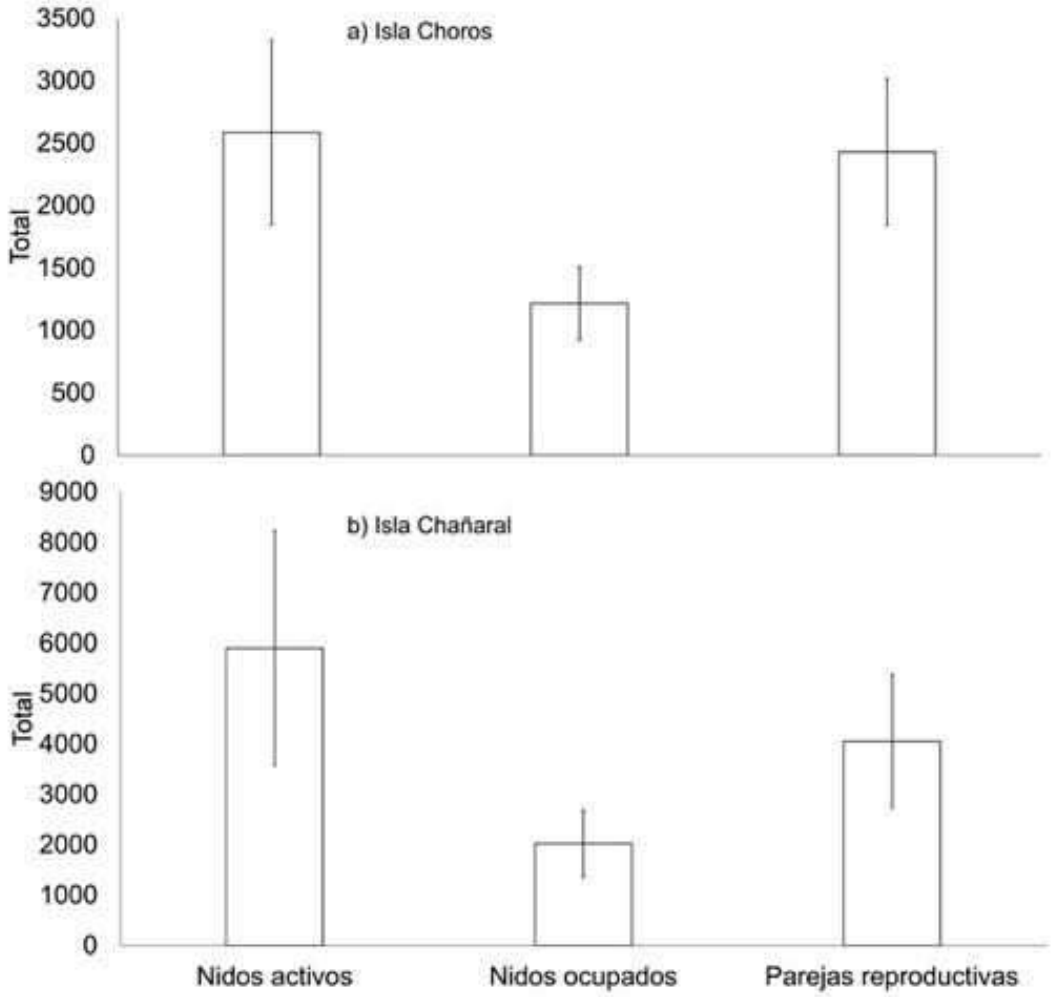


Figura 11.1.2.2. Promedio y desviación estándar de nidos activos, nidos ocupados y parejas reproductivas en (a) isla Choros y (b) isla Chañaral durante el periodo de estudio.

Siguiendo la categorización del tipo de nido propuesta por Simeone & Bernal (2000), se registraron ocho tipos en isla Choros y siete tipos en isla Chañaral. Para toda la temporada de estudio (sin distinción entre meses) se determinó que el 96% de los nidos (n = 376) en Chañaral fueron del tipo cubierto por vegetación. En la isla Choros se examinaron 330 nidos de los cuales el 28.8% correspondió a nidos cubiertos por vegetación; 23.3% a nidos protegidos por roca; 17.0% a nidos protegidos por vegetación, y 16.1% a nidos cubiertos por rocas. El 14.8% restante se distribuyó entre los demás tipos de nidos. Una prueba de Chi-cuadrado aplicada a los datos de Isla Choros detectó diferencias altamente significativas en la distribución de las categorías de nidos (Chi-cuadrado de Pearson, $P < 0.001$).

La tendencia general observada en la distribución de los tipos de nidos por isla se mantuvo durante el periodo reproductivo examinado, aunque se observó variación entre los meses de estudio (ver Figura 11.1.2.3). En isla Choros los tipos de nido más frecuentes fueron cuatro, en primer lugar, cubierto por vegetación (rango = 29–37%), seguido por protegido roca (19–24%), cubierto de roca (7–12%) y protegido por vegetación (13–17%),

mientras que en la isla Chañaral el tipo de nido cubierto por vegetación (96% y 97%) fue dominante (Figura 11.1.2.4).

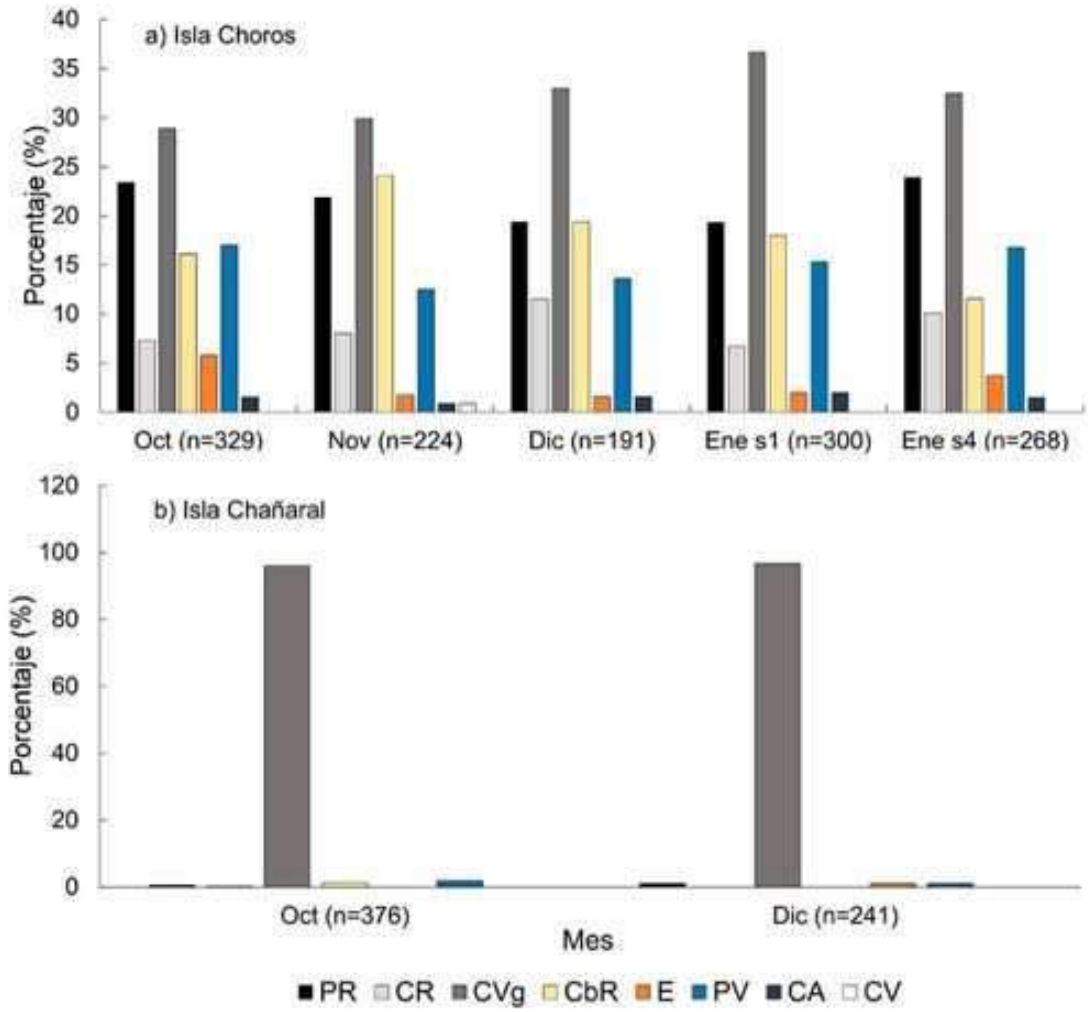


Figura 11.1.2.3. Caracterización de los tipos de nidos de pingüinos de Humboldt presentes en las (a) islas Choros y (b) Chañaral. La categorización según el tipo de nido corresponde a: protegido por roca (PR), cueva de roca (CR), cubierto por vegetación (CVg), cubierto de rocas (CbR), expuesto (E), protegido por vegetación (PV), caverna (CA) y cueva de tierra (CV).



Figura 11.1.2.4. Los seis tipos de nidos utilizados con más frecuencia por los pingüinos en isla Choros.

II. Biología reproductiva: Marcaje y seguimiento de nidos de pingüino de Humboldt

Se monitorearon 60 nidos distribuidos entre el norte, centro y sur de la isla Choros (Figura 11.1.2.5). Cada nido tenía inicialmente una ocupación activa, es decir con la presencia de pollos, adultos o huevos (Figura 11.1.2.6a). En el mes de diciembre se registró el pick, mientras que el porcentaje de nidos vacíos aumentó en el mes de enero (Figura 11.1.2.6b). De los 60 nidos, en seis no se registraron huevos a pesar que se observó la presencia de uno o dos adultos en los nidos. Se registraron 54 nidos con huevos (Tabla 11.1.2.2); en 10 (18.5%) nidos los huevos fueron abandonados por lo que el éxito de eclosion general fue de 81%. Del total de pollos nacidos, se registró una mortalidad general de polluelos de 2.2%, equivalente a un nido que tenía dos polluelos que murieron porbablemente por abandono de los padres.

Todos los nidos fueron monitoreados hasta el final del periodo de estudio (enero de 2020), y contenían pollos de distintas edades debido a la asincronía entre individuos que es característica de esta especie. Hacia el final del monitoreo, 26 nidos ya tenían volántones, por lo que se puede asumir que el éxito de volantón general para Isla Choros fue de 59%. Los volantones son los juveniles de la temporada que dejan el nido y comienzan a hacer viajes de alimentación al mar. De los 26 nidos con volantones, 16 nidos tenían dos de ellos y 10 nidos un volantón. Así, los 26 nidos produjeron un total de 42 volantones o juveniles. El número de volantones reportados representa un valor mínimo puesto que no incluye a los otros 18 nidos que aún tenían pollos que no habían alcanzado la edad de volantón al momento de la última visita.

Tabla 11.1.2.2. Resumen de los principales estados del desarrollo de la reproducción de Pingüino de Humboldt entre los meses de septiembre de 2019 a enero de 2020 en la colonia de Isla Choros. Los datos corresponden al monitoreo realizado sobre un total de 54 nidos. Los datos expresan el estado general de los eventos registrados en los nidos.

	Proporción	%
Mortalidad huevos	10/54	18.5
Eclosión	44/54	81.0
Mortalidad polluelos	1/44	2.2
Volantón	26/44	59.0

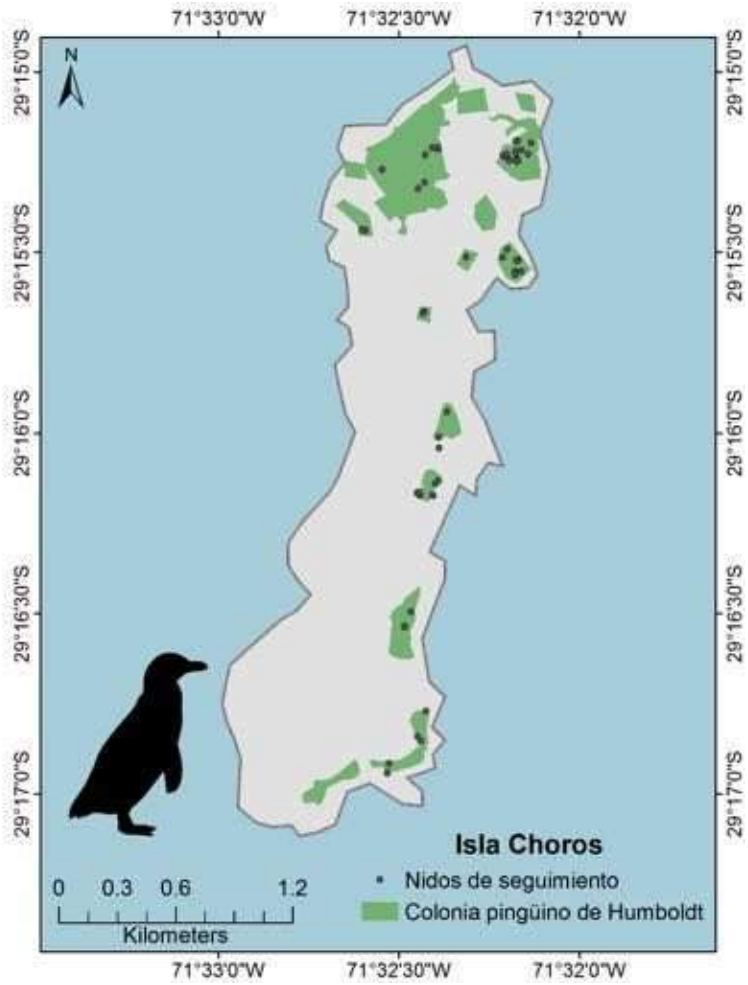


Figura 11.1.2.5. Distribución de los nidos del pingüino de Humboldt monitoreados durante el periodo reproductivo (n=60).

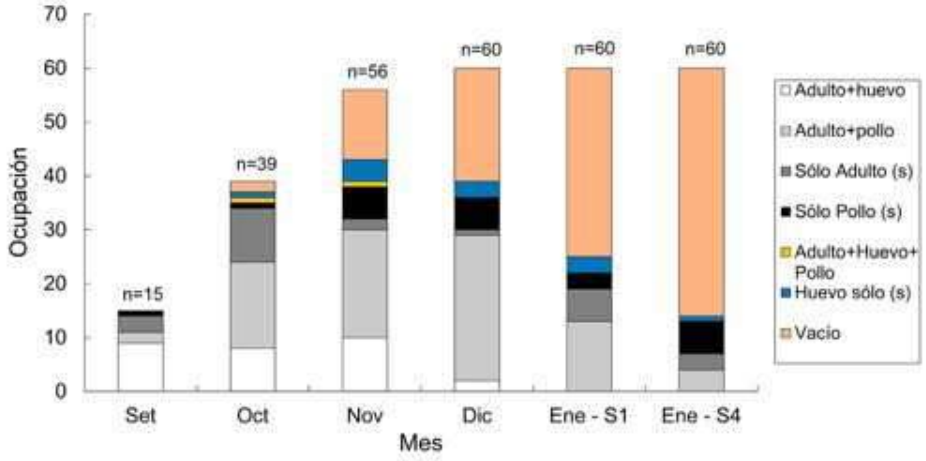


Figura 11.1.2.6. Avance en el estado reproductivo de pingüino de Humboldt (n=60) en isla Choros.

Entre los nidos monitoreados, el tipo de nido predominante fue “cubierto por vegetación” (CVg, n=23, Figura 11.1.2.7) seguido de “cubierto de rocas” (CbR, n=15, Figura 11.1.2.8). En menor número se presentaron aquellos nidos “protegidos por vegetación” (PV, n=9,



Figura *11.1.2.9* y Figura 11.1.2.10) y nidos protegidos por roca (PR, n=9, Figura 11.1.2.11). Durante el periodo de monitoreo de los nidos marcados sólo se observó en un nido la mortalidad de los pollos; este nido (n°6) registró en septiembre un adulto y dos huevos, en el mes de octubre mostró la presencia de dos pequeños pollos muertos (Figura 11.1.2.12).



Figura 11.1.2.7. Nido de pingüino de Humboldt monitoreado en Isla Choros. Este corresponde al nido n°7 catalogado como nido “cubierto por vegetación” (CVg), en el mes de septiembre se observa el adulto con huevo y en octubre se observa al adulto con pollo.



Figura 11.1.2.8. Nido de pingüino de Humboldt en Isla Choros. Este corresponde al nido n°14 catalogado como nido “cubierto por roca” (CbR).



Figura 11.1.2.9. Progreso de un nido (n°19) ocupado de pingüino de Humboldt en Isla Choros. El nido corresponde a “protegido por vegetación” (PV), en donde se observa la evolución desde la puesta del huevo hasta la presencia de dos pollos grandes.



Figura 11.1.2.10. Progreso de un nido (n°49) ocupado de pingüino de Humboldt en Isla Choros. El nido corresponde a “protegido por vegetación” (PV), en donde se observa la evolución desde la puesta del huevo hasta la presencia de pollos grandes.



Figura 11.1.2.11. Progreso de un nido (n°51) ocupado de pingüino de Humboldt en Isla Choros. El nido corresponde a “protegido por roca” (PR), en donde se observa la evolución desde la puesta del huevo hasta la presencia de dos pollos grandes.



Figura 11.1.2.12. Nido marcado en el mes de septiembre (n°6) con la presencia de un adulto y dos huevos. En el mes de octubre se registraron dos pollos muertos. Durante el resto de la temporada este nido no fue ocupado nuevamente.

III. Estimación del total de pingüinos durante el periodo de muda en isla Choros y Chañaral

En la isla Choros la distribución y la mayor abundancia de los pingüinos durante el periodo de muda se concentró principalmente en el sector norte y este de la isla, mientras que en la isla Chañaral los pingüinos se distribuyeron en casi todo el perímetro de la isla, el sector suroeste concentró el mayor número de animales (Figura 11.1.2.13). Del total de grupos de pingüinos mudando en ambas islas (n=127), isla Choros concentró el 58% y Chañaral el 42% de los grupos. En general, los pingüinos tendieron a formar grupos de 3–

26 individuos (Tabla 11.1.2.3); los grupos más pequeños se registraron en isla Chañaral. El grupo más numeroso se observó en isla Choros con 78 pingüinos, aunque en algunas ocasiones se observaron individuos solos, tanto en Choros como en Chañaral. El número de pingüinos mudando en las islas Choros y Chañaral fue contrastante, tanto en el número total de pingüinos mudando (Figura 11.1.2.14a) como en el total de individuos en los diferentes estados de muda (Figura 11.1.2.14b).

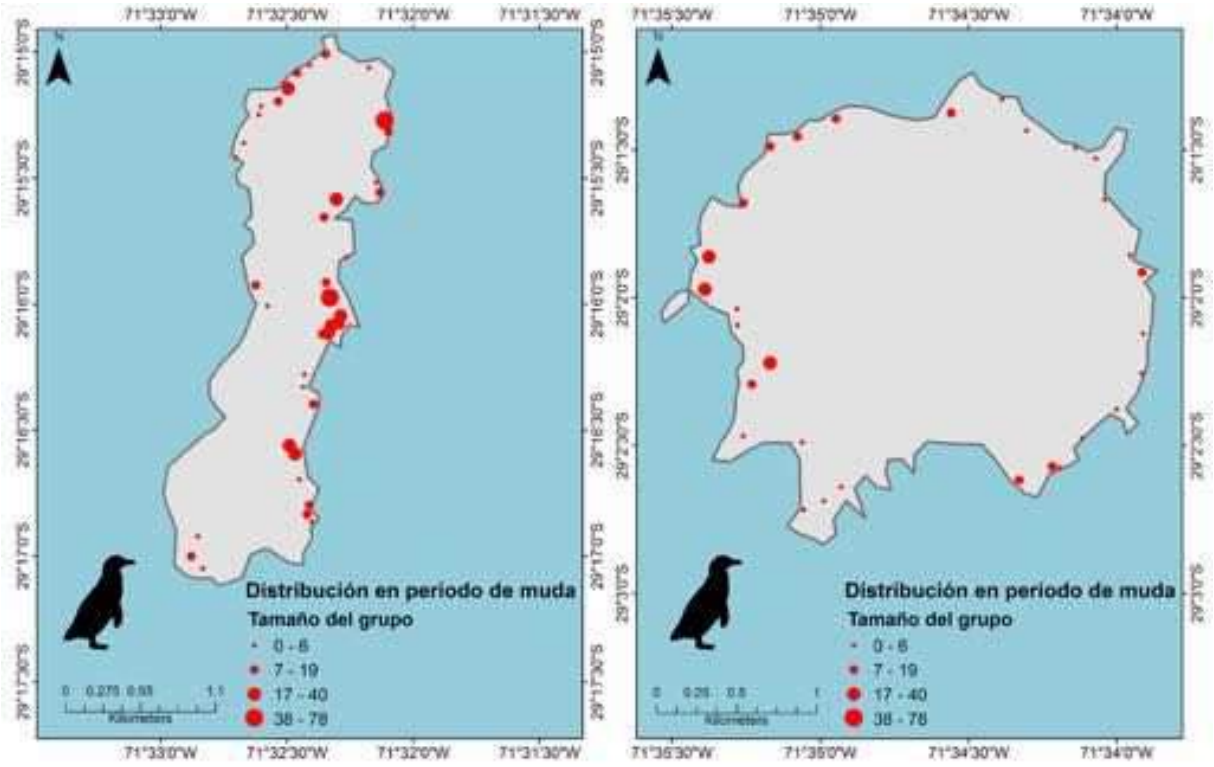


Figura 11.1.2.13. Mapa de distribución de los pingüinos de Humboldt durante el periodo de muda en febrero 2020. Los círculos rojos representan el rango de tamaño del grupo, el cual va desde la presencia de un individuo hasta el máximo de 78 individuos.

Tabla 11.1.2.3. Tamaño promedio, desviación estándar (DS), valores mínimos y máximos de los grupos de pingüinos de Humboldt que se registraron durante el periodo de muda en isla Choros y Chañaral. En paréntesis se muestra el número total de grupos (n) según la clasificación.

	Tamaño del grupo			
	Menor a 10 individuos		**Mayor a 10 individuos**	
Valor	Chañaral (n=44)	Choros (n=52)	Chañaral (n=9)	Choros (n=22)
Promedio	3	4	15	26
DS	2	3	6	18
Min	1	1	11	11
Max	9	10	28	78

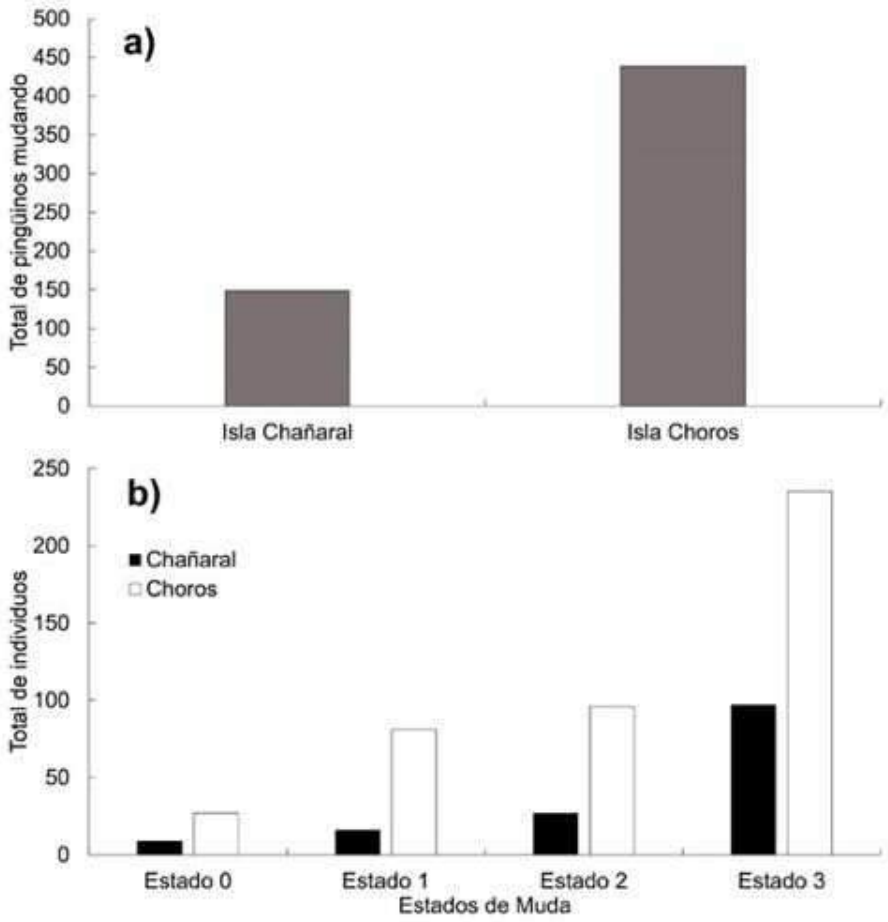


Figura 11.1.2.14. Estimación del número total de pingüinos mudando en las islas Choros y Chañaral en a) el total de individuos para cada isla y (b) el total de individuos en los diferentes estados de muda en cada isla (ver metodología para más detalle de estados de muda).

IV. Monitoreo de otras poblaciones de aves marinas en isla Choros

Durante el periodo de muestreo en isla Choros se registraron un total 35 especies de aves entre marinas y terrestres (Tabla 11.1.2.4). La distribución de las colonias de aves marinas que nidifican en los bordes o acantilados se localizó en tres principales zonas del sector este de la isla (Figura 11.1.2.15 y Figura 11.1.2.16). En términos de abundancia, se determinó el total de adultos presentes en las colonias de piquero, gaviotín monja y los cormoranes liles, yecos y guanayes (Figura 11.1.2.17). Debido al difícil acceso a la colonia del gaviotín monja, no se tuvo confirmación visual del total de nidos, pero se observó la presencia de ocho y dieciséis juveniles en enero y febrero, respectivamente. En el caso del huairavo, sólo dos nidos con un solo individuo se registraron en dos visitas a lo largo del periodo reproductivo.

Tabla 11.1.2.4. Total de especies de aves marinas y terrestres observadas en isla Choros.

Nombre común	Nombre científico	2019				2020		
		Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	03Feb	23Feb
Aguilucho	*Geranoaetus polyosoma*	x	x	x	x	x	x	x
Bandurria	*Theristicus melanopis*	x	x	x			x	x
Bandurrilla común	*Upucerthia dumetaria*	x					x	x
Chercán	*Troglodytes aedon*	x		x			x	x
Chincol	*Zonotrichia capensis*	x	x	x	x	x	x	x
Churrete costero	*Cinclodes nigrofumosus*	x	x	x	x	x	x	x
Diuca	*Diuca diuca*	x	x	x	x	x	x	x
Dormilona tontita	*Muscisaxicola maclovianus*	x	x					
Garza chica	*Egretta thula*						x	x
Garza grande	*Ardea alba*							x
Gaviota dominicana	*Larus dominicanus*	x	x	x	x	x	x	x
Gaviota peruana	*Larus belcheri*		x			x	x	x
Gaviotin monja	*Larosterna inca*	x	x	x	x	x	x	x
Golondrina chilena	*Tachycineta meyeni*	x		x				
Golondrina dorso negro	*Pygochelidon cyanoleuca*			x				
Guanay	*Leucocarbo bougainvilliorum*	x	x	x	x	x	x	x
Halcón peregrino	*Falco peregrinus*						x	
Huairavo	*Nycticorax nycticorax*	x	x					x
Jote cabeza colorada	*Cathartes aura*	x	x	x	x	x	x	x
Jote cabeza negra	*Coragyps atratus*	x		x		x		x
Lile	*Poikilocarbo gaimardi*	x	x	x	x	x	x	x
Mero gaucho	*Agriornis montanus*		x	x	x	x	x	x
Minero comun	*Geositta cunicularia*	x	x	x		x	x	x
Pequén	*Athene cunicularia*	x	x	x	x	x	x	x
Perdicita	*Thinocorus rumicivorus*	x	x					
Pelícano	*Pelecanus thagus*	x	x	x	x	x	x	x
Pilpilén común	*Haematopus palliatus*	x						
Pilpilén negro	*Haematopus ater*	x	x	x		x	x	x
Pingüino de Humboldt	*Spheniscus humboldti*	x	x	x	x	x	x	x
Piquero	*Sula variegata*	x	x	x	x	x	x	x
Tijeral	*Leptasthenura aegithaloides*	x						
Yeco	*Nannopterum brasilianus*	x	x	x	x	x	x	x
Yunco	*Pelecanoides garnotii*	x	x	x	x	x	x	x
Zarapito	*Numenius phaeopus*	x					x	
Jilguero cordillerano	*Sporagra uropygialis*			x				

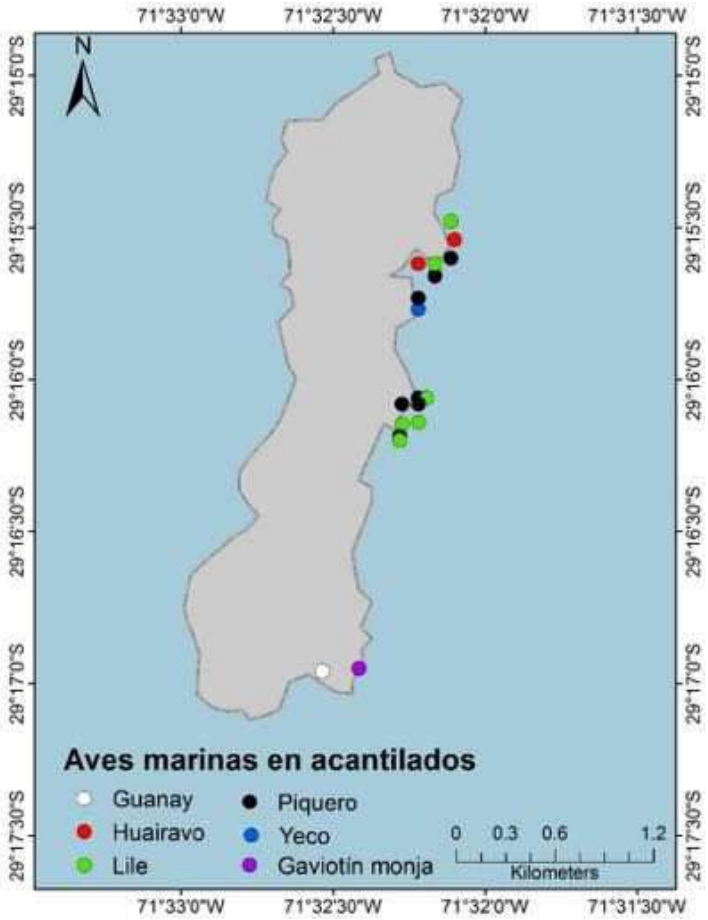


Figura 11.1.2.15. Distribución espacial de las colonias de guanay, lile, piquero, yeco, gaviotín monja y nidos de huairavo en isla Choros.



Figura 11.1.2.16. Localización de una colonia de piqueros en el sector centro de la isla Choros que fue monitoreada durante el periodo de estudio.

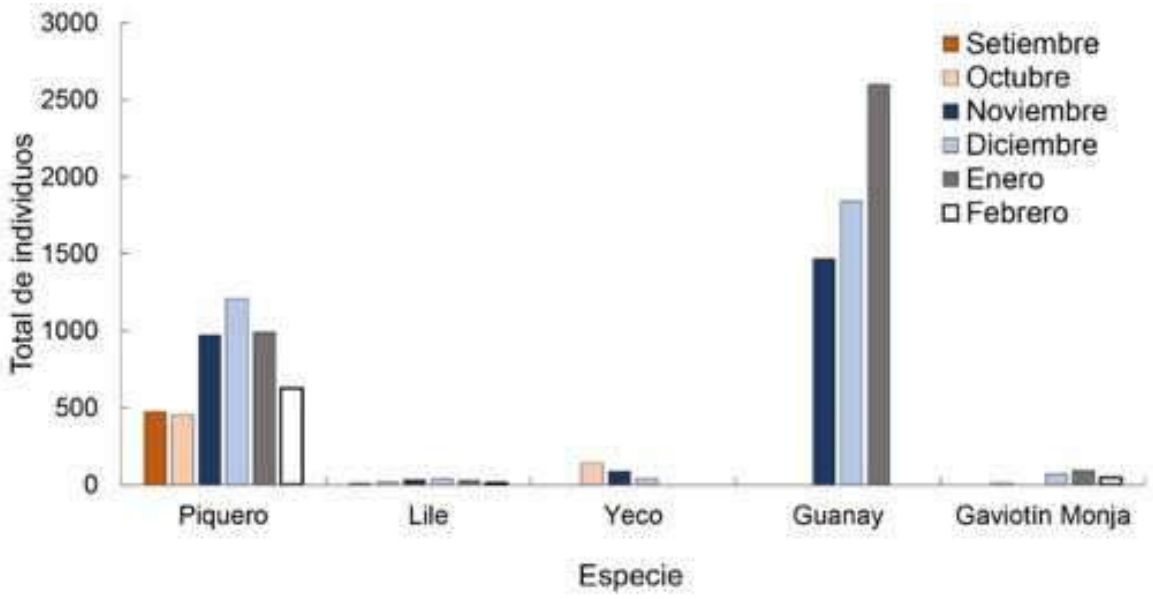


Figura 11.1.2.17. Total de adultos de las especies de aves marinas observadas desde septiembre 2019 hasta Febrero 2020 en isla Choros.

El valor promedio (±SD) del número de adultos estimado durante el periodo primavera-verano fue mayor en el cormorán guanay (1970±578), seguido del piquero (722±445, Figura 11.1.2.18), yeco (88±50) y un número menor de cormoranes lile (16±14). En el caso del cormorán guanay fue posible monitorear el número de parejas reproductivas desde la puesta del huevo (en noviembre) hasta la presencia de los volantones en los nidos (en febrero, Figura 11.1.2.19a–e). En los meses de diciembre y enero se registraron 340 y 961 pollos de cormorán guanay, respectivamente. En febrero no fue posible distinguir entre pollos volantones y adultos de guanayes, por ello, considerando pollos y adultos juntos se estimó un total de 2391 y 3484 individuos el 6 y el 26 de febrero, respectivamente. En el caso del cormorán lile fue posible registrar cambios en los nidos durante el periodo reproductivo, desde la puesta del huevo hasta la presencia del volantón en el nido (Figura 11.1.2.20).

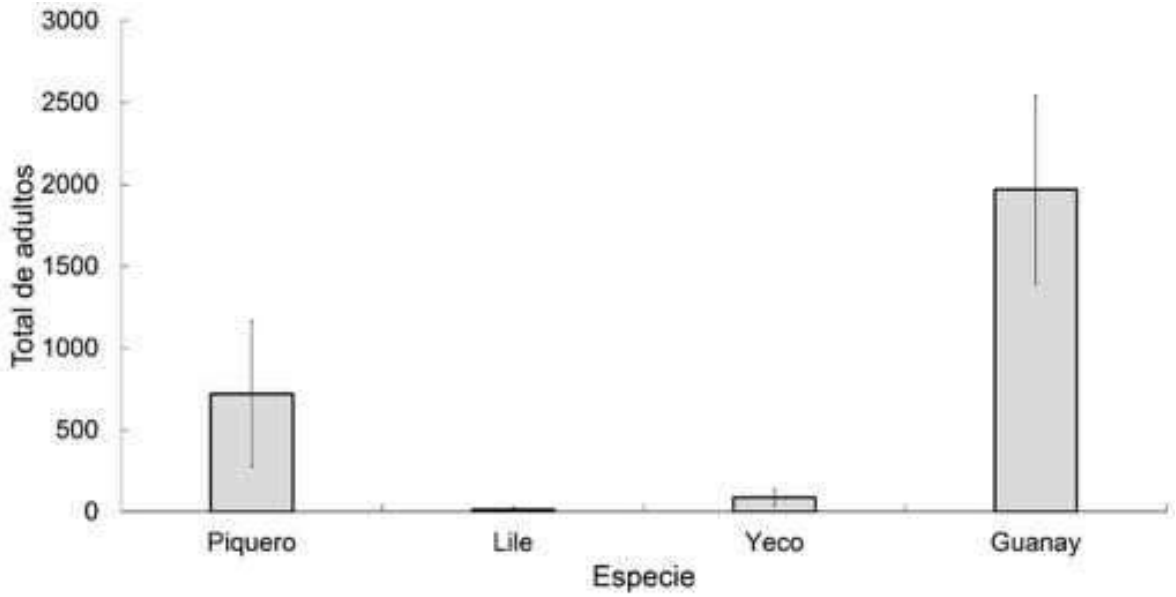


Figura 11.1.2.18. Valor promedio y desviación estándar del número de adultos observados durante el periodo de primavera y verano en las colonias de piquero y cormoranes lile, yeco y guanay en isla Choros.

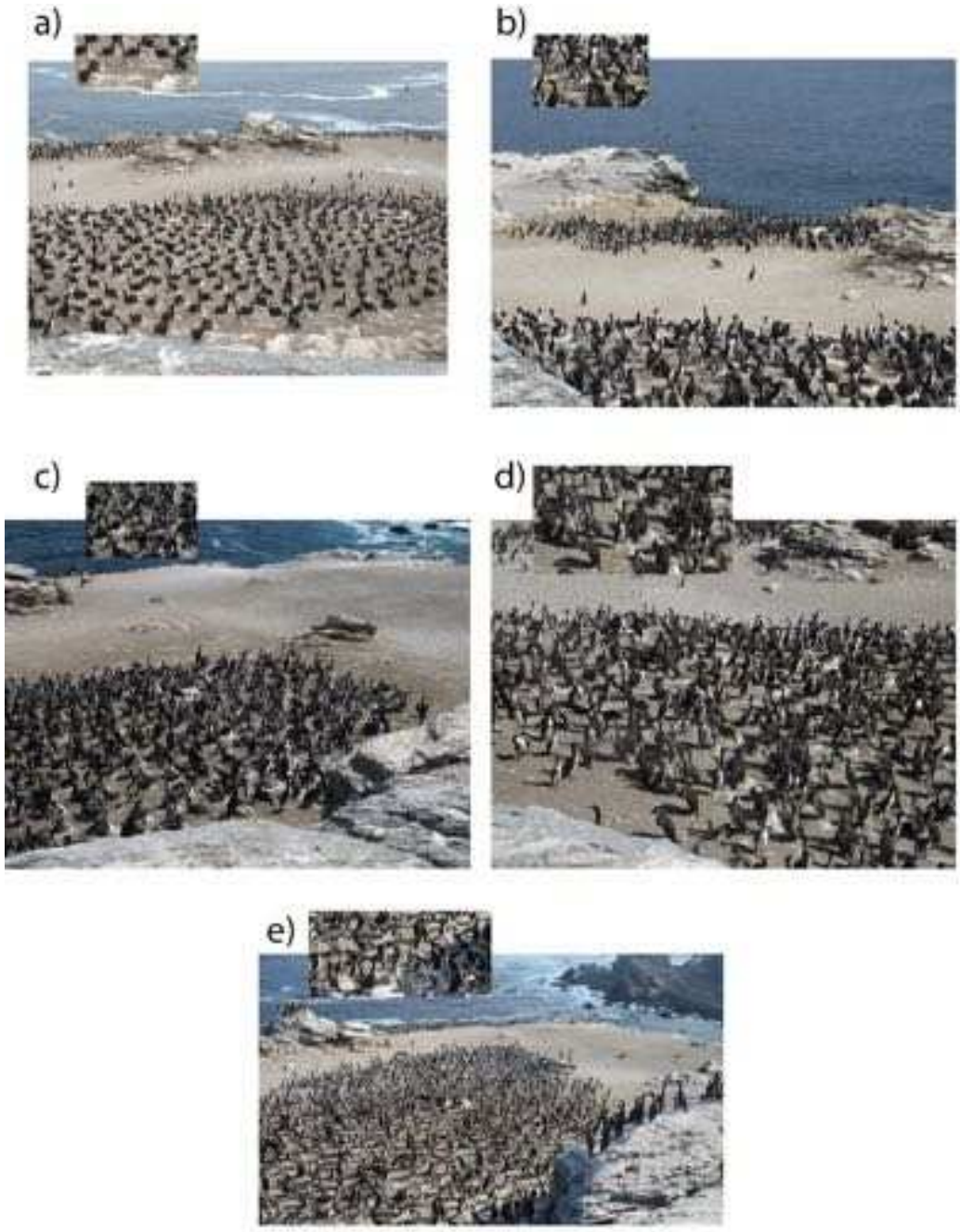


Figura 11.1.2.19. Colonia del cormorán guanay en isla Choros durante el periodo reproductivo. La evolución de la colonia se muestra desde el mes de (a) noviembre donde se observaron los adultos con huevo hasta el mes de (e) febrero donde se encuentran los volantones de guanay.



Figura 11.1.2.20. Un nido de cormorán lile registrado durante todo el periodo reproductivo en isla Choros. Desde (a) la presencia de la pareja en el nido hasta (f) la presencia de dos volantones y un adulto en el nido. Estos nidos son colocados en un hábitat de roca en el acantilado, este nido está localizado en el sector noreste de la isla.

V. Estimación de la población reproductiva del yunco de Humboldt en isla Choros

La localización de los parches de colonia (n=73) del yunco en isla Choros se distribuyeron principalmente en el centro y sur-oeste de la isla (Figura 11.1.2.21). Entre ellos también se registraron parches de colonia muy pequeños que presentaron entre 3–33 nidos. La densidad promedio estimada fue de 1.06 nidos/m^2 y el área total de las colonias muestreadas fue de 38 452 m^2. En total se estimaron 9922 parejas reproductivas, con un intervalo de confidencia al 95% entre 8540–11303. La tasa de ocupación de los nidos fue de 38% (n=100, Figura 11.1.2.22).

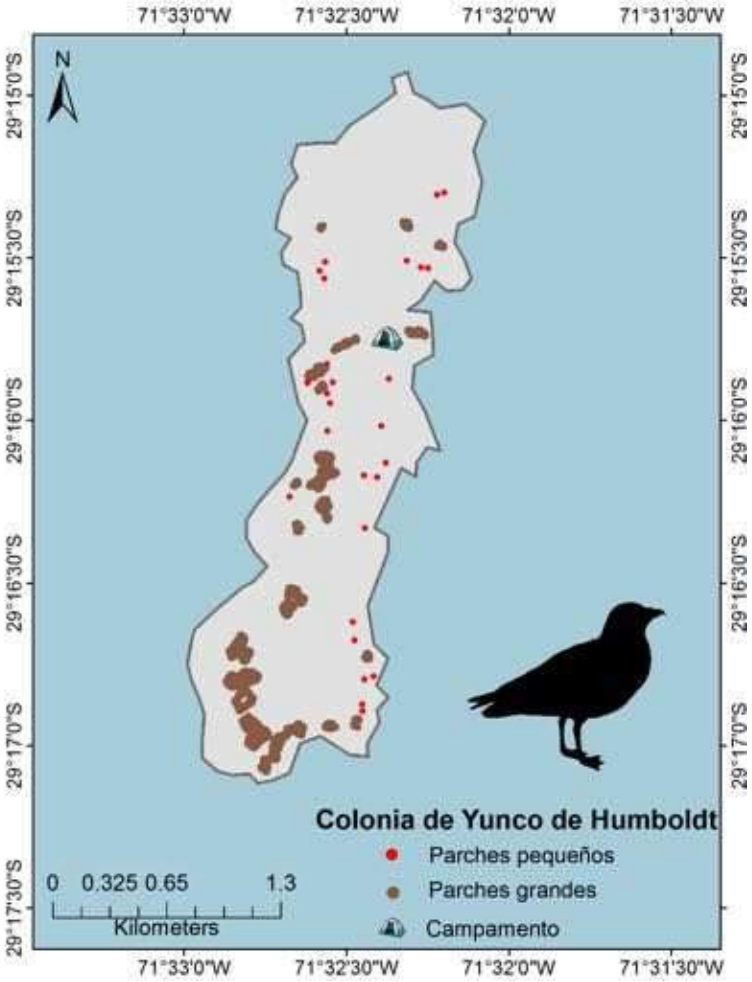


Figura 11.1.2.21. Distribución espacial de los parches de colonia de yunco en isla Choros.

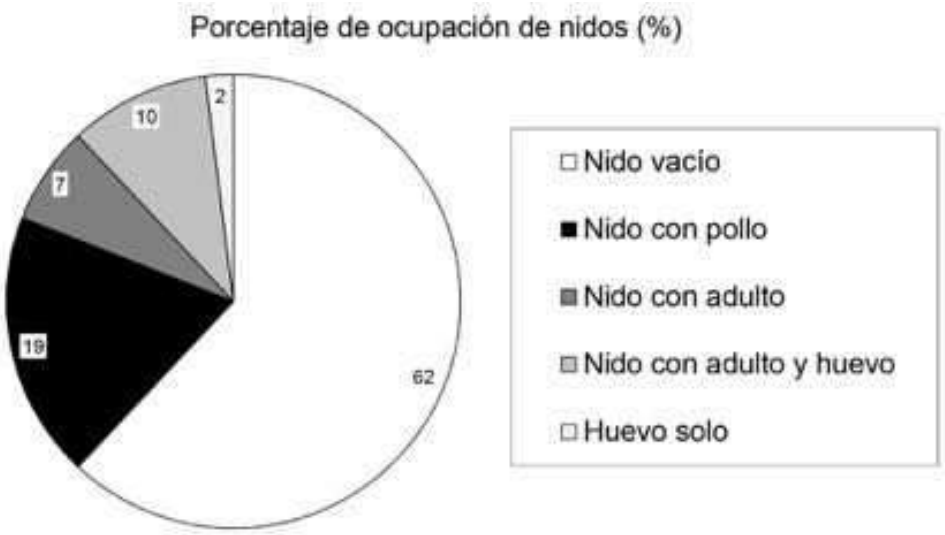


Figura 11.1.2.22. Porcentaje de ocupación de los nidos de yunco en isla Choros (n=100).

11.1.3 Chungungo

I. Campaña prospectiva

En la campaña de prospección realizada entre el 02 y 09 de septiembre de 2019 se constató directa e indirectamente la presencia de chungungos en el borde de las tres islas. Asimismo, durante los recorridos realizados durante la campaña prospectiva y durante las campañas de estimación de abundancia, se registraron 55 madrigueras y 268 signos de presencia de chungungos, tales como defecaderos, fecas, huellas, y comederos (Tabla 11.1.3.1, Figura 11.1.3.1). Las Figura 11.1.3.2 y Figura 11.1.3.3 muestran la ubicación geográfica de los signos de presencia de chungungos en las tres islas. Adicionalmente, en esta prospección se observaron 83 chungungos en el borde costero de las tres islas (Figura 11.1.3.4, Figura 11.1.3.5 y Figura 11.1.3.6), de los cuales 38 se avistaron en isla Chañaral, 28 en isla Choros y 17 en isla Damas.

Tabla 11.1.3.1. Número de madrigueras y otros signos que indican la presencia de chungungos en las islas Chañaral, Choros y Damas, registrados durante la campaña prospectiva.

Signos	I. Chañaral	I. Choros	I. Damas
Madrigueras	35	16	4
Fecas	7	27	15
Defecaderos	104	87	16
Comederos	2	3	0
Huellas	3	4	0



Figura 11.1.3.1. Signos de la presencia de chungungos detectados durante la campaña prospectiva en las islas Chañaral, Choros y Damas. A) Defecadero, B) huellas, y C) madriguera. © Guido Pavez.

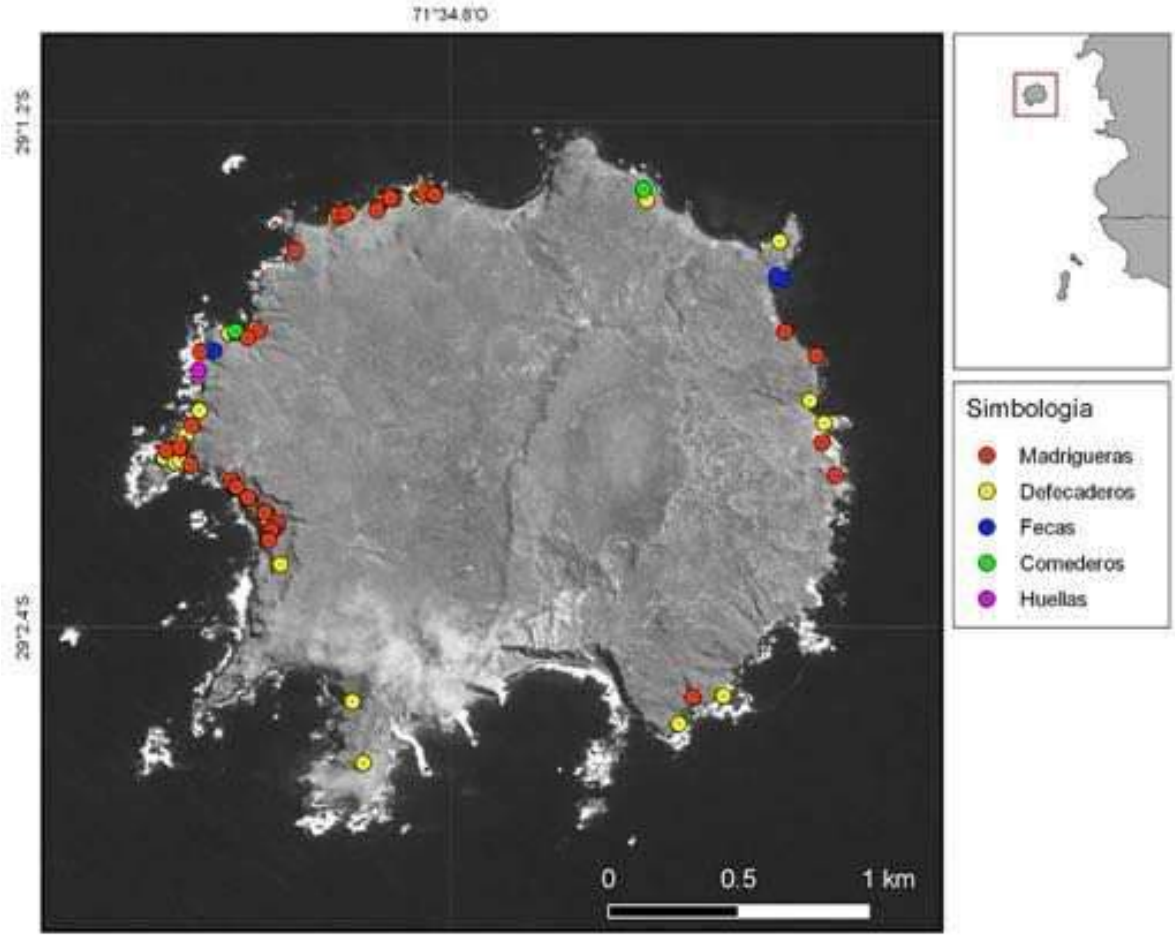


Figura 11.1.3.2. Ubicación geográfica de los signos que indican la presencia de chungungos (i.e. madrigueras, defecaderos, fecas, huellas, comederos) registrados en isla Chañaral. En el mapa se muestran datos registrados durante la campaña prospectiva (02 al 09 de septiembre de 2019) y durante las campañas posteriores para estimación de abundancia (noviembre de 2019 y febrero de 2020).

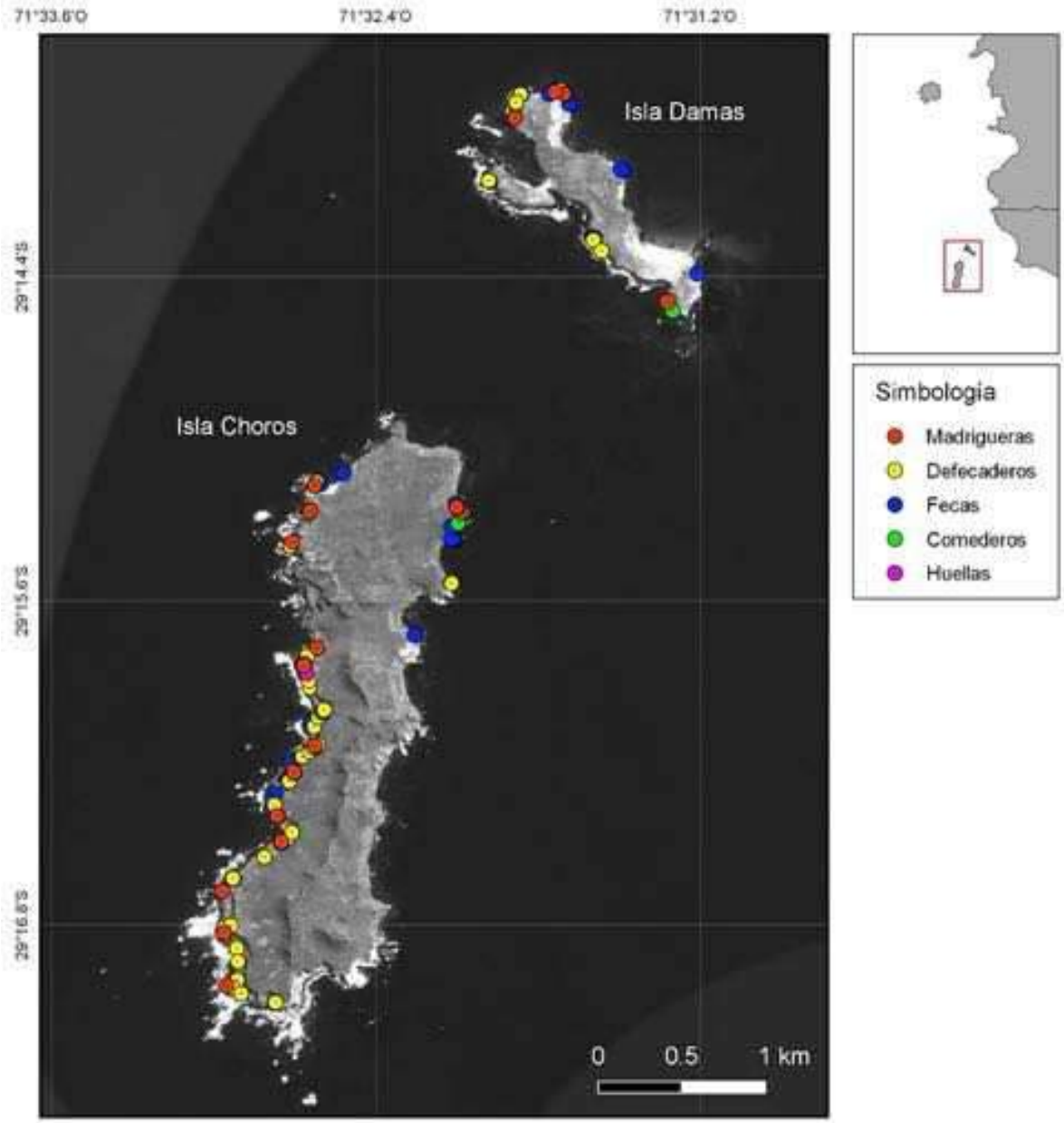


Figura 11.1.3.3. Ubicación geográfica de los signos que indican la presencia de chungungos (i.e. madrigueras, defecaderos, fecas, huellas, comederos) registrados en isla Choros e isla Damas. En el mapa se muestran datos registrados durante la campaña prospectiva (02 al 09 de septiembre de 2019) y durante la campaña posterior para estimación de abundancia (diciembre de 2019).



Figura 11.1.3.4. Registro fotográfico de la presencia de chungungos en el borde costero de las islas Chañaral, Choros y Damas, durante la campaña prospectiva que se realizó entre el 02 y 09 de septiembre de 2019. © Guido Pavez.

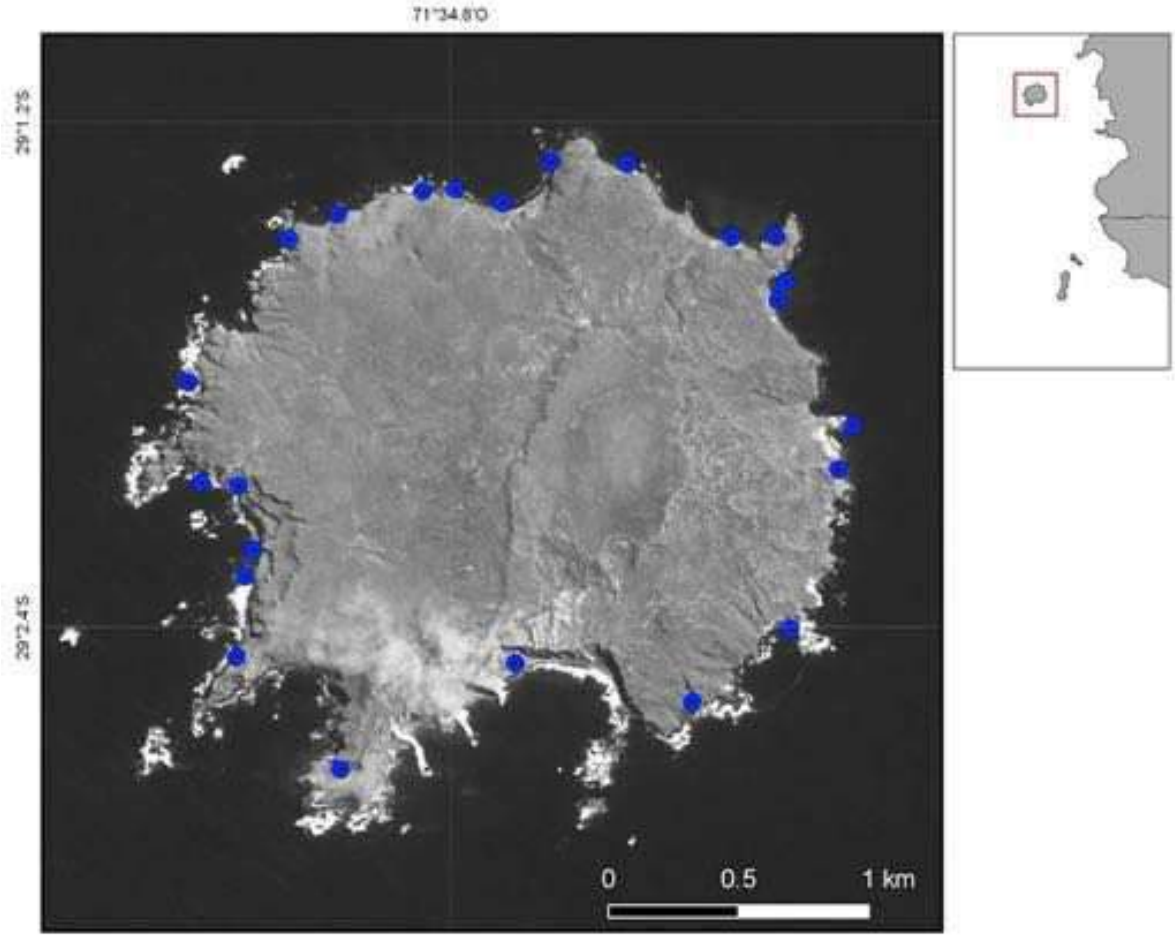


Figura 11.1.3.5. Ubicación geográfica de los avistamientos de chungungos en isla Chañaral durante la campaña prospectiva que se realizó entre el 02 y 09 de septiembre de 2019.

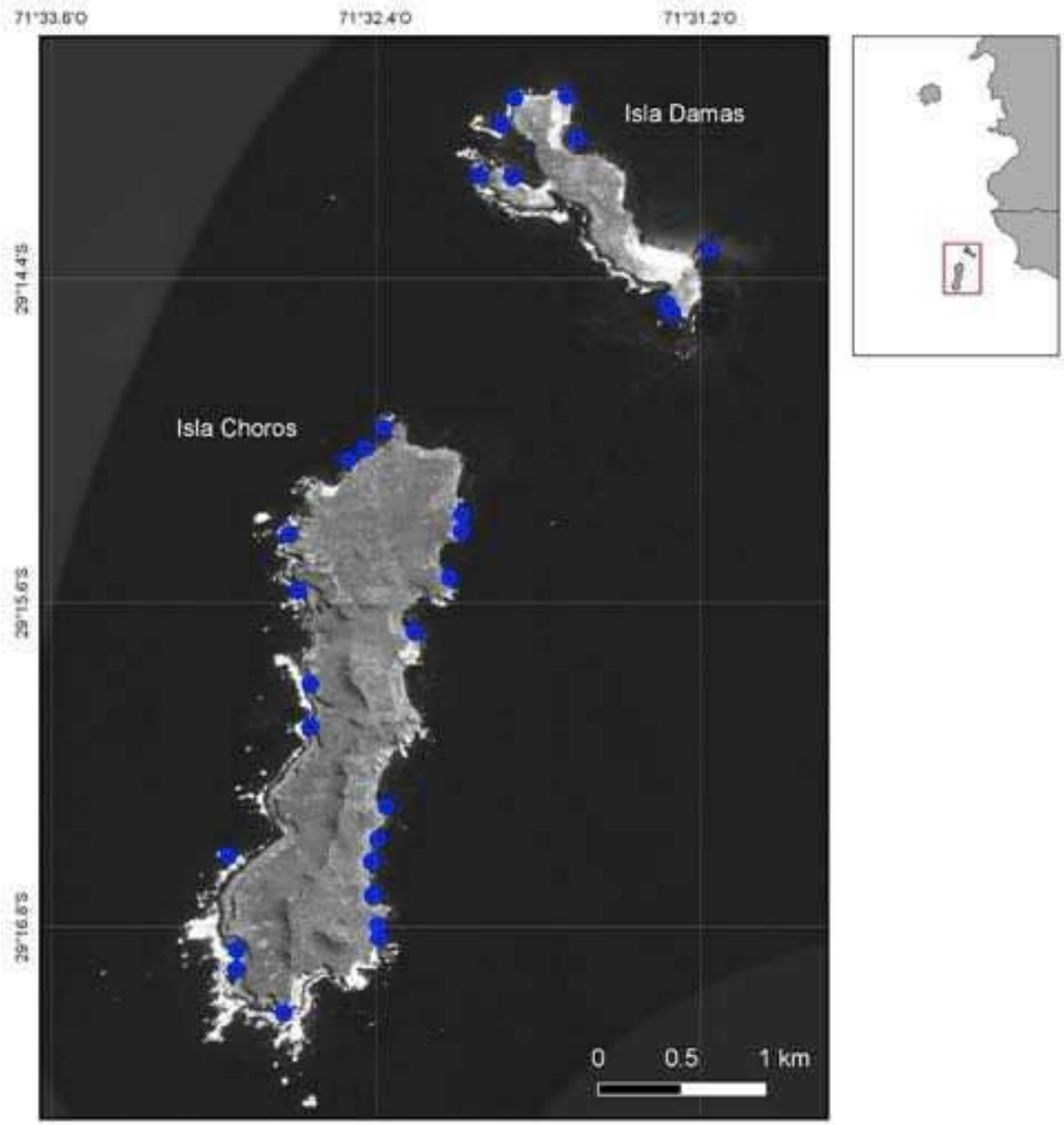


Figura 11.1.3.6. Ubicación geográfica de los avistamientos de chungungos en isla Choros e isla Damas durante la campaña prospectiva que se realizó entre el 02 y 09 de septiembre de 2019.

II. Estimación de abundancia

Se realizaron 336 escaneos simultáneos en las tres islas, completando en conjunto con las observaciones de comportamiento un total de 84 h de observación (28 h de escaneo para abundancia y 56 h de observaciones de comportamiento). En el 72,3% de los escaneos se observó una o más nutrias (79% en I. Chañaral, 58% en I. Choros y 75% en I. Damas). La abundancia total de chungungos en cada isla (i.e. la suma del número máximo de chungungos observados en todos los sitios para cada isla) fue de 45 individuos en isla

Chañaral, 21 en isla Choros y 3 en isla Damas. La densidad promedio para las tres islas (i.e. el promedio de densidad entre todos los sitios de cada isla) fue de 6,0 ± 3,3 ind/km, 3,7 ± 1,8 ind/km y 1,2 ± 0,2 ind/km, en las islas Chañaral, Choros y Damas, respectivamente (Figura 11.1.3.7).

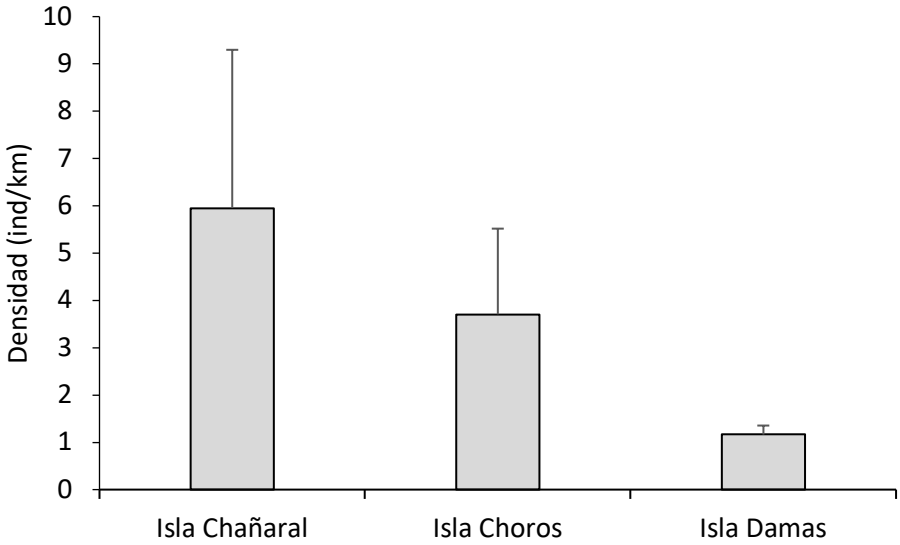


Figura 11.1.3.7. Densidad promedio de chungungos (ind/km) en isla Chañaral, isla Choros e isla Damas. La barra de error indica desviación estándar.

La densidad de nutrias en cada sitio varió entre 2,1 y 13,6 ind/km en isla Chañaral (Tabla 11.1.3.2), mientras que en isla Choros la densidad varió entre 1,7 y 6,7 ind/km (Tabla 11.1.3.3). En el caso de isla Damas, los dos sitios prospectados presentaron una densidad de 1,3 y 1,0 ind/km.

Tabla 11.1.3.2. Abundancia total y densidad de individuos registrados en los nueve sitios prospectados en isla Chañaral. Los números corresponden a valores absolutos.

Sitio	Distancia del sitio (km)	Número máximo de nutrias	Densidad (ind/km)
1	0,59	3	5,1
2	0,66	9	13,6
3	0,83	4	4,8
4	0,71	3	4,2
5	1,18	9	7,6
6	0,80	6	7,5
7	0,99	4	4,0
8	0,89	4	4,5
9	1,40	3	2,1

Tabla 11.1.3.3. Abundancia total y densidad de individuos registrados en los seis sitios prospectados en isla Choros. Los números corresponden a valores absolutos.

Sitio	Distancia del sitio (km)	Número máximo de nutrias	Densidad (ind/km)
1	0,90	6	6,7
2	1,04	5	4,8
3	1,06	4	3,8
4	1,20	2	1,7
5	0,70	2	2,9
6	0,81	2	2,5

En cuanto al análisis por periodo del día, en isla Chañaral no se encontraron diferencias significativas en la densidad promedio de chungungos entre mañana, mediodía y tarde ($H_{2,27}$ = 0,65, P = 0,723; Figura 11.1.3.8a). Del mismo modo, en isla Choros tampoco se encontraron diferencias significativas en la densidad de chungungos entre los tres periodos ($F_{2,15}$ = 1,52, P = 0,251; Figura 11.1.3.8b). Para isla Damas no re realizó este análisis debido a la baja densidad de chungungos registrada en las estimaciones de abundancia.

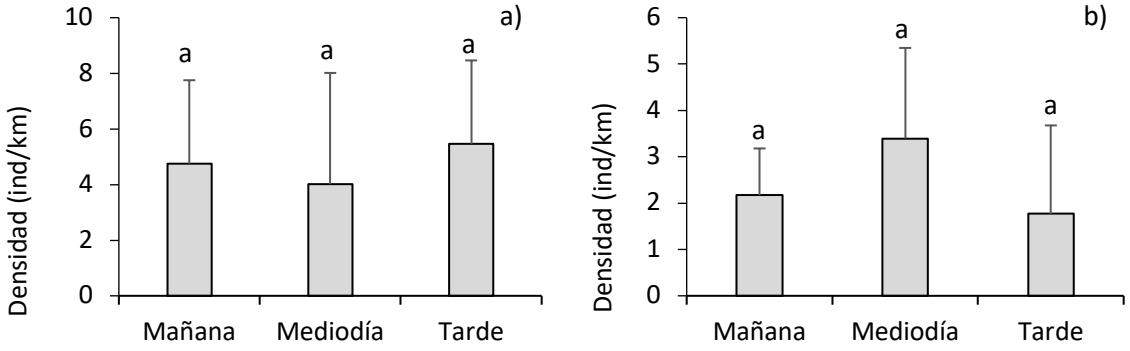


Figura 11.1.3.8. Densidad promedio de chungungos registrada en tres periodos del día en a) isla Chañaral y b) isla Choros. Mañana: 09:30 -11:30; Mediodía: 12:30-14:30; Tarde: 15:30-17:30. Letras distintas indican diferencias significativas. Las barras de error indican desviación estándar.

III. Comportamiento

Se realizó un total de 334 seguimientos de chungungos, de los cuales 250 (944 min) fueron en isla Chañaral y 84 (382 min) en isla Choros. En isla Chañaral, la actividad de los chungungos estuvo dominada en frecuencia por las categorías de desplazamiento (34,8%) y buceo (31,7%), seguido de alimentación (10,6%), acicalamiento (10,2%), descanso (8,5%) y sociabilización (4,26%; Figura 11.1.3.9). En isla Choros, en cambio, la conducta de los chungungos estuvo dominada en frecuencia por las categorías desplazamiento (25,3%) y descanso (25,3%), seguido de buceo (19,3%) y alimentación (18,0%), y en menor magnitud acicalamiento (8,0%) y sociabilización (4,0%; Figura 11.1.3.9). En cuanto al tiempo de asignación a diferentes actividades, en general, las nutrias de isla Chañaral ocuparon más

tiempo buceando (30,6%) y descansando (30,4%), y en menor magnitud desplazándose (19,5%; Figura 11.1.3.10a). Las categorías de acicalamiento, alimentación y sociabilización representaron en conjunto el 19,5% del tiempo. En isla Choros, los chungungos asignaron más tiempo a descanso (57,7%), seguido de alimentación (16,1%), buceo (10,8%) y desplazamiento (10,0%). Asimismo, los chungungos asignaron solamente un 5,4% del tiempo a acicalamiento y sociabilización (Figura 11.1.3.10b).

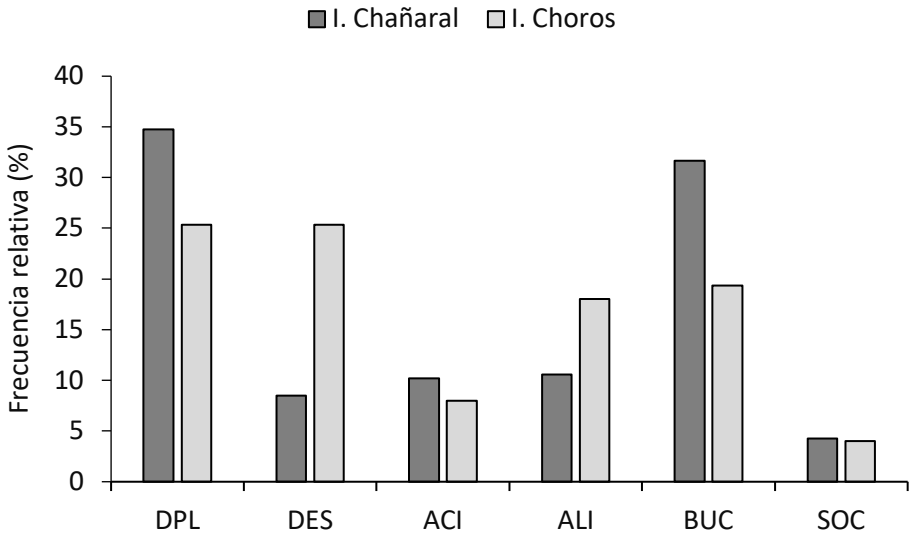


Figura 11.1.3.9. Frecuencia relativa (%) de las diferentes categorías de comportamiento registradas para los chungungos en isla Chañaral e isla Choros. DPL: desplazamiento; DES: descanso; ACI: acicalamiento; ALI: alimentación; BUC: buceo; SOC: sociabilización.

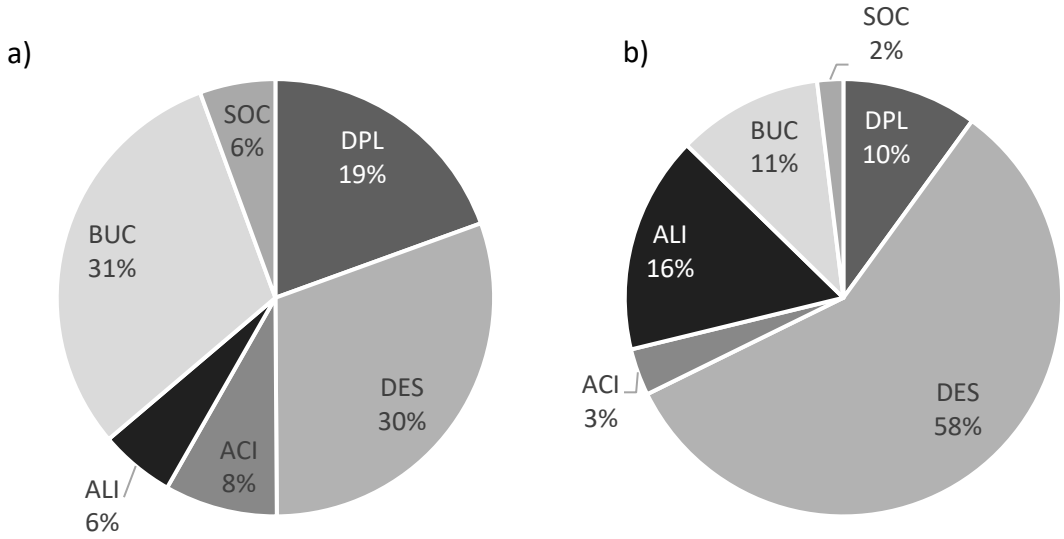


Figura 11.1.3.10. Asignación de tiempo (%) a los estados conductuales registrados de los chungungos de a) isla Chañaral y b) isla Choros. DPL: desplazamiento; DES: descanso; ACI: acicalamiento; ALI: alimentación; BUC: buceo; SOC: sociabilización.

La conducta de los chungungos no estuvo relacionada con el periodo del día en isla Chañaral (χ^2_{10} = 7,96; P = 0,63) ni en isla Choros (χ^2_{10} = 17,80; P = 0,059). Del mismo modo, la conducta de los chungungos no varió respecto al ambiente en isla Chañaral (χ^2_2 = 5,16; P = 0,076) ni en isla Choros (χ^2_1 = 0,42; P = 0,515).

En isla Chañaral, los chungungos ocuparon una mayor cantidad de tiempo en descansar durante la tarde (11,7%), respecto a la mañana y mediodía. Asimismo, los individuos ocuparon más tiempo buceando (12,3%) y sociabilizando (4,7%) durante el mediodía. La conducta de desplazamiento fue mayor durante la mañana y mediodía (Figura 11.1.3.11a). En isla Choros, los chungungos asignaron más tiempo al descanso en el mediodía (29,4%) y la tarde (27,8%), mientras que la conducta de alimentación fue mayor al mediodía (14,5%; Figura 11.1.3.11b). Las otras categorías de comportamiento presentaron valores similares de tiempo asignado. En cuanto al análisis por ambiente (mar vs tierra), en isla Chañaral los chungungos ocuparon más tiempo en desplazarse en el agua respecto a la tierra, mientras que el tiempo asignado a alimentación y sociabilización fue similar en ambos ambientes (Figura 11.1.3.12a). En isla Choros, en cambio, los chungungos asignaron más tiempo para desplazarse en el agua respecto a la tierra, mientras que la conducta de alimentación se realizó preferentemente en tierra. La conducta de sociabilización no se registró en el agua. En isla Choros, el desplazamiento y la sociabilización fue mayor en tierra, mientras que la alimentación fue igual en ambos ambientes (Figura 11.1.3.12b).

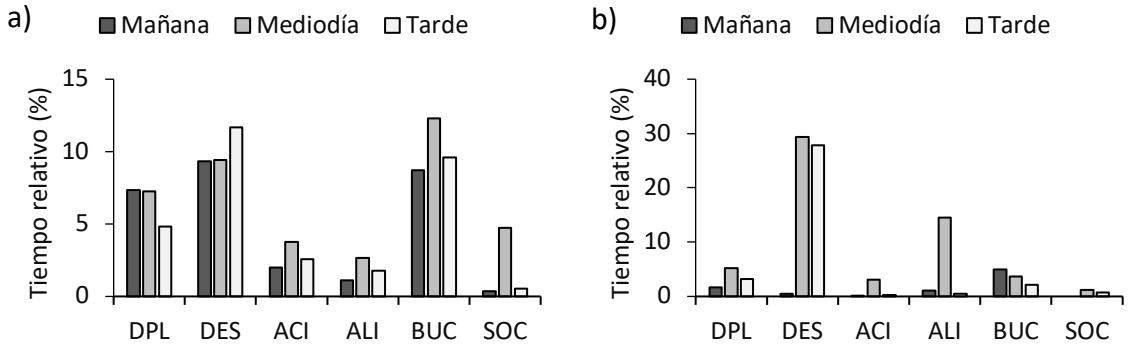


Figura 11.1.3.11. Asignación de tiempo (%) por periodo del día a las conductas registradas en los chungungos de a) isla Chañaral y b) isla Choros. DPL: desplazamiento; DES: descanso; ACI: acicalamiento; ALI: alimentación; BUC: buceo; SOC: sociabilización.

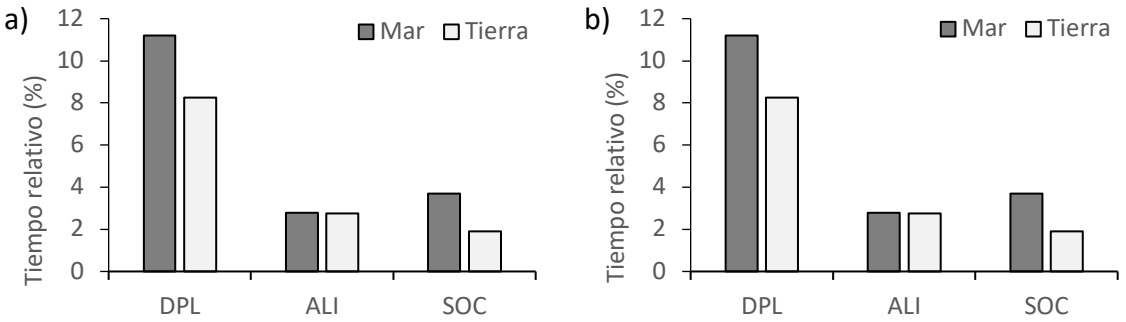


Figura 11.1.3.12. Asignación de tiempo (%) por periodo del día a las conductas registradas en los chungungos de a) isla Chañaral y b) isla Choros. DPL: desplazamiento; DES: descanso; ACI: acicalamiento; ALI: alimentación; BUC: buceo; SOC: sociabilización.

IV. Relación entre variables

No se encontró una relación significativa entre la densidad de chungungos y el número de madrigueras (Coeficiente = 0,30; t = 2.08; P = 0,092; Figura 11.1.3.13a). Por el contrario, se encontró una relación positiva y significativa entre la densidad de chungungos y el número de defecaderos (Coeficiente = 0,10; t = 2.58; P = 0,049; Figura 11.1.3.13b). En cuanto a las características del hábitat, no se encontró una relación significativa entre la densidad de chungungos y ninguna de las variables de hábitat analizadas (Tabla 11.1.3.4).

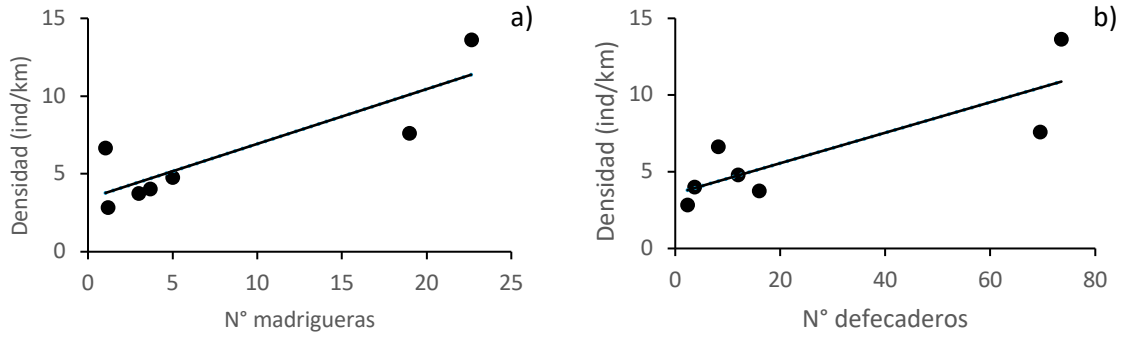


Figura 11.1.3.13. Relación entre la densidad de chungungos y el número de (a) madrigueras activas y (b) defecaderos para siete sitios de isla Chañaral e isla Choros.

Tabla 11.1.3.4. Estadísticos del modelo de regresión múltiple de la densidad de chungungos versus las variables de hábitat.

Variable explicativa	Coeficiente	*t*	*P*
N° rocas grandes	0,016	0,570	0,582
N° rocas medianas	-0,017	-1,534	0,156
N° cuevas + grietas	0,140	2,015	0,072
N° rocas en el agua	0,234	1,115	0,291

11.2 Objetivo Específico 2. Zonificar las áreas de las Reservas Marinas respecto a la presencia y desplazamiento de estas especies, así como también proponer zonificación para áreas de observación de fauna, navegación y fondeo, entre otros

I. Identificación y caracterización de las actividades que se realizan en las reservas marinas

En la Reserva Marina Isla Chañaral y la Reserva Marina Islas Choros-Damas se identificaron las siguientes actividades:

1.1. Actividad extractiva

1.1.1. Actividad extractiva en Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB).

1.1.2. Actividad extractiva en áreas de libre acceso.

1.1.3. Actividad extractiva de excedentes productivos.

1.2. Turismo

1.2.1. Tour de avistamiento de fauna

1.2.2. Buceo recreativo

1.2.3. Pesca recreativa

1.3. Investigación científica

1.1 Actividad extractiva

1.1.1 Actividad extractiva en AMERB.

De acuerdo con los datos de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, dentro de la RMIC no se registran AMERB decretadas ni en proceso de solicitud (http://mapas.subpesca.cl/ideviewer/). No obstante, en las cercanías de la reserva marina, considerando un radio de 10 km alrededor de la isla Chañaral, se registran tres áreas de manejo decretadas y una en proceso de solicitud (Figura 11.2.1). En la Tabla 11.2.1 se muestran las características de estas AMERB. En cuanto a la caracterización de la flota, en Chañaral de Aceituno se registran 130 embarcaciones inscritas en el Registro Pesquero Artesanal (RPA). Asimismo, el S.T.I. de buzos, mariscadores y pescadores artesanales de Chañaral de Aceituno que tiene a cargo las AMERB mencionadas anteriormente, posee 96 socios inscritos.



Figura 11.2.1. Ubicación geográfica de las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos que se encuentran en un radio de 10 km de la Reserva Marina Isla Chañaral.

Tabla 11.2.1. Características principales de las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) que existen en un radio de 10 km de la Reserva Marina Isla Chañaral. Fuente: Subpesca.

Nombre AMERB	Nombre organización	Superficie (ha)	Estado	Recursos
Chañaral de Aceituno	S.T.I. de buzos, mariscadores y pescadores artesanales de Chañaral de Aceituno	82	Decretada	Huiro y loco
Chañaral de Aceituno sector B	S.T.I. de buzos, mariscadores y pescadores artesanales de Chañaral de Aceituno	27,84	Decretada	Lapa y loco
Chañaral de Aceituno sector C	S.T.I. de buzos, mariscadores y pescadores artesanales de Chañaral de Aceituno	236,35	Decretada	Huiro negro, huiro palo, lapa rosada, lapa negra, loco
Agua de La Zorra	Sin información	373,98	Solicitada	Sin información

Al interior de la RMICD se registra la presencia de una AMERB decretada, la cual se denomina “Isla Choros” (Figura 11.2.2). Esta AMERB posee una superficie de 407,73 ha y se extiende alrededor de isla Choros. Se encuentra inscrita a nombre de la A.G. de trabajadores de mar independientes de Caleta de Punta de Choros, pudiendo extraerse los recursos culengue, erizo, lapa rosada, lapa negra y loco (Tabla 11.2.2). Asimismo, existen tres AMERB en el borde costero del continente, en un radio de 10 km de la reserva marina (Figura 11.2.2, Tabla 11.2.2). En cuanto a la caracterización de la flota, en Punta de Choros se registran 180 embarcaciones inscritas en el RPA. Asimismo, la A.G. de trabajadores de mar independientes de Caleta de Punta de Choros, quien está a cargo de la AMERB de isla Choros, posee 153 socios inscritos.

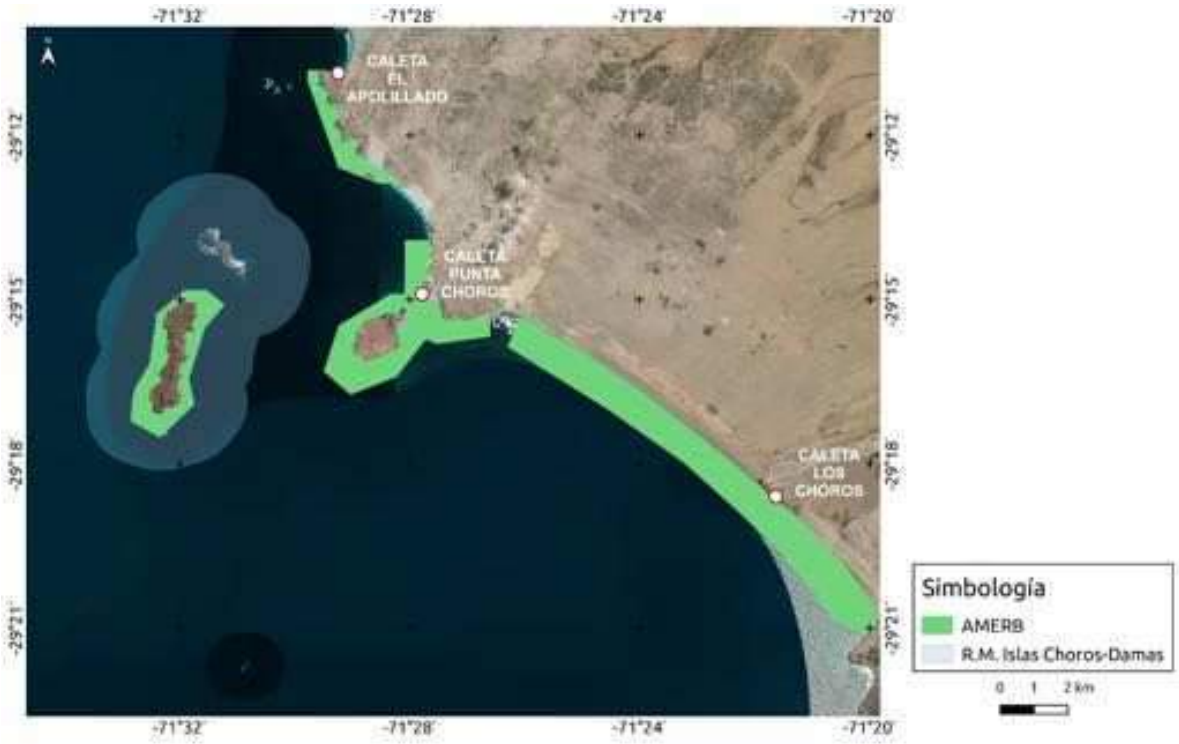


Figura 11.2.2. Ubicación geográfica de las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos que se encuentran en un radio de 10 km de la Reserva Marina Islas Choros-Damas.

Tabla 11.2.2. Características principales de las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) que existen en un radio de 10 km de la Reserva Marina Islas Choros-Damas. Fuente: Subpesca.

Nombre AMERB	Nombre organización	Superficie (ha)	Estado	Especies
Isla Choros	A.G. de trabajadores de mar independientes de Caleta de Punta de Choros	407,73	Decretada	Culengue, erizo, lapa rosada, lapa negra, loco
Apolillado	A.G. de mariscadores y pescadores de Los Choros	135	Decretada	Almeja, erizo, huiro negro, huiro palo, lapa rosada, lapa negra, loco
Punta de Choros	A.G. de trabajadores de mar independientes de Caleta de Punta de Choros	722,77	Decretada	Almeja, erizo, lapa, loco
Los Choros	Organización comunitaria funcional de pescadores unidos	1278,75	Decretada	Macha

1.1.2. Actividad extractiva de recursos en áreas de libre acceso (pesca)

En la RMIC no se permite la extracción de recursos hidrobiológicos. Sin embargo, de acuerdo con la información levantada por Sernapesca en terreno (mapas parlantes), dentro de la RMIC existen áreas de pesca que corresponden a caladeros para la extracción del recurso congrio colorado (*Genypterus chilensis*; Figura 11.2.3). Asimismo, en las cercanías de la RMIC existen zonas de pesca para la extracción de otros recursos como congrio dorado (*Genypterus blacodes*), merluza común (*Merluccius gayi*) y jibia (*Dosidicus gigas*). En el caso de la extracción de congrio, principalmente se utiliza la red de enmalle para su captura, aunque también se utiliza espinel.

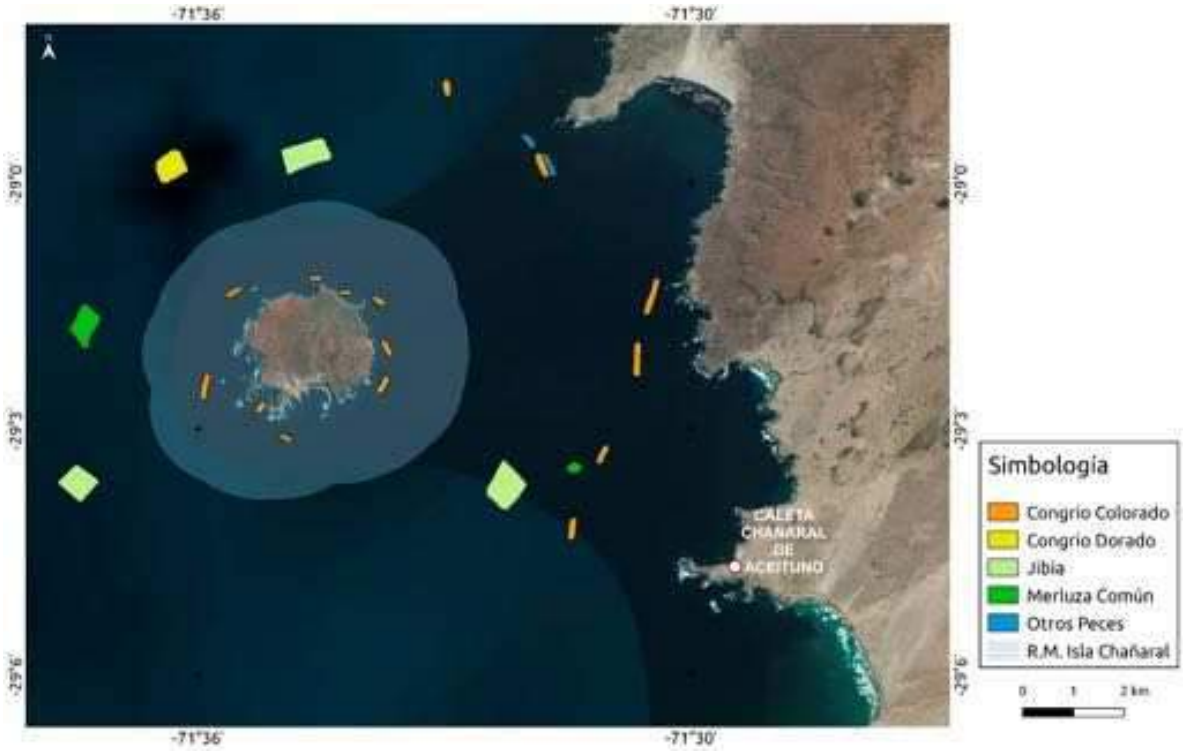


Figura 11.2.3. Ubicación geográfica de las áreas de pesca en la Reserva Marina Isla Chañaral y aguas adyacentes. Fuente: Sernapesca.

De acuerdo de desembarque del año 2019, que alcanzó 2242 ton, las algas son el principal recurso extraído en Chañaral de Aceituno, y representan el 96,46% del desembarque total, seguido de los moluscos (3,53%) y, por último, los peces (0,01%; Figura 11.2.4a). Respecto a los peces, cuyo desembarque total alcanzó 0.261 t, el principal recurso extraído fue el congrio colorado (0,161 t), seguido del tollo (0,038 t) y el pejegallo (0,025 t). También se extrajo, aunque en menor cantidad, pejeperro, rollizo y lenguado. La actividad extractiva se desarrolla durante todo el año, aunque disminuye el desembarque de todos los recursos desde fines de primavera hasta el verano (Figura 11.2.4b). El desembarque de algas ocurre preferentemente en otoño e invierno, y primavera, mientras que los moluscos son extraídos principalmente en agosto, noviembre y diciembre. En el caso de los peces, aunque son mucho menores los volúmenes de extracción, se registran principalmente en abril, agosto y noviembre.

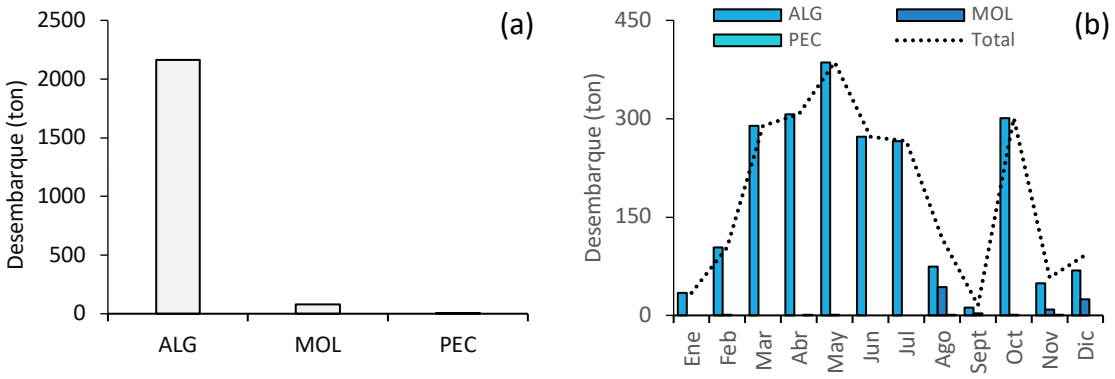


Figura 11.2.4. (a) Desembarque total por tipo de recurso extraído, y (b) desembarque por mes y por tipo de producto en Chañaral de Aceituno durante 2019. ALG: algas, MOL: moluscos, PEC: peces. Fuente: Sernapesca.

En el caso de Punta de Choros, los pescadores indicaron la existencia de caladeros de pesca dentro de la RMICD (Figura 11.2.15). Asimismo, en los alrededores de la reserva marina existen zonas de pesca del recurso palometa (*Seriola lalandi*) y congrio (*Genypterus* spp.), así como áreas donde se desarrolla pesca con espinel o línea de mano. También los pescadores indican la existencia de una zona donde se desarrollaría pesca de cerco al W de isla Gaviota, y dos zonas donde históricamente se desarrollaría pesca de arrastre, una al sur de Punta de Choros y otra al sur de la isla Choros. Finalmente, se identificaron rutas de navegación de las embarcaciones que realizan esta actividad. Debido a que esta información fue obtenida a partir de una actividad de mapas parlantes, la información se basa en los datos que entregan los mismos pescadores, por lo que se desconoce si existen otras áreas de pesca dentro de la reserva marina, otras rutas hacia el resto de las áreas de pesca que se muestran en el mapa, ni para qué tipo de pesquería se utiliza la ruta de pesca que aparece en el mapa (Figura 11.2.15).

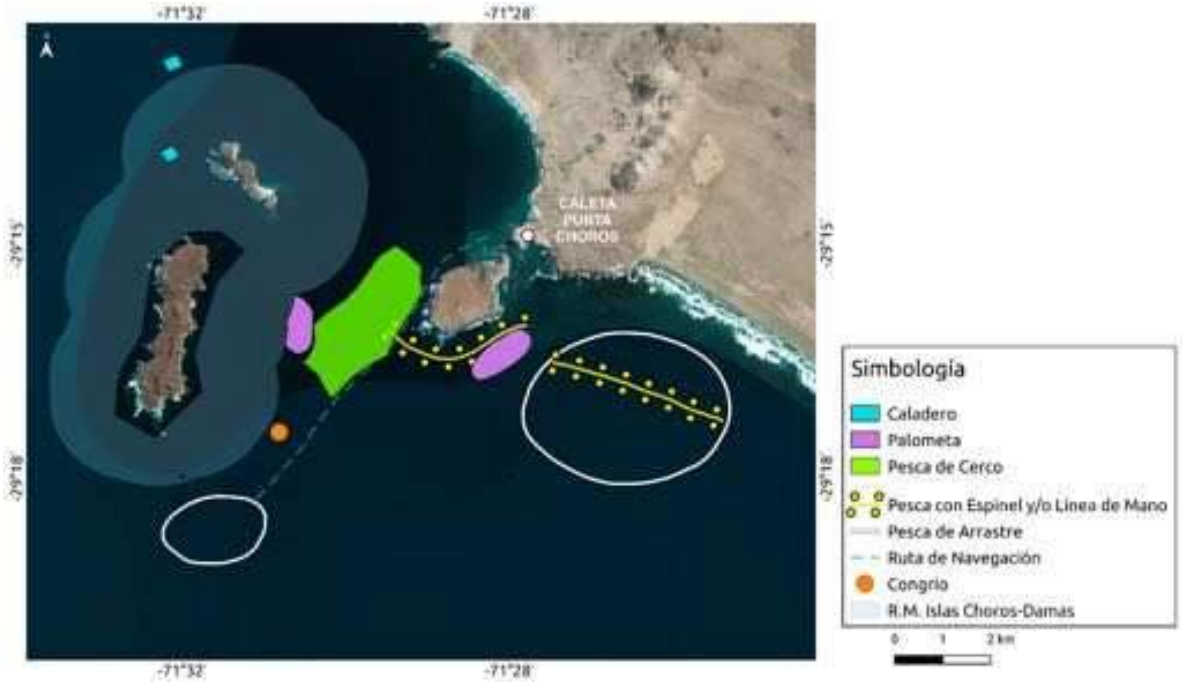


Figura 11.2.5. Ubicación geográfica de las áreas de pesca en la Reserva Marina Islas Choros-Damas y aguas adyacentes. Fuente: Sernapesca.

En Punta de Choros el desembarque total alcanzó 979 t en el año 2019, siendo las algas el recurso más extraído (60,8%), seguido por los moluscos (37,1%), los crustáceos (1,3%) y los peces (0,8%; Figura 11.2.6a). Respecto a los peces, cuyo desembarque total alcanzó 8,055 t, el principal recurso extraído fue el congrio colorado (5,192 t), seguido del rollizo (0,842 t), el congrio negro (0,493 t) y la palometa (0,458 t). También se extrajo, aunque en menor cantidad, vilagay, apañado, cabrilla, merluza común, vieja, pejeperro, lenguado, cojinoba del norte, corvina, jerguilla, y tollo. La actividad extractiva se desarrolla durante todo el año, aunque disminuye el desembarque de todos los recursos en enero y febrero (Figura 11.2.6b). El desembarque de algas ocurre preferentemente en otoño e invierno, y primavera, mientras que los moluscos son extraídos principalmente en primavera. En el caso de los peces, aunque son mucho menores los volúmenes de extracción, ocurren desembarques durante prácticamente todo el año, con los mayores desembarques en enero y marzo.

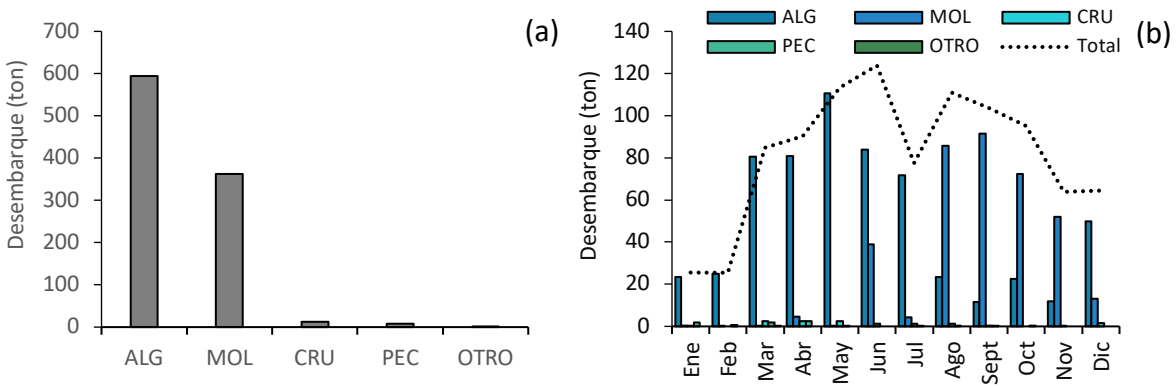


Figura 11.2.6. (a) Desembarque total por tipo de recurso extraído, y (b) desembarque por mes y por tipo de producto en Punta de Choros durante 2019. ALG: algas, MOL: moluscos, CRU: Crustáceos, PEC: Peces. Fuente: Sernapesca.

1.1.3. Actividad extractiva de excedentes productivos.

Esta actividad fue identificada solamente en la RMIC, y corresponde a la extracción de excedentes productivos que fue autorizada durante el año 2015. Mediante la Res. N° 1530/2015 se autorizó la extracción de los recursos loco (*Concholepas concholepas*), lapa negra (*Fissurella latirmaginata*) y lapa rosada (*F. cumingi*) en tres sitios dentro de la RMIC (Figura 11.2.7). En este caso, se permitió la extracción de 78.944 individuos de loco, 2.290 kg de lapa negra y 5.570 kg de lapa rosada, en tres sectores dentro de la RMIC. Según información proporcionada por Sernapesca, la extracción fue realizada por 24 embarcaciones pertenecientes a cuatro caletas de la Región de Atacama, las cuales correspondieron a Chañaral de Aceituno, Huasco, Barranquilla y Chañaral. Estas embarcaciones operaron por 3 días en total (1 día en agosto y 2 días en octubre), y en aquella oportunidad, solamente se extrajo el 30,8% de la cuota del recurso loco y el 70,2% del recurso lapa.

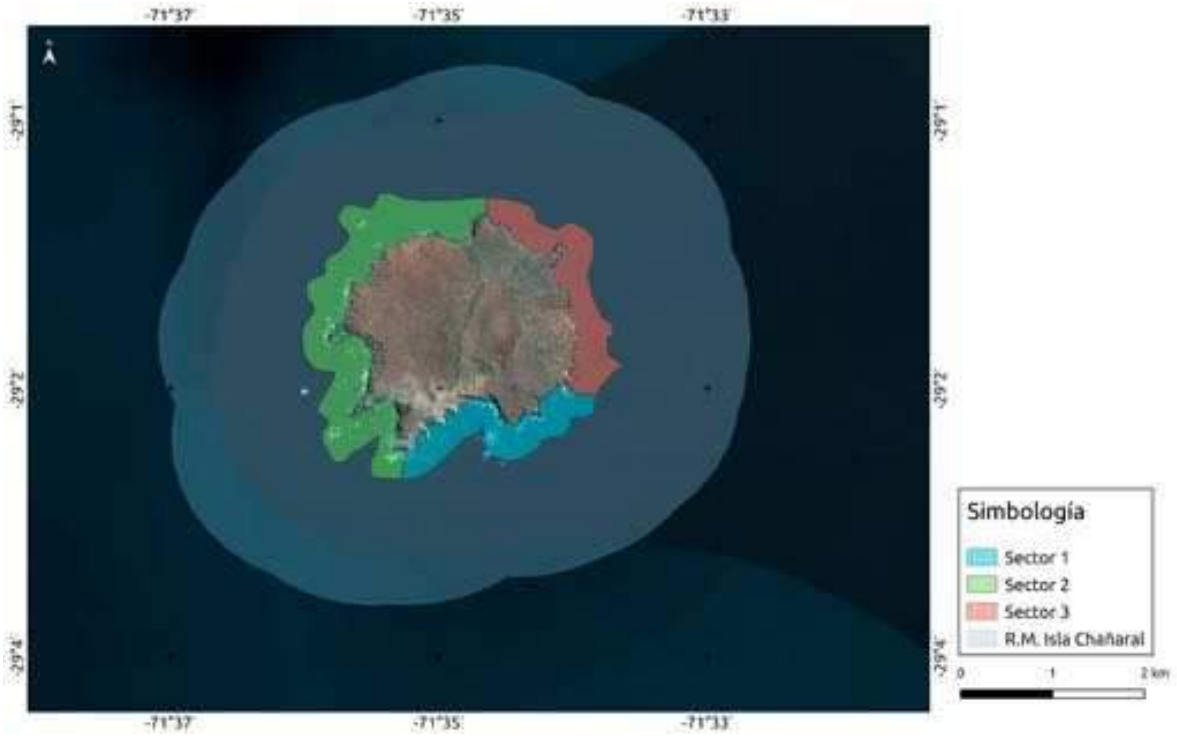


Figura 11.2.7. Sectores autorizados mediante la Res. N°1530/2015 para la extracción de excedentes productivos de los recursos loco y lapa durante el año 2015 en la Reserva Marina Isla Chañaral.

1.2. Turismo

1.2.1. Tour de avistamiento de fauna marina

De acuerdo con la información recopilada para el Objetivo 3 del presente proyecto, en Chañaral de Aceituno existen 36 embarcaciones inscritas en la Nómina de Embarcaciones para el año 2020 autorizadas para realizar paseos náuticos de observación de flora y fauna en el espacio protegido de la RMIC (Res. Ex. N° 655/2020). De éstas, 32 están acogidas al sistema colectivo que maneja el STI de pescadores artesanales de Chañaral de Aceituno, mientras que cuatro embarcaciones realizan el tour de manera independiente. En cuanto a las salidas diarias, en enero y febrero de 2020 (~60 días) se registraron 728 salidas de embarcaciones de turismo hacia la RMIC. Se registró un promedio de 12,3 salidas de embarcaciones por día, con un mínimo de 4 salidas al día y un máximo de 28 salidas por día. Del total de embarcaciones, 29 registraron zarpes hacia la RMIC en el verano de 2020. En los resultados del Objetivo 3 del presente informe puede encontrarse un catastro más detallado de las embarcaciones que realizan turismo.

En cuanto al registro de datos en terreno, se registraron 46 rutas de navegación (Figura 11.2.8) a bordo de 24 embarcaciones que realizan el tour de avistamiento de fauna marina en Chañaral de Aceituno (n_{2019} = 17 rutas, n_{2020} = 29), completando un total de 102,4 h de

tour. El tour de avistamiento de fauna marina tuvo una duración promedio de 2,23 ± 0,39 h, variando entre un mínimo de 1,43 h y un máximo de 3,40 h. De acuerdo con la información recopilada, la totalidad de las embarcaciones visitó isla Chañaral, y, por ende, ingresó a la RMIC. La ruta de navegación que siguen los botes hacia la RMIC es variable, registrándose algunas rutas hacia el sector de Punta Tetillas, al norte de isla Chañaral, o hacia el sector de Punta Palo Gordo y La Tifuca, cerca del continente. En este caso, a diferencia de Punta de Choros, la ruta de navegación depende de la ubicación de los grandes cetáceos. En cuanto a las visitas a la isla Chañaral, el 46% de los botes con turistas circunnavegaron la isla Chañaral, mientras que el 54% de las embarcaciones sólo visitó el costado protegido de estas (i.e., E y NE). Se identificaron cuatro sitios que son frecuentemente visitados por las embarcaciones de turismo en isla Chañaral: el sector La Ventana, la lobera reproductiva de lobo marino común, la colonia de lobo fino austral de la Punta Norte, y la lobera que se encuentra bajo el faro, las cuales fueron visitadas por el 65%, 98%, 78% y 17% de las embarcaciones, respectivamente. Finalmente, el 39% de las embarcaciones visitó la población residente de delfín nariz de botella en el sector llamado La Erizada, donde habitualmente se encuentra.

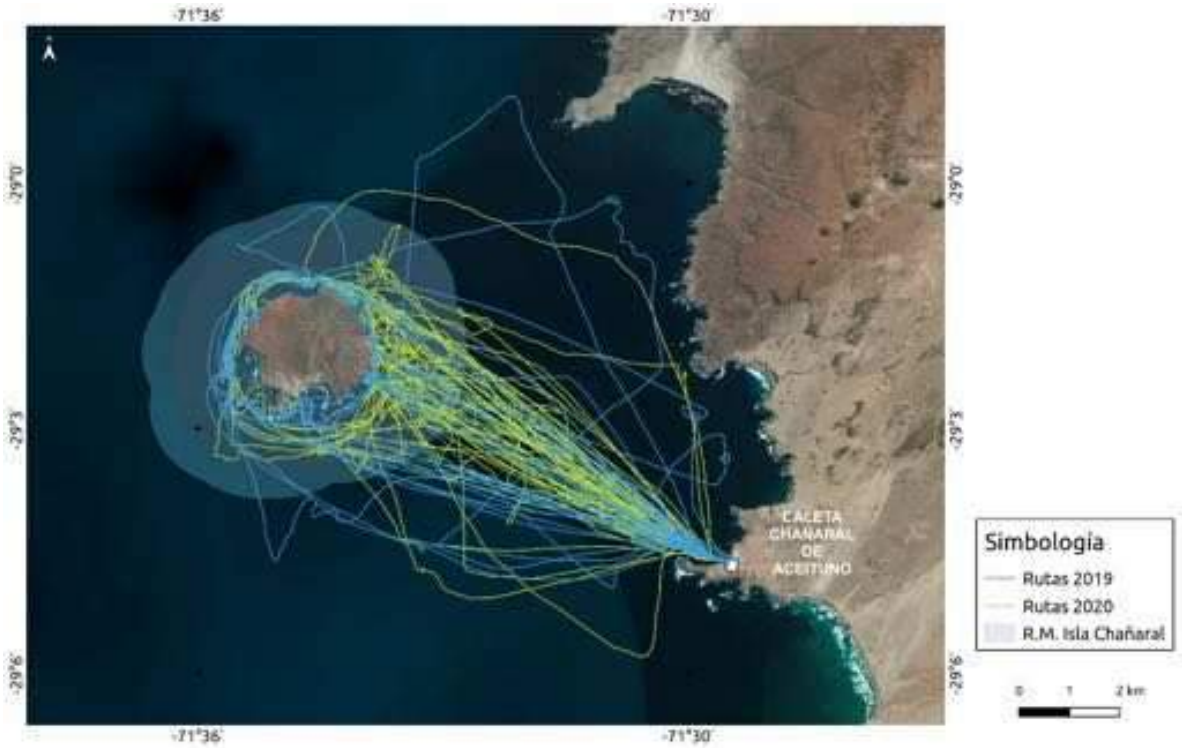


Figura 11.2.8. Rutas de navegación de 46 embarcaciones de turismo que visitaron la Reserva Marina Isla Chañaral entre el 08 y el 27 de febrero de 2019 y entre el 18 de enero y el 15 de febrero de 2020.

En Punta de Choros, existen 104 embarcaciones inscritas en la Nómina de Embarcaciones Provisoriamente Autorizadas para el Desarrollo de las Actividades de

Paseo Náutico, Observación de Flora y Fauna y Traslado de Buzos Recreativos en la RMICD (Res.Ex. N° 29/2019). La información los zarpes de embarcaciones es poco detallada y solamente se cuenta con información acerca del número total de salidas para enero y febrero de 2020 (i.e. ~60 días). Durante este tiempo, se registró un total de 1851 salidas en enero (n = 877 salidas) y febrero (n = 974 salidas), lo cual corresponde a 30,9 salidas diarias en promedio. De acuerdo con datos de Conaf, en caleta San Agustín existen 53 embarcaciones activas que realizan turismo, mientras que en caleta Corrales serían 34 embarcaciones. Para mayor detalle de estos datos, ver Objetivo 3 del presente proyecto.

En terreno se registraron 73 rutas de navegación (Figura 11.2.9) a bordo de 52 embarcaciones de turismo (n_{2019} = 11, n_{2020} = 62), completando un total de 156,9 h de tour. En este caso, el tour de avistamiento de fauna marina tuvo una duración promedio de 2,15 ± 0,51 h, aunque este tiempo varió entre un mínimo de 1,43 h y un máximo de 3,23 h. En la Figura 11.2.9 pueden apreciarse una gran homogeneidad en las rutas de navegación de las embarcaciones de turismo hacia la RMICD. La totalidad de las embarcaciones visitó isla Damas e isla Choros. De estas embarcaciones, aproximadamente la mitad desembarcó sus pasajeros en la isla Damas. El 56% de los botes comenzaron el tour navegando directamente a la isla Choros, ya sea a la punta sur o norte, para observar las distintas especies de aves y mamíferos marinos que se encuentran en la zona protegida de la isla. Posteriormente, las embarcaciones se dirigieron a la isla Damas, para finalmente regresar a puerto. Un 44% de las embarcaciones realizó el recorrido en sentido contrario, lo cual finalmente depende de dónde se hayan avistado previamente los delfines. Ninguna de las embarcaciones prospectadas en este estudio navegó hacia la zona expuesta (W) de isla Choros. Se registraron cuatro sitios de observación de fauna en ambas islas, los cuales corresponden a El Camello, en isla Damas, el cual fue visitado por el 95,8% de las embarcaciones; y caleta El Barco, la Catedral y la Lobera Chica, en isla Choros, los cuales fueron visitados por el 97,3%, el 100% y el 83,6% de las embarcaciones, respectivamente.

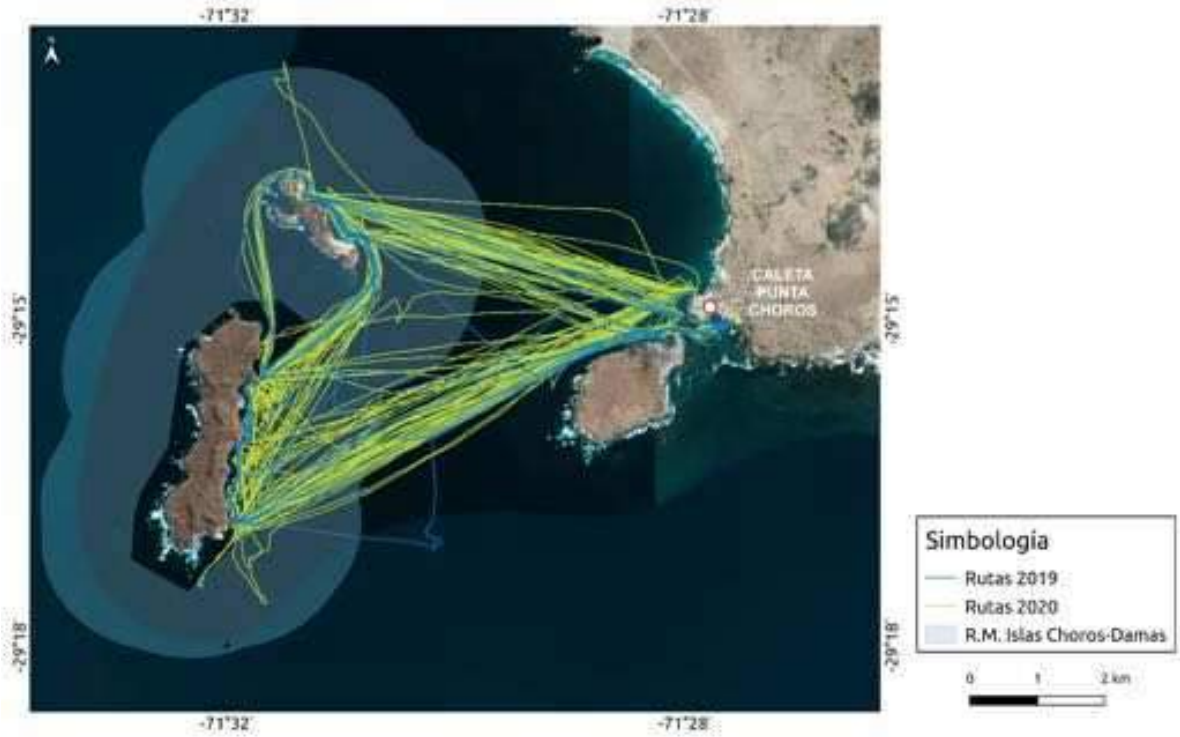


Figura 11.2.9. Rutas de navegación de 73 embarcaciones de turismo que visitaron la Reserva Marina Islas Choros-Damas entre el 08 y el 27 de febrero de 2019 y entre el 18 de enero y el 15 de febrero de 2020.

1.2.2. Buceo recreativo

En Chañaral de Aceituno se registra la presencia de tres centros de buceo. En la Figura 11.2.10 se muestran los 31 puntos de buceo facilitados por dos de estos centros de buceo durante el levantamiento de información para el proyecto. Todos estos puntos se encuentran dentro de la RMIC. En el caso de Punta de Choros también existen tres centros de buceo actualmente. La información facilitada por uno de estos centros fue complementada con datos tomados en terreno por Sernapesca (mapas parlantes). En este caso, se recopiló información sobre 31 puntos de buceo, de los cuales 27 se encuentran dentro de la RMICD (Figura 11.2.11).

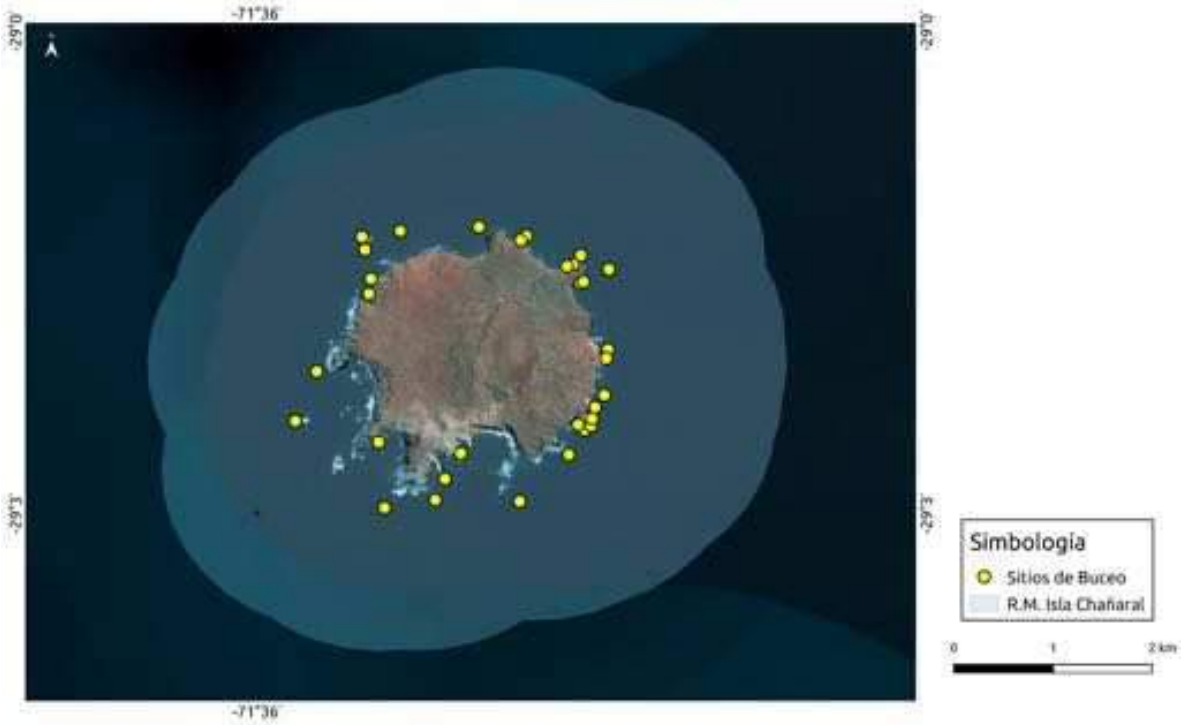


Figura 11.2.10. Ubicación geográfica de los sitios de buceo en la Reserva Marina Isla Chañaral.

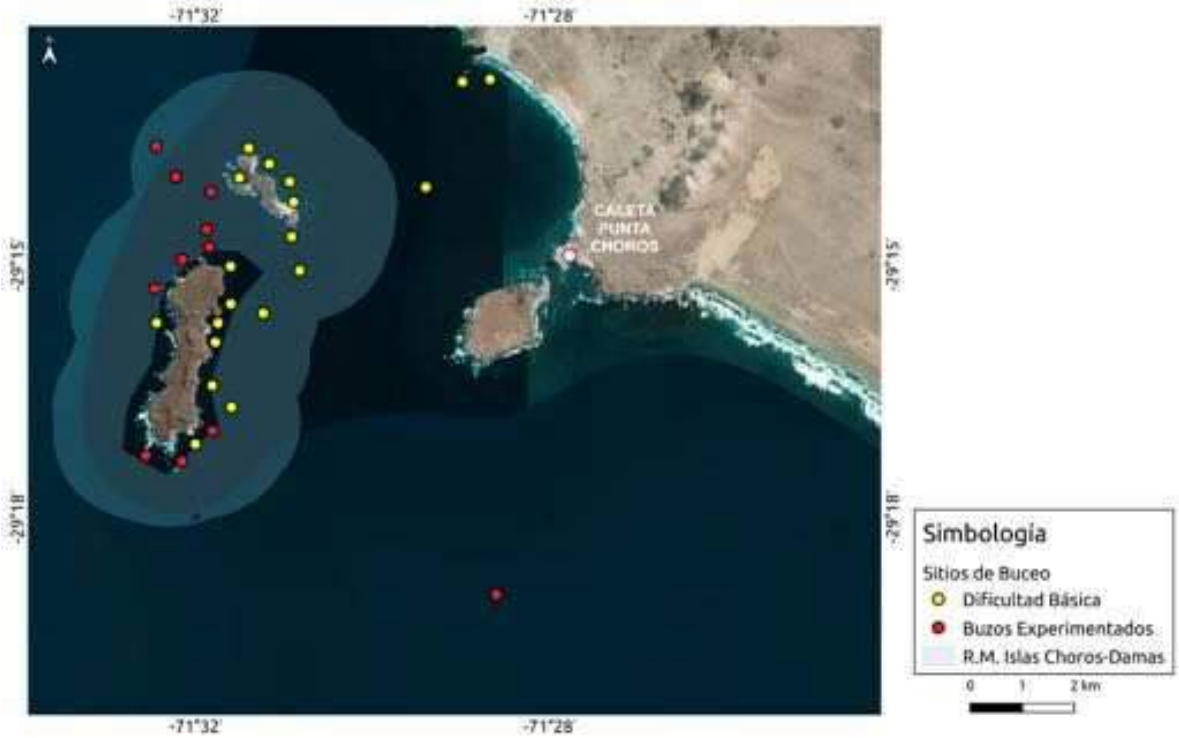


Figura 11.2.11. Ubicación geográfica de los sitios de buceo en la Reserva Marina Islas Choros-Damas y aguas adyacentes.

1.2.3. Pesca recreativa

De acuerdo con la información levantada en terreno por Sernapesca (mapas parlantes), esta actividad solamente se registró en Punta de Choros. En este sentido, las personas indicaron las principales rutas donde realizan pesca deportiva a bordo de embarcaciones dentro de la RMICD (Figura 11.2.12). Asimismo, existe una zona donde se realiza pesca submarina en el costado suroeste de isla Choros. No se tienen antecedentes de las especies que se extraen, ni del tamaño de los desembarques o de la frecuencia de las salidas.



Figura 11.2.12. Rutas y áreas de pesca recreativa en la Reserva Marina Islas Choros-Damas y aguas adyacentes.

1.3. Investigación científica

Se registran 30 publicaciones científicas, libros e informes de proyectos referentes a estudios realizados en ambas reservas marinas (Tabla 11.2.3). El 38% de los estudios se ha enfocado en cetáceos, el 32% en aves marinas y el 29% en lobos marinos y chungungos. Entre estos, las especies más estudiadas son el lobo marino común (24%) y el delfín nariz de botella (18%), seguido del pingüino de Humboldt (16%) y la ballena fin (13%). En cuanto a la localidad de muestreo, el 53,3% de los estudios se ha realizado en ambas reservas marinas al mismo tiempo, el 33,3% se ha realizado solamente en la RMIC y el 13,3% en la RMICD. En cuanto a la zona de muestreo en cada localidad, el 47% de los estudios se realizó en el área marítima alrededor de las islas, mientras que el 43% correspondió a observaciones en tierra (en las islas), y el 10% a observaciones en ambas zonas. No obstante, en cuanto a los

estudios que se realizan en la zona marítima, es decir, en las reservas marinas propiamente tal, no fue posible georreferenciar la zona de estudio.

Tabla 11.2.3. Resumen de los estudios sobre mamíferos y aves marinas realizados en la Reserva Marina Isla Chañaral (RMIC) y la Reserva Marina Islas Choros-Damas (RMICD) desde el año 2005. LMC: lobo marino común, PH, pingüino de Humboldt, CH: chungungo, YU: yunco, GU: guanay, DNB: delfín nariz de botella, BF: ballena fin, BA: ballena azul, BJ: ballena jorobada, FE: foca elefante, GD: gaviota dominicana. SI: sin información. Fuente: Daniela Díaz, elaboración propia.

Estudio	Especie	Año de estudio	Época de estudio	Localidad	Zona muestreo	Metodología
Bartheld et al. 2008	LMC	2007	Verano	RMIC	Alrededor islas	Conteo directo de individuos desde el mar (censo de lobos marinos)
CONAF 2009	PH, LMC, CH	SI	SI	RMIC, RMICD	Costa, parte alta islas	Observación directa desde tierra
Cristofari et al. 2019	YU	2012	Otoño	RMIC	Parte alta isla	Captura individuos
Ellenberg et al. 2006	PH	2001-2003	Verano	RMIC, RMICD	Parte alta isla	Monitoreo de nidos
Fernández 2017	YU	2010-2014	Primavera-Otoño	RMIC, RMICD	Parte alta isla	Estimación de abundancia en parches de nidos
Fernández et al. 2020	YU	2010-2014	SI	RMICD	Parte alta isla	Estimación de abundancia en parches de nidos
Gaymer et al. 2008	PH, LMC, DNB	SI	SI	RMIC, RMICD	Costa, submareal y área marítima alrededor isla	Observación desde mar y buceo (transectos)
Ludynia et al. 2005	GD	2002-2003	Primavera-Verano	RMIC, RMICD	Parte alta islas	Colecta de pellets (dieta)
Luna-Jorquera et al. 2013	LMC, DNB	2012 - 2013	Primavera y verano	RMICD	Costa y alrededor islas	Observación desde tierra y mar (fotoidentificación y conteo directo)
Mattern et al. 2004.	PH	2003	Verano	RMIC	Parte alta isla	Conteo de individuos en tierra (observación directa y cuadrantes)
Munizaga et al. 2015	GU	2011-2015	Verano	RMICD	Alrededor islas	Conteo directo de individuos desde el mar
Muñoz et al. 2011	LMC	2010	Verano	RMIC	Parte alta isla	Observación desde tierra
Muñoz et al. 2013	LMC	2009-2012	Verano y otoño	RMIC, RMICD	Alrededor islas	Colecta de biopsias desde mar
Pavez et al. 2011	LMC	2010	Verano	RMIC	Parte alta isla	Observación desde tierra
Pavez et al. 2015	LMC	2012-2013	Verano	RMIC	Parte alta isla	Observación desde tierra
Pérez-Álvarez et al. 2006	BF	2003-2005	Todos los meses	RMIC, RMICD	Alrededor islas	Observación desde mar
Pérez-Álvarez et al. 2018	DNB	2003-2012 y 2014-2015	Distintas épocas del año	RMIC, RMICD	Alrededor islas	Observación desde mar (fotoidentificación)/ Muestras de tejido
Sanino et al.	DNB	SI	SI	RMICD	Alrededor	Muestras de tejido

2005					islas	
Santos-Carvallo et al. 2015	DNB	2009-2010	Todos los meses	RMIC, RMICD	Alrededor islas	Observación desde mar (fotoidentificación)/ Muestras de tejido
Santos-Carvallo et al. 2018	DNB	2005-2009	Todos los meses	RMIC, RMICD	Alrededor islas	Observación desde mar (fotoidentificación)
Sepúlveda et al. 2007	FE	2003-2007	Verano	RMIC, RMICD	Alrededor islas	Observación desde mar
Sepúlveda et al. 2009	LMC	2007-2008	Todos los meses	RMIC	Alrededor islas	Conteo indirecto desde mar (censo fotográfico)
Sepúlveda et al. 2016	BF, BA, BJ	2015 y 2016	Primavera y verano	RMIC	Parte alta isla	Observación desde tierra (teodolito)
Sepúlveda et al. 2017	Cetáceos	2014-2015	Primavera y verano	RMIC	Alrededor isla	Foto-identificación a bordo de embarcaciones de turismo
Sepúlveda et al. 2017	BF, BA, BJ	2015 y 2016	Primavera y verano	RMIC	Parte alta isla	Observación desde tierra (teodolito)
Sepúlveda et al. 2018b	BF	2015	Primavera	RMIC, RMICD	Alrededor islas	Marcaje con transmisores satelitales
Simeone et al. 2018	PH	2017	Primavera-Verano	RMIC, RMICD	Parte alta islas	Conteo de individuos en tierra (observación directa y cuadrantes)
Thomas 2005	DNB	SI	SI	RMIC, RMICD	Alrededor islas	Observación desde mar (fotoidentificación)
Toro et al. 2016	BF	2004-2005, 2007-2008, 2010-2014	Verano	RMIC, RMICD	Alrededor islas	Observación desde mar (fotoidentificación)
Wallace & Araya 2015	PH	1999-2008	Verano	RMIC, RMICD	Alrededor islas y parte alta islas	Observación desde mar y tierra

II. Análisis de la interacción espacial entre las actividades.

En la Figura 11.2.13 se muestra la matriz de interacción de las cinco actividades identificadas en la RMIC. En esta figura puede apreciarse que se registró un nivel bajo de interacción entre todas las actividades, excepto en la sobreposición espacial entre el tour de avistamiento de fauna marina y la actividad buceo recreativo, en cuyo caso se calificó con un nivel medio de interacción. En este caso, muchos de los puntos de buceo más frecuentados por los centros de buceo se encuentran en la zona que es visitada frecuentemente por las embarcaciones turísticas alrededor de isla Chañaral. Particularmente, los puntos ubicados en la zona protegida de la isla Chañaral (punta norte y costado este) son usados para realizar bautismos submarinos.

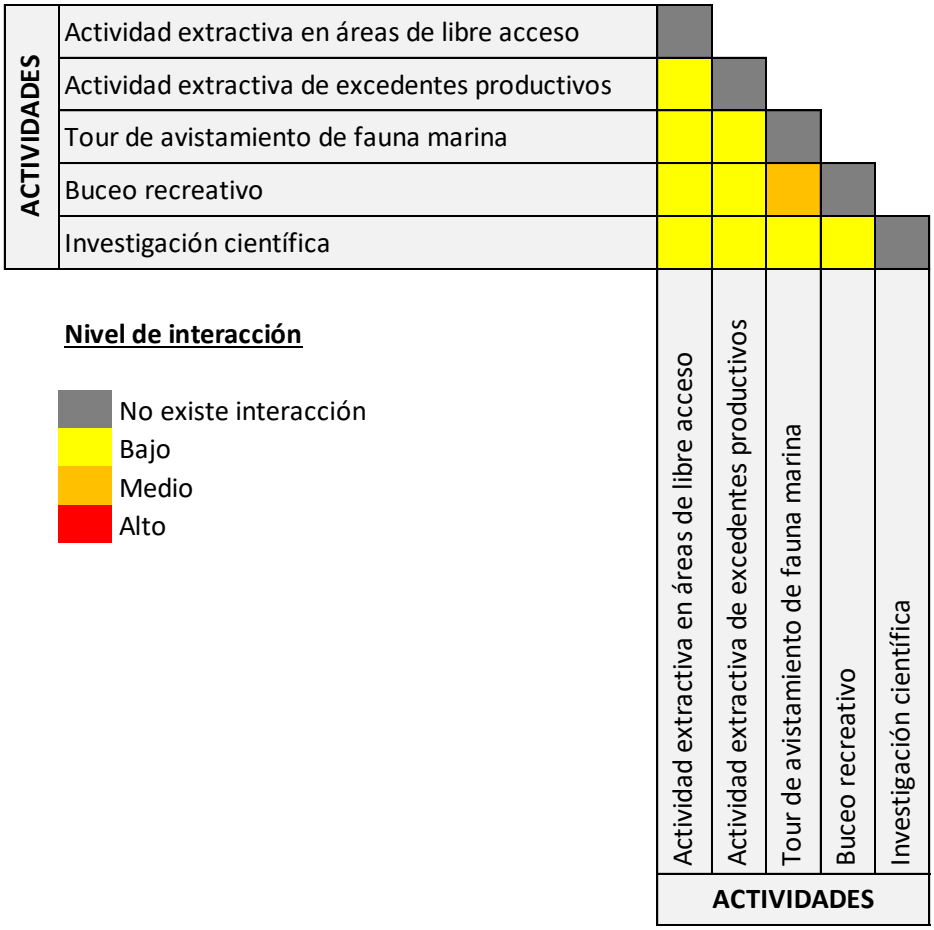


Figura 11.2.13. Matriz de interacción entre las cinco actividades identificadas en la Reserva Marina Isla Chañaral.

En el caso de la RMICD, también se identificó un nivel bajo de interacción entre la mayoría de las actividades, e incluso en algunas no se registró interacción (e.g. extracción de recursos pesqueros vs. actividad extractiva en AMERB). Por el contrario, se registró un nivel alto de sobreposición espacial entre las rutas del tour de avistamiento de fauna marina y la actividad de buceo (Figura 11.2.14). En este último caso, al igual que en la RMIC, existe una alta sobreposición espacial entre ambas actividades, lo cual ha generado conflictos entre los operadores turísticos.

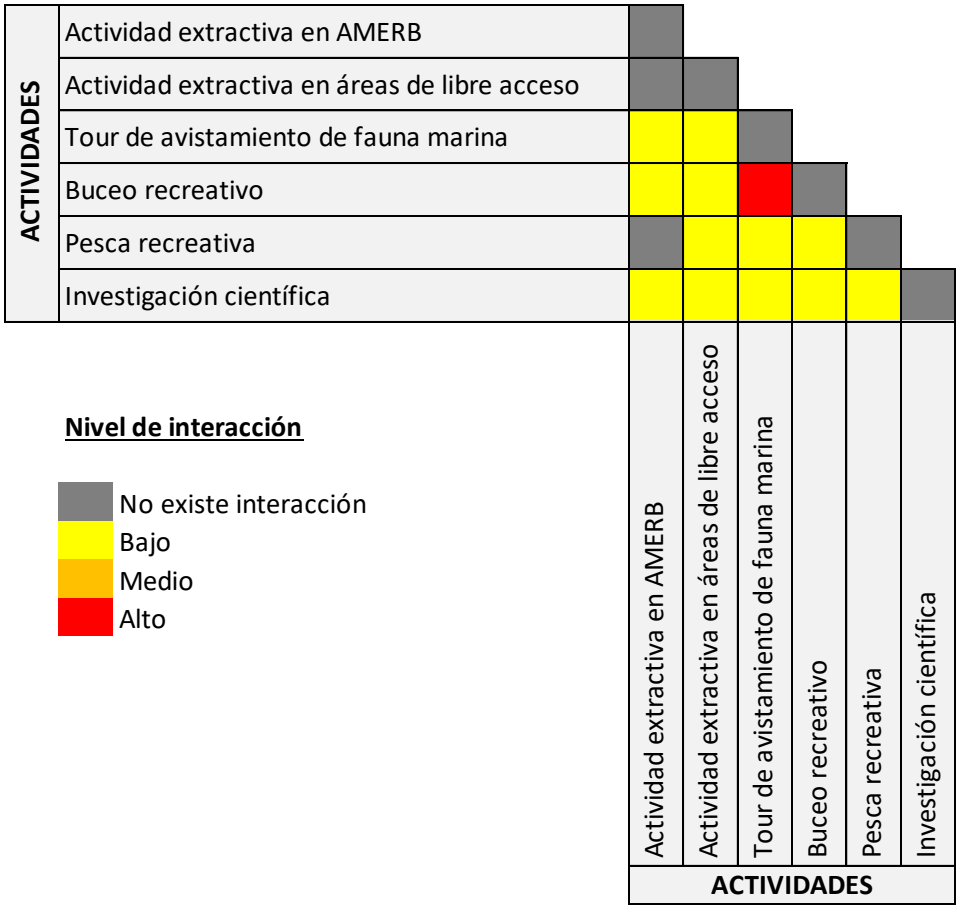


Figura 11.2.14. Matriz de interacción entre las seis actividades identificadas en la Reserva Marina Islas Choros-Damas.

III. Distribución espacial y caracterización de las especies objeto de conservación.

Para ambas reservas marinas se consideraron las siguientes especies o grupos de especies:

- Pingüino de Humboldt
- Piquero
- Cormorán guanay
- Cormorán lile
- Cormorán yeco
- Yunco
- Chungungo
- Lobo marino común
- Lobo fino austral
- Delfín nariz de botella
- Otros cetáceos menores (*T. truncatus* no residentes, *L. obscurus*, *G. griseus*, y otras especies menos comunes).
- Grandes cetáceos (*B. physalus, B. musculus, M. novaeangliae* y otras especies menos comunes).

Aves

En isla Chañaral se consideró información sobre las áreas de reproducción y las áreas de muda del pingüino de Humboldt (ver Objetivo 1, Figura 11.2.15). En particular, las áreas de muda toman relevancia porque este evento ocurre en febrero, justamente cuando ocurre el peak de la actividad turística. Las áreas de muda se encuentran alrededor de toda la isla Chañaral, particularmente en la zona más cercana al mar. Asimismo, en la isla se identificaron 15 colonias de piqueros, las cuales se encuentran principalmente en el costado E y S de la isla, así como en el costado W. La población de piqueros ha sido estimada en años anteriores por el equipo de trabajo en isla Chañaral, y se ha estimado que alcanza unos 3.600 individuos. Finalmente, se registraron dos lugares donde existe nidificación de cormorán lile, ambos en la zona protegida de la isla.

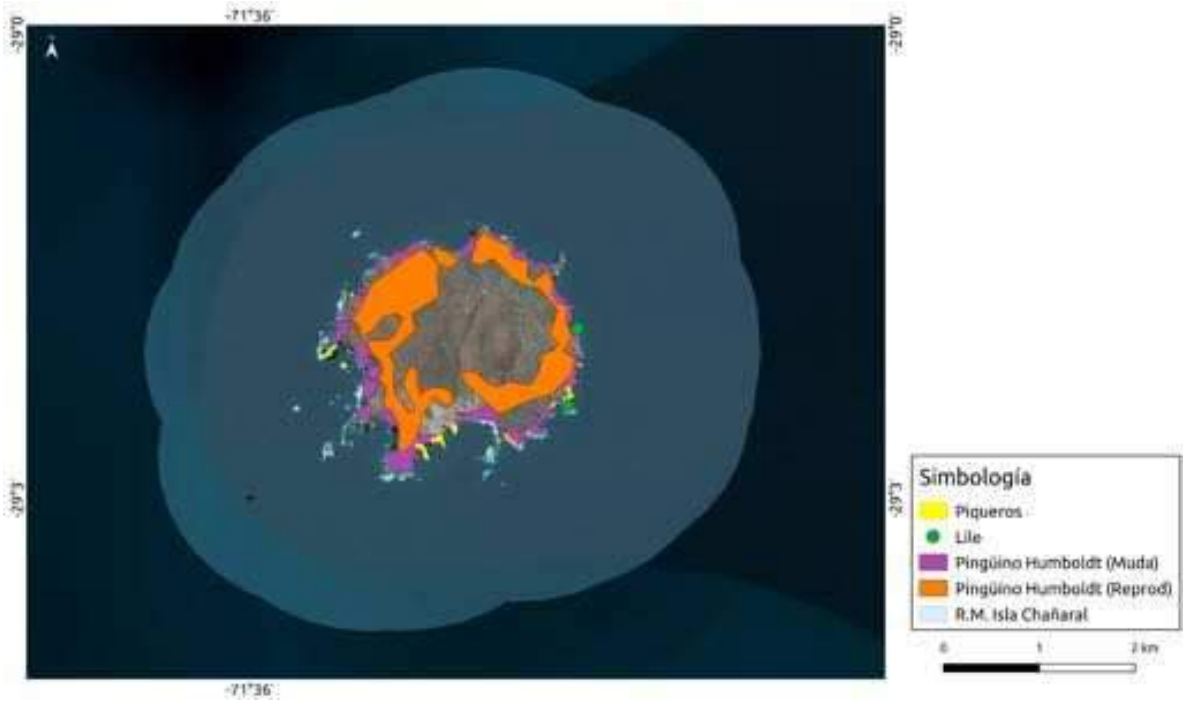


Figura 11.2.15. Ubicación geográfica de las colonias de aves marinas que se encuentran en isla Chañaral. En el caso del pingüino de Humboldt se muestran las áreas de reproducción y las áreas de muda.

En la RMICD, las principales colonias de aves marinas se encuentran en la isla Choros. La información sobre la ubicación geográfica y la abundancia de las colonias de pingüino de Humboldt, piquero, lile, yeco, guanay y yunco, así como la ubicación de los nidos de lile, se obtuvo del Objetivo 1. En la Figura 11.2.16 se muestran en conjunto la ubicación de las colonias de las especies de aves previamente mencionadas.

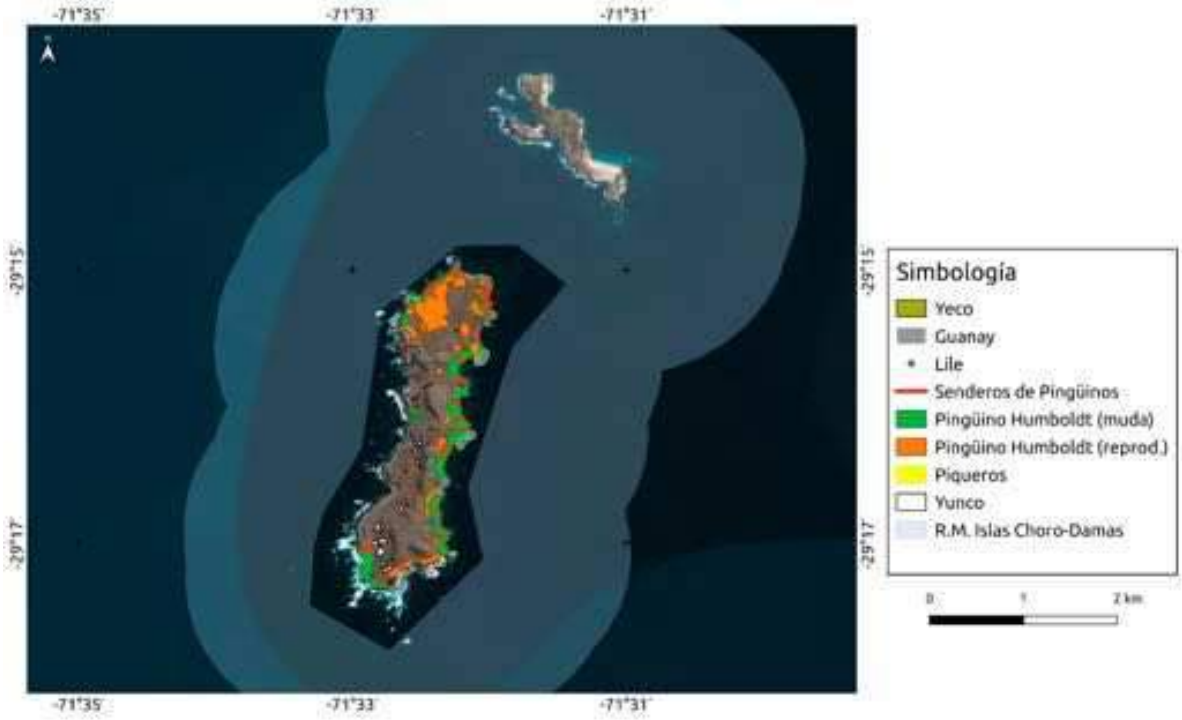


Figura 11.2.16. Ubicación geográfica de las colonias de aves que se encuentran en isla Choros. En el caso del pingüino de Humboldt se muestran las áreas de reproducción y las áreas de muda.

Lobos marinos y chungungo

En cuanto a los lobos marinos, en la RMIC se registra la presencia de lobo marino común (LMC) y lobo fino austral (LFA). En el caso del LMC, la principal colonia de la especie se encuentra en el costado este de isla Chañaral (Figura 11.2.17), por lo que es clasificada como colonia reproductiva o paridero. De acuerdo con datos del último censo de lobos marinos se registran alrededor de 800 crías (Oliva et al. 2020; G. Pavez, datos no publicados), siendo el segundo paridero más importante para la especie entre la Región de Atacama y Coquimbo (Oliva et al. 2020). Adicionalmente, existen apostaderos de LMC hacia el norte y sur de la isla, siendo uno de los principales el que se encuentra en el sector de La Ventana (Figura 11.2.17). En el caso del LFA, existen tres colonias de esta especie en isla Chañaral (Figura 11.2.17), las cuales se encuentran en la Punta Norte, en un sector que se ubica bajo el faro, por el costado oeste, y en el sector de La Erizada. En dos de estos sectores se registra la presencia de crías, por lo que son clasificados como parideros (colonias de La Erizada y bajo el faro). De acuerdo con los datos del último censo de lobos marinos, con 206 crías contabilizadas, isla Chañaral es la colonia más importante para la especie en el norte de Chile, tanto por el número de crías como por el número total de animales (Oliva et al. 2020).

En la RMICD también se registró la presencia de las dos especies de lobos marinos, aunque en este caso no se registran colonias de lobo fino austral, sino que solamente se observaron algunos individuos apostados en rocas. En el caso del LMC, de acuerdo con la información levantada en terreno, se registraron cuatro zonas con presencia de LMC, todos

en isla Choros (Figura 11.2.18). La colonia principal de esta especie, que corresponde a un paridero, se ubica en la punta sur de la isla Choros. Los otros tres sitios se encuentran en el costado este y sureste de la isla Choros, y corresponden a pequeños grupos de animales apostados sobre los roqueríos. El tamaño poblacional alcanza los 350 individuos en la isla según las últimas estimaciones de abundancia (Oliva et al. 2020).

En cuanto al chungungo, la información recopilada correspondió a la ubicación geográfica de las madrigueras de acuerdo con los resultados del Objetivo 1. Adicionalmente, durante las salidas a bordo de embarcaciones de turismo (ver más adelante resultados O.E 4) se registró la presencia de chungungos en 29 ocasiones en isla Chañaral, los cuales se ubicaron espacialmente en el costado E y N de la isla (Figura 11.2.17). En isla Choros, se pudieron observar chungungos en 10 ocasiones, ocho de los cuales se observaron en 2019 y solamente dos en 2020. Todos los avistamientos de chungungos ocurrieron en la zona protegida de isla Choros, no registrándose avistamientos en isla Damas (Figura 11.2.18).

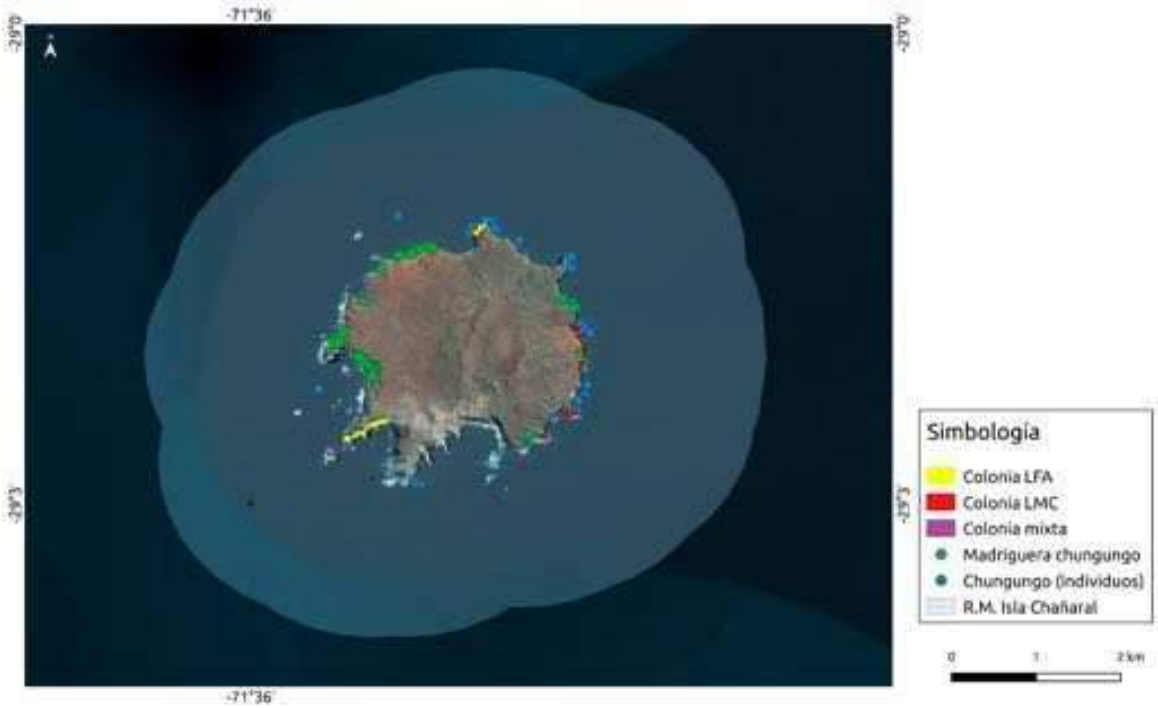


Figura 11.2.17. Ubicación geográfica de las colonias de lobos marinos comunes (LMC), lobos finos australes (LFA), colonias mixtas de ambas especies de lobos marinos, madrigueras de chungungos y avistamientos de chungungos en la isla Chañaral y en la Reserva Marina Isla Chañaral.

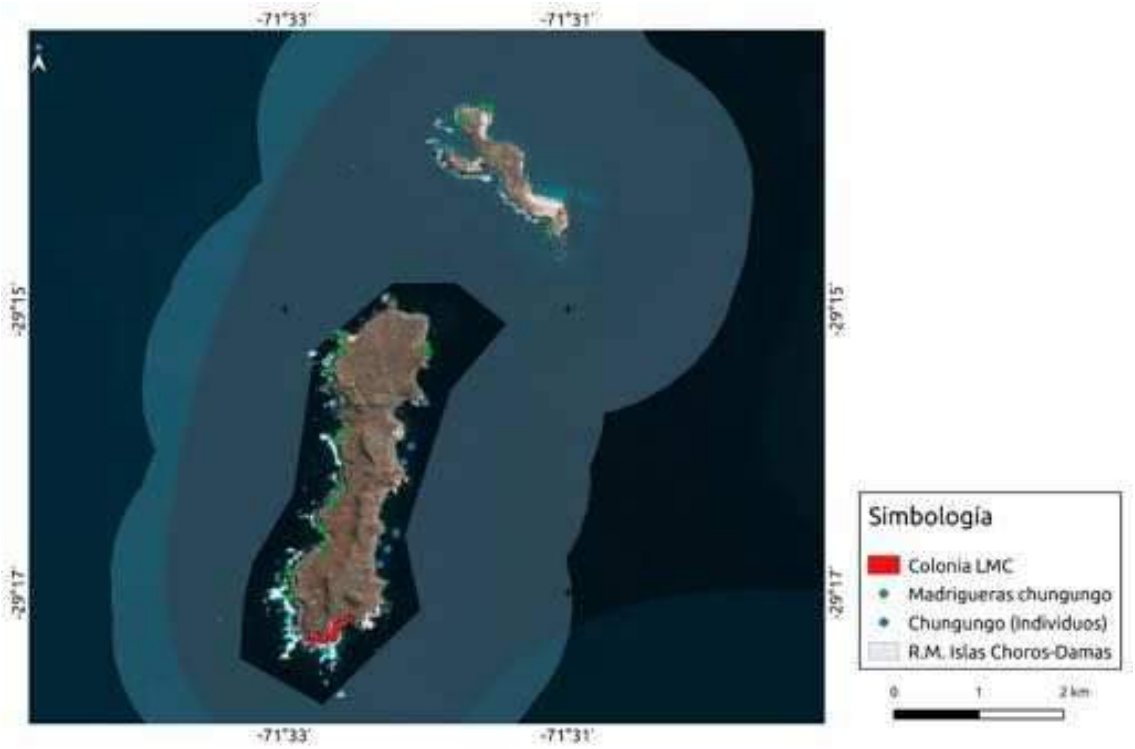


Figura 11.2.18. Ubicación geográfica de las colonias de lobos marinos comunes (LMC, madrigueras de chungungos y avistamientos de chungungos en la isla Chañaral y en la Reserva Marina Islas Choros-Damas.

Cetáceos

De acuerdo con la información histórica recopilada entre 2014 y 2019 por el equipo de trabajo sumado a los datos tomados en el presente proyecto (ver Objetivo 1), en la RMIC y aguas adyacentes se ha registrado la presencia de 9 especies de cetáceos (Tabla 11.2.4, Figura 11.2.19). Del total de avistamientos considerados (n = 723), independiente de la metodología con la que se obtuvieron los datos, la especie más frecuente fue la ballena fin (77,4% de las observaciones), seguido del delfín nariz de botella (11,4%) y la ballena azul (5,3%). El conjunto de las especies restantes se observó en <6% de las ocasiones. Considerando todas las especies observadas, el 55,8% de los avistamientos ocurrió dentro de la RMIC, mientras que el 44,2% ocurrió fuera de ella. En el caso del delfín nariz de botella, una gran cantidad de avistamientos ocurre cerca del borde costero de isla Chañaral, particularmente en la punta sureste, en un sector denominado La Erizada. Este lugar corresponde al sitio donde regularmente se encuentra la población residente de esta especie (ver Objetivo 1). Se debe considerar que la ubicación de todas las especies de cetáceos (excepto los delfines residentes), está determinada por las metodologías usadas. En este caso, la mayor parte de la información se obtuvo por observaciones con teodolito, cuyo rango de observación es justamente el área entre la isla y el continente, que es donde se observa la mayor cantidad de avistamientos (Figura 11.2.19). Asimismo, otra importante cantidad de datos se tomó a bordo de embarcaciones de turismo, las cuales realizan las observaciones preferentemente en la misma área. Por lo tanto, con los datos que se cuenta,

no es posible aplicar un modelo espacial para determinar zonas donde es más probable encontrar a los cetáceos dentro de las reservas marinas.

En el caso de la RMICD y aguas adyacentes, se registraron dos especies de cetáceos, que correspondieron a delfín nariz de botella y ballena fin (Figura 11.2.20). En este caso, el 25% de los avistamientos ocurrieron en el interior de la RMICD y el 75% ocurrió fuera de esta.

Tabla 11.2.4. Lista de especies de cetáceos avistados en las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros-Damas y aguas adyacentes entre 2014 y 2020.

Nombre común	**Nombre científico**
Ballena fin	*B. physalus*
Ballena azul	*B. musculus*
Ballena jorobada	*M. novaeangliae*
Delfín nariz de botella	*T. truncatus*
Delfín de Risso	*G. griseus*
Delfín oscuro	*L. obscurus*
Delfín común	*Delphinus delphis*
Orca	*Orcinus orca*
Cachalote	*P. macrocephalus*

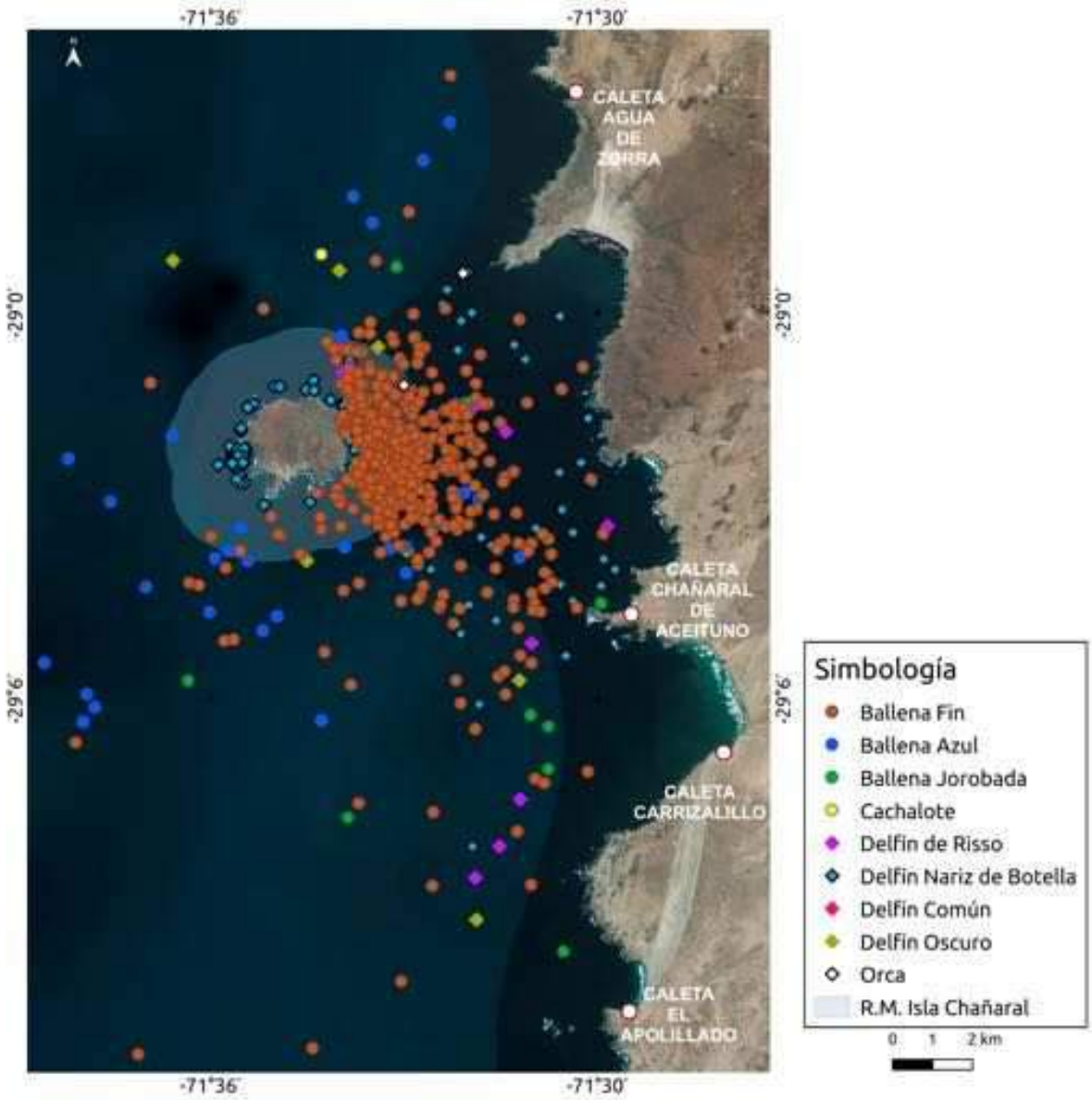


Figura 11.2.19. Ubicación geográfica de los avistamientos de cetáceos en la Reserva Marina Isla Chañaral y aguas adyacentes.

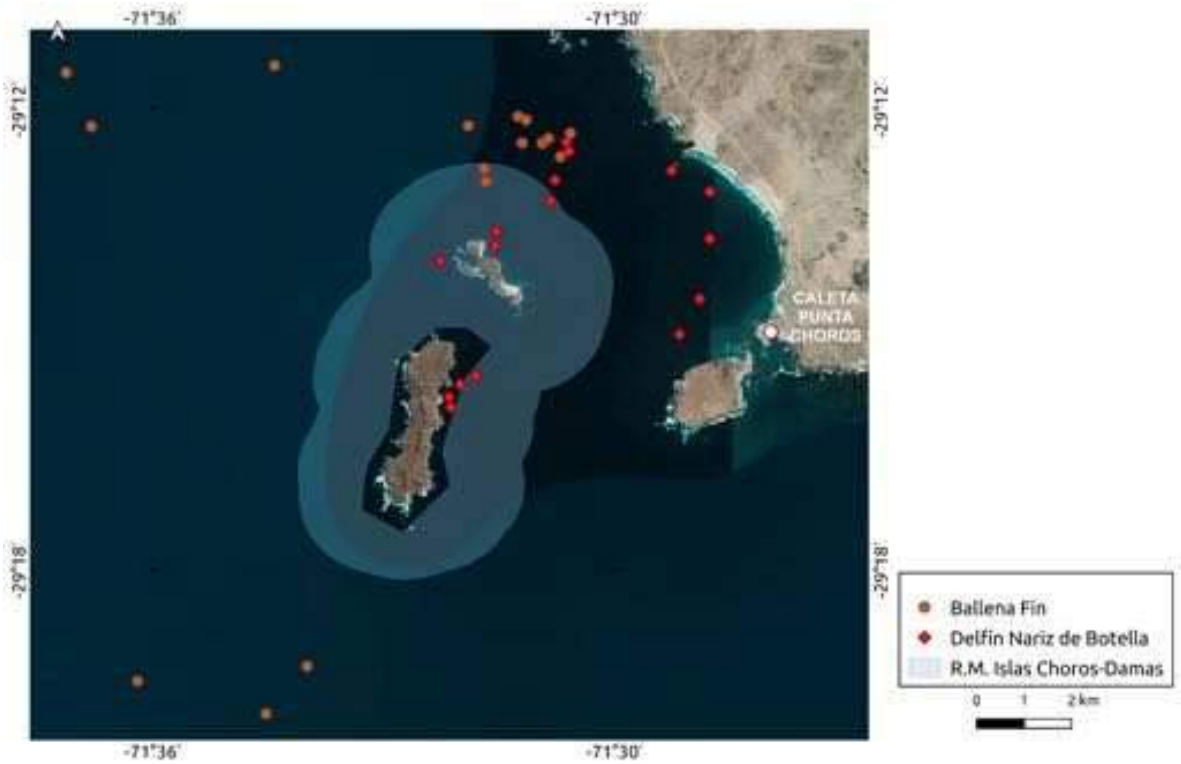


Figura 11.2.20. Ubicación geográfica de los avistamientos de cetáceos en la Reserva Marina Islas Choros-Damas y aguas adyacentes.

Calendario de reproducción

De acuerdo con la información recopilada en terreno, para la mayoría de las especies de aves, el periodo reproductivo ocurre en primavera y verano (Tabla 11.2.5). Este periodo considera la formación de las parejas reproductivas, la puesta e incubación de los huevos, y el periodo de presencia de crías y volantones. Algunas especies como el piquero y la gaviota dominicana extienden su periodo reproductivo hasta marzo/abril debido a la presencia de volantones en las colonias.

Tabla 11.2.5. Calendario reproductivo de las especies de aves marinas que nidifican en las islas Chañaral, Choros y Damas.

Especie	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
Pingüino Humboldt	Parejas	Adulto + Huevo	Adulto + Huevo Adulto + Pollo	Adulto + Huevo Adulto + Pollo	Adulto + Pollo Pollo sólo	Adulto + Pollo Pollo volantón	Pollo volantón		
Yunco		Adulto + Huevo	Adulto + Huevo Adulto + Pollo	Adulto + pollo Pollo	Adulto + pollo Pollo	Pollo volantón			
Guanay				Adulto + Huevo	Adulto + Pollo	Adulto + Pollo	Adulto + Pollo volantón		
Piquero		Parejas	Parejas	Adulto + Huevo	Adulto + Huevo	Adulto + Pollo	Adulto + Pollo	Adulto + Pollo volantón	Adulto + Pollo volantón
Lile		Parejas	Adulto + Huevo	Adulto + Huevo	Adulto + Huevo	Adulto + Pollo	Adulto + Pollo volantón		
Gaviotín monja		Parejas	Adulto + Huevo	Adulto + Huevo	Adulto + Pollo	Pollos juveniles			
Gaviota dominicana		Parejas	Parejas	Adulto + Huevo	Adulto + Huevo	Adulto + Pollo	Pollo volantón	Pollo volantón	
Yeco		Parejas	Adulto + Huevo	Adulto + Pollo	Adulto + Pollo	Adulto + Pollo	Adulto + Pollo volantón		

En el caso de los lobos marinos, el equipo de trabajo cuenta con datos históricos sobre la biología reproductiva del LMC en isla Chañaral. Estos datos fueron complementados con información disponible en la literatura para otra colonia en el norte de Chile (Acevedo et al. 2003). En esta especie, el periodo reproductivo se extiende desde diciembre a marzo, alcanzando el peak reproductivo durante la primera semana de febrero (Tabla 11.2.6). Para el LFA no existe información sobre la biología reproductiva para la colonia de isla Chañaral. No obstante, se consideraron datos disponibles en la literatura existente para otras colonias en el sur de Chile (Pavés & Schlatter 2008). El periodo reproductivo de esta especie se extiende desde octubre a febrero, y el peak reproductivo ocurre en el mes de diciembre (Tabla 11.2.7).

De acuerdo con la información disponible en la literatura, el periodo de apareamiento del chungungo se extiende entre diciembre y enero, y el nacimiento de las crías ocurre entre enero y marzo (Sielfeld 1983). Sin embargo, existen antecedentes que indicarían la presencia de crías recién nacidas durante todo el año, con un peak de abundancia entre septiembre y noviembre (Medina et al. 2006). Como información complementaria, el equipo de trabajo registró la presencia de crías recién nacidas de chungungo en isla Chañaral durante el mes de noviembre de 2019, mientras se encontraba realizando el estudio de abundancia de chungungos (Figura 11.2.21).

Tabla 11.2.6. Calendario reproductivo del lobo marino común. Los números 1 y 2 indican la primera y segunda quincena de cada mes, respectivamente.

Eventos	Dic		Ene		Feb		Mar	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Llegada de machos territoriales		X						
Máximo de machos					X			
Abandono último macho territorial								X
Llegada primera hembra		X						
Máximo hembras					X			
Primer parto		X						
Máximo de nacimientos					X			
Último parto						X		
Primera cópula			X					
Máximo de cópulas					X			
Última cópula							X	

Tabla 11.2.7. Calendario reproductivo del lobo fino austral. Los números 1 y 2 indican la primera y segunda quincena de cada mes, respectivamente.

Eventos	Oct		Nov		Dic		Ene		Feb	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Llegada de machos territoriales		X								
Máximo de machos						X				
Abandono último macho territorial									X	
Primer parto			X							
Máximo de nacimientos					X					
Último parto							X			
Primera cópula					X					
Máximo de cópulas						X				
Última cópula								X		



Figura 11.2.21. Registro fotográfico de cría de chungungo durante noviembre de 2019 en isla Chañaral. © Guido Pavez.

IV. Efecto de las actividades sobre las especies objeto de conservación

Antes de presentar los resultados del análisis de las actividades sobre las especies objeto de conservación, se presentan los resultados del estudio para determinar la distancia mínima de reacción de las especies mediante las dos metodologías aplicadas. Esta información sirvió como insumo para las matrices de impacto, respecto al efecto de la actividad turística sobre cada una de las especies. A continuación, se muestran los resultados de dicho estudio según la metodología utilizada.

Seguimiento focal de individuos

Para la estimación de la distancia de reacción se realizaron 49 embarques en Chañaral de Aceituno y 76 en Punta de Choros. En total, se hizo el seguimiento de 1.157 individuos pertenecientes a ocho especies de aves y mamíferos marinos (n_{RMIC} = 506; n_{RMICD} = 651). La principal conducta inicial registrada (previo al acercamiento del bote) fue “descanso” para todas las especies de aves y para los lobos marinos, en ambas reservas marinas (Figura 11.2.22 y Figura 11.2.23). Para el chungungo, la conducta más frecuente fue “desplazamiento” en la RMIC (Figura 11.2.22), mientras que en la RMICD la conducta más frecuente fue “alimentación” y "sociabilización”, seguido de “descanso” (Figura 11.2.23).

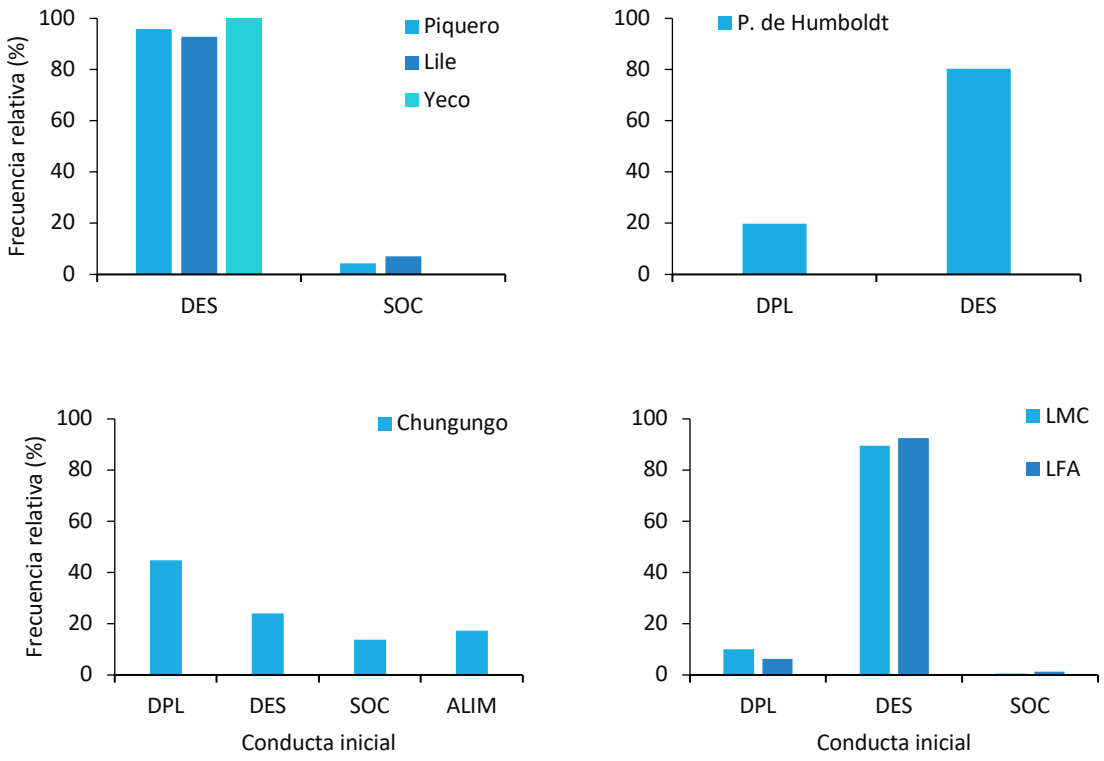


Figura 11.2.22. Frecuencia relativa de ocurrencia (%) de las categorías de comportamiento inicial registradas en distintas especies de aves y mamíferos marinos en la Reserva Marina Isla Chañaral. LMC corresponde a lobo marino común y LFA a lobo fino austral. Categorías de comportamiento: desplazamiento (DPL), descanso (DES), sociabilización (SOC), alimentación (ALIM).

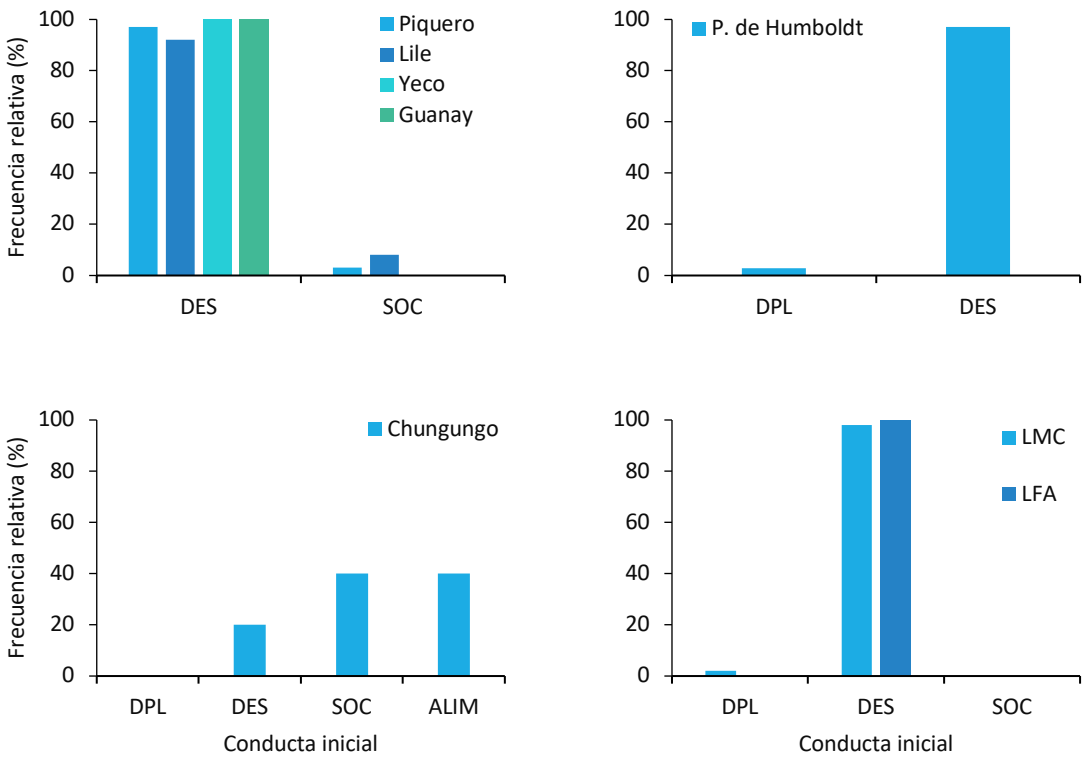


Figura 11.2.23. Frecuencia relativa de ocurrencia (%) de las categorías de comportamiento inicial registradas en distintas especies de aves y mamíferos marinos en la Reserva Marina Islas Choros-Damas. LMC corresponde a lobo marino común y LFA a lobo fino austral. Categorías de comportamiento: desplazamiento (DPL), descanso (DES), sociabilización (SOC), alimentación (ALIM).

En general, al considerar las respuestas de las ocho especies de aves y mamíferos marinos en conjunto, la categoría “sin reacción” fue la respuesta más frecuente, seguido de “alerta” y finalmente “Escape” en ambas reservas marinas (Figura 11.2.24). Luego, al analizar los datos por especie, la respuesta más frecuente para las aves marinas, el lobo marino común y el lobo fino austral fue “sin reacción”, en ambas reservas marinas (Figura 11.2.25). En particular, en la RMIC no se registró la respuesta “escape” en el piquero, cormorán lile y yeco, mientras que, en la RMICD no se registró “escape” en el yeco ni en el lobo fino austral. El yunco, que fue observado solamente en la RMIC, reaccionó con mayor frecuencia en la categoría “escape”, mientras para el chungungo las respuestas más frecuentes fueron “sin reacción” y “escape”, tanto en la RMIC como en la RMICD (Figura 11.2.25).

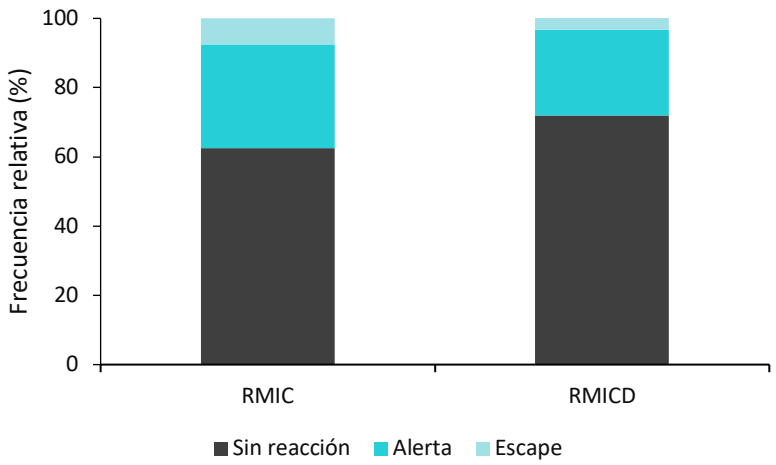


Figura 11.2.24. Frecuencia relativa de ocurrencia (%) de las categorías conductuales de respuesta de las especies de aves y mamíferos marinos evaluados en la Reserva Marina Isla Chañaral (RMIC) y la Reserva Marina Islas Choros-Damas (RMICD).

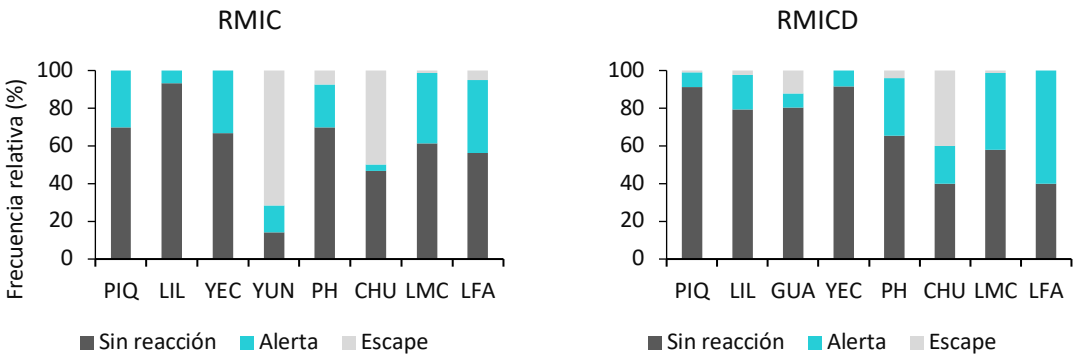


Figura 11.2.25. Frecuencia relativa de ocurrencia (%) de las categorías conductuales de respuesta de cada una de las nueve especies de aves y mamíferos marinos evaluadas en la Reserva Marina Isla Chañaral (RMIC) y la Reserva Marina Islas Choros-Damas (RMICD).

Los resultados muestran que la distancia promedio a la cual se aproximan las embarcaciones de turismo a los animales fue de 45,6 ± 26,0 m en la RMIC, lo cual varió entre un mínimo de 6 m y un máximo de 180 m (Figura 11.2.26). En la RMICD esta distancia fue en promedio 28,5 ± 19,0 m, siendo significativamente menor a la distancia de aproximación en la RMIC ($U = 86540$, $P < 0.001$). En este caso, se registraron embarcaciones que se aproximaron a un mínimo de 5 m y un máximo de 119 m. En un análisis más detallado, la distancia de aproximación de las embarcaciones fue significativamente menor en la RMICD respecto a la RMIC para todas las especies evaluadas (Figura 11.2.27).

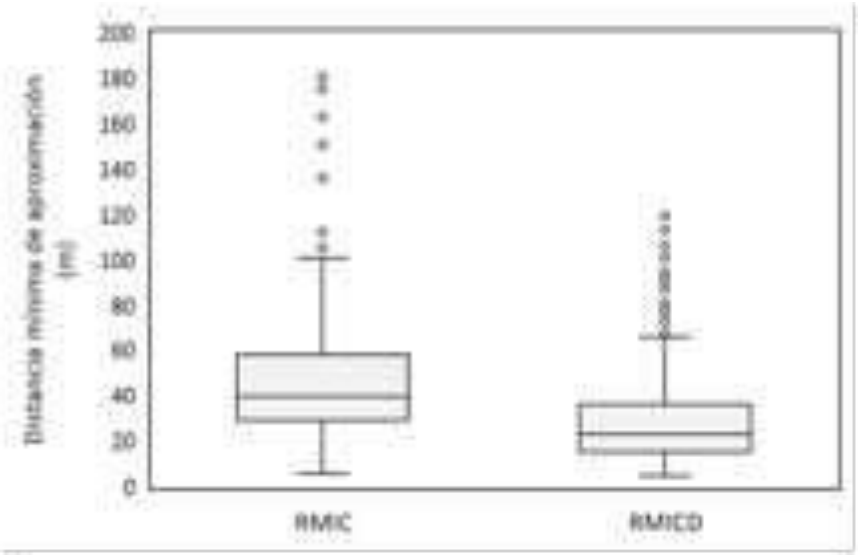


Figura 11.2.26. Distancia mínima de aproximación de las embarcaciones de turismo en la Reserva Marina Isla Chañaral (RMIC) y la Reserva Marina Islas Choros-Damas (RMICD). La caja representa el 50% de los datos (Q1 y Q3) y la línea sólida dentro de la caja representa la mediana.

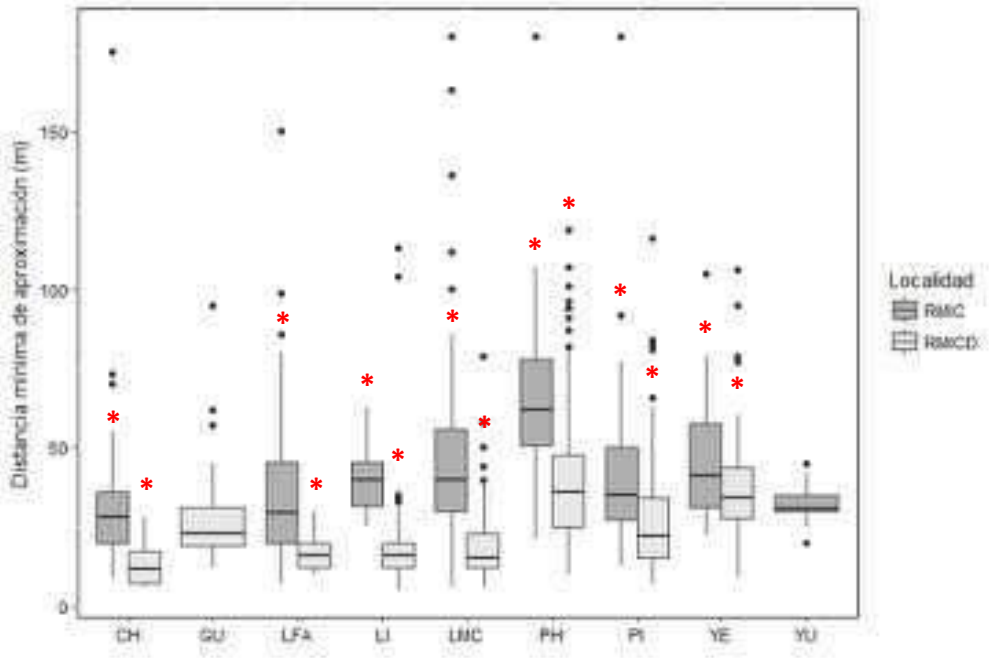


Figura 11.2.27. Distancia de aproximación de las embarcaciones de turismo a las distintas especies evaluadas en la Reserva Marina Isla Chañaral (RMIC) y la Reserva Marina Islas Choros-Damas (RMICD). La caja representa el 50% de los datos (Q1 y Q3) y la línea sólida dentro de la caja representa la mediana. CH: chungungo, GU: cormorán guanay, LFA: lobo fino austral, LI: cormorán lile, LMC: lobo marino común, PH: pingüino de Humboldt, PI: piquero, YE: cormorán yeco, YU: yunco. El asterisco rojo indica diferencias significativas en la distancia entre ambas localidades.

El pingüino de Humboldt fue la especie que reaccionó a la mayor distancia (desde más lejos) de las embarcaciones en ambas reservas marinas. En este caso, los individuos reaccionaron en alerta desde los 75 y 81 m (distancia máxima) en la RMIC y la RMICD, respectivamente. Asimismo, desde los 60 y 54 m se registró la respuesta escape en la RMIC y la RMICD, respectivamente. En las Tabla 11.2.8 y Tabla 11.2.9 se muestra un detalle de las distancias a la cual reaccionó cada una de las especies evaluadas.

Tabla 11.2.8. Distancia promedio a la cual se registraron cambios conductuales como respuesta a la presencia de embarcaciones de turismo, en ocho especies de aves y mamíferos marinos en la Reserva Marina Isla Chañaral. El rango corresponde a la distancia mínima y máxima a la cual se registró la respuesta conductual respectiva.

Especie	Alerta			Escape		
	n	Promedio	Rango	*n*	Promedio	Rango
Piquero	22	38,8	17-80	0		
Lile	1	40,0		0		
Yeco	14	40,2	30-70	0		
Yunco	2	36,5	31-42	10	30,9	20-39
Pingüino de Humboldt	21	46,8	22-75	7	43,7	35-60
Chungungo	1	42,0		15	27,7	10-55
Lobo marino común	60	41,8	9-86	2	48,0	12-84
Lobo fino austral	32	31,8	7-135	4	35,3	13-64

Tabla 11.2.9. Distancia promedio a la cual se registraron cambios conductuales como respuesta a la presencia de embarcaciones de turismo, en ocho especies de aves y mamíferos marinos en la Reserva Marina Islas Choros-Damas. El rango corresponde a la distancia mínima y máxima a la cual se registró la respuesta conductual respectiva.

Especie	Alerta			Escape		
	n	Promedio	Rango	*n*	Promedio	Rango
Piquero	8	19,5	10-31	1	20,0	
Lile	16	16,1	6-31	2	18,0	17-19
Yeco	4	29,3	15-38	0		
Guanay	3	33,0	18-62	5	24,2	15-41
Pingüino de Humboldt	63	39,3	15-81	8	34,4	19-54
Chungungo	2	10,5	9-12	4	16,5	7-28
Lobo marino común	63	20,9	6-79	2	18,0	13-23
Lobo fino austral	3	19,3	12-30	0		

En cuanto a la correlación entre el grado de respuesta de los individuos y la distancia mínima de acercamiento de los botes, este análisis sólo pudo realizarse para cinco (yunco, pingüino de Humboldt, chungungo, lobo marino común y lobo fino austral) y seis especies (piquero, lile, guanay, pingüino de Humboldt, chungungo y lobo marino común) en la RMIC y la RMICD, respectivamente. Esto debido a la baja variabilidad de los datos y al bajo número de muestras (e.g. en algunas especies no se registró la respuesta “escape”). En la

RMIC, se encontró una relación negativa y significativa entre el grado de respuesta de los animales y la distancia de aproximación de las embarcaciones solamente en el caso del pingüino de Humboldt ($r = -0,51$, $P < 0,05$). Esto quiere decir que a una menor distancia de observación se produce una respuesta de mayor magnitud por parte de los animales (Figura 11.2.28). Para el yunco ($r = -0,39$, $P = 0,173$), el chungungo ($r = 0,05$, $P = 0,776$), el lobo marino común ($r = -0,09$, $P = 0,276$) y el lobo fino austral ($r = -0,15$, $P = 0,181$), esta relación no fue significativa (Figura 11.2.28). Asimismo, no se encontró una relación significativa entre ambas variables para el piquero ($r = -0,14$, $P = 0,148$), el lile ($r = 0,02$, $P = 0,853$), el guanay ($r = -0,06$, $P = 0,701$), el pingüino de Humboldt ($r = 0,04$, $P = 0,549$), el chungungo ($r = 0,23$, $P = 0,516$) y el lobo marino común ($r = 0,10$, $P = 0,217$) en la RMICD (Figura 11.2.29).

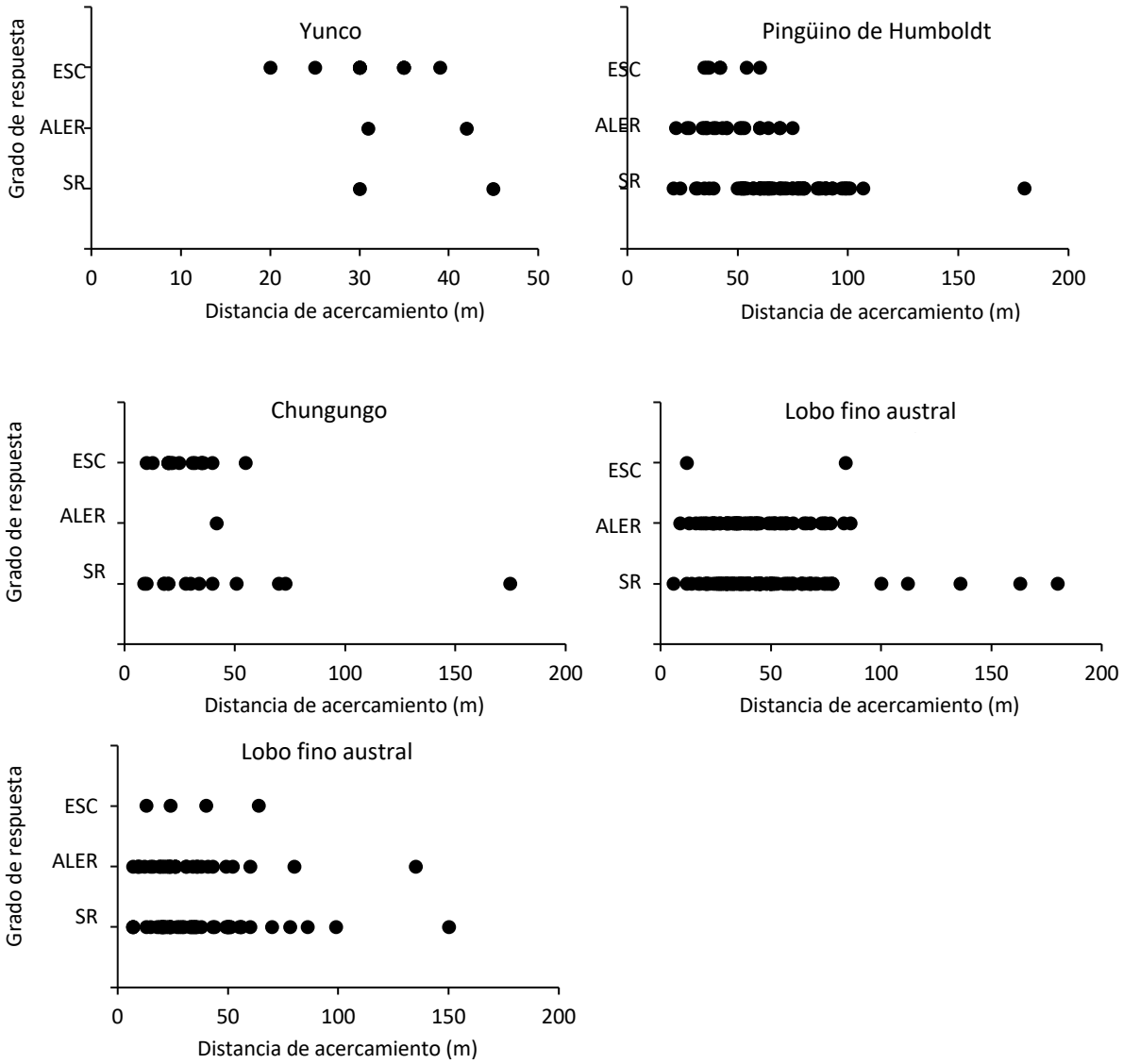


Figura 11.2.28. Relación entre el grado de respuesta y la distancia de acercamiento de las embarcaciones de turismo para cinco especies de aves y mamíferos marinos en la Reserva Marina Isla Chañaral. SR: Sin reacción; ALER: Alerta; ESC: Escape.

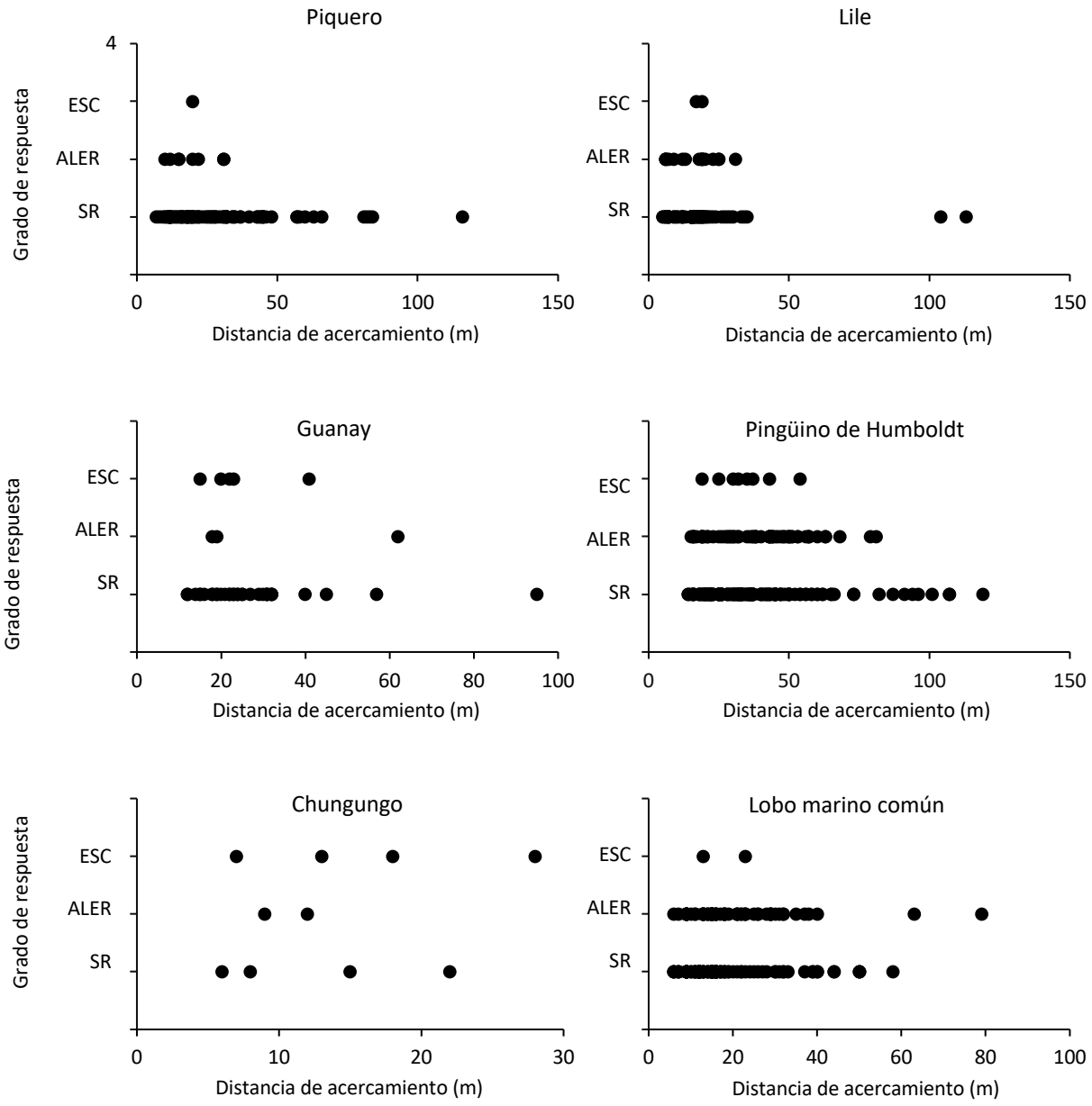


Figura 11.2.29. Relación entre el grado de respuesta y la distancia de acercamiento de las embarcaciones de turismo para cinco especies de aves y mamíferos marinos en la Reserva Marina Islas Choros-Damas. SR: Sin reacción; ALER: Alerta; ESC: Escape.

Respuesta conductual de la colonia

Durante el muestreo se identificaron tres sectores principales de la isla (norte, centro y sur) donde los botes con turistas se acercaron para realizar observaciones de las aves marinas (Figura 11.2.30). En ocho especies de aves marinas (piquero, lile, yeco, pingüino de Humboldt, gaviotín monja, huairavo, pelícano, guanay) se determinó el promedio de la

distancia de reacción según el comportamiento presentado por cada una (inactivo, alerta o escape). Mediante una prueba estadística de Kruskal-Wallis se determinó que existen diferencias significativas entre las ocho especies de aves (K-W = 39.85, P < 0.001). El tipo de comportamiento más frecuente fue el inactivo con ca. 87% (Figura 11.2.31). Entre las distintas respuestas de las especies se observó que el pingüino de Humboldt presentó una menor tolerancia al acercamiento de los botes, reaccionando a una mayor distancia en estado "alerta" (μ=62 m) y "escape" (μ=48 m) que el resto de las especies (Figura 11.2.32). El cormorán lile fue la especie que mostró los valores promedio más bajos de dos tipos de reacción, inactivo (μ=19 m) y alerta (μ= 18 m). El guanay mostró el valor más bajo de la reacción de escape (15 m), sin embargo, fue el único valor registrado de la especie para esta reacción. En general, se observó una tendencia en el cambio de la respuesta de comportamiento de las distintas especies de aves marinas con relación al acercamiento de los botes (Figura 11.2.34), esto es, entre los 60 y 50 m las especies pasaron de estar inactivos a estar en estado de alerta y/o escape. Sin embargo, el cambio más evidente ocurre cerca de los 40 m donde las respuestas de "alerta" y "escape" aumentan y la respuesta de "inactivo" decrece más abruptamente.

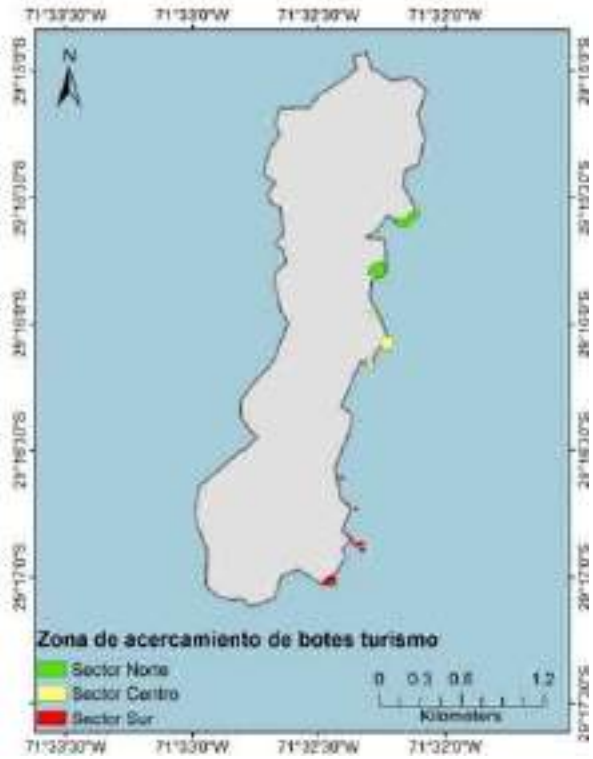


Figura 11.2.30. Mapa de la isla Choros que indica tres sectores norte, centro y sur donde los botes de turistas tienden a acercarse para realizar avistamiento de aves marinas.

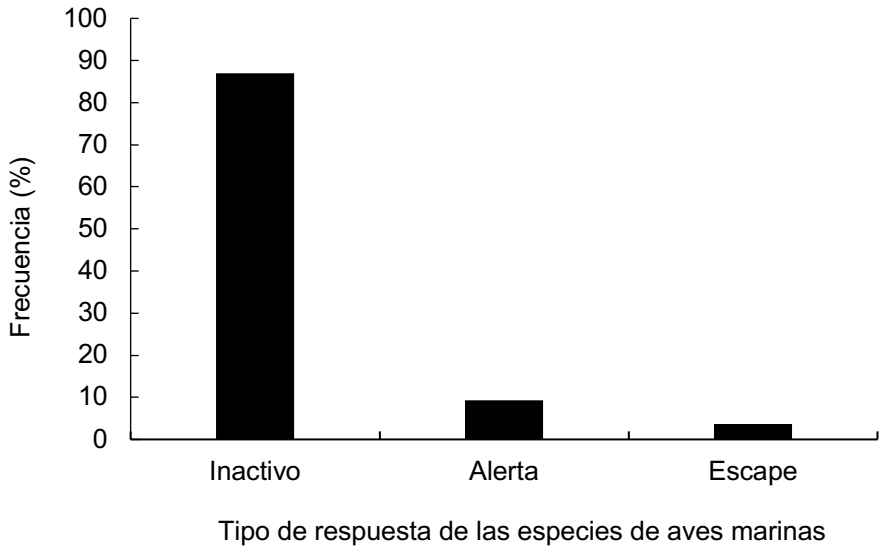


Figura 11.2.31. Frecuencia de ocurrencia de las diferentes respuestas de comportamiento de las aves marinas, entre ellas, comportamiento inactivo (ninguna respuesta), alerta (i.e. miran el bote y/o se pone en pie) y escape (i.e. abandono de la colonia).

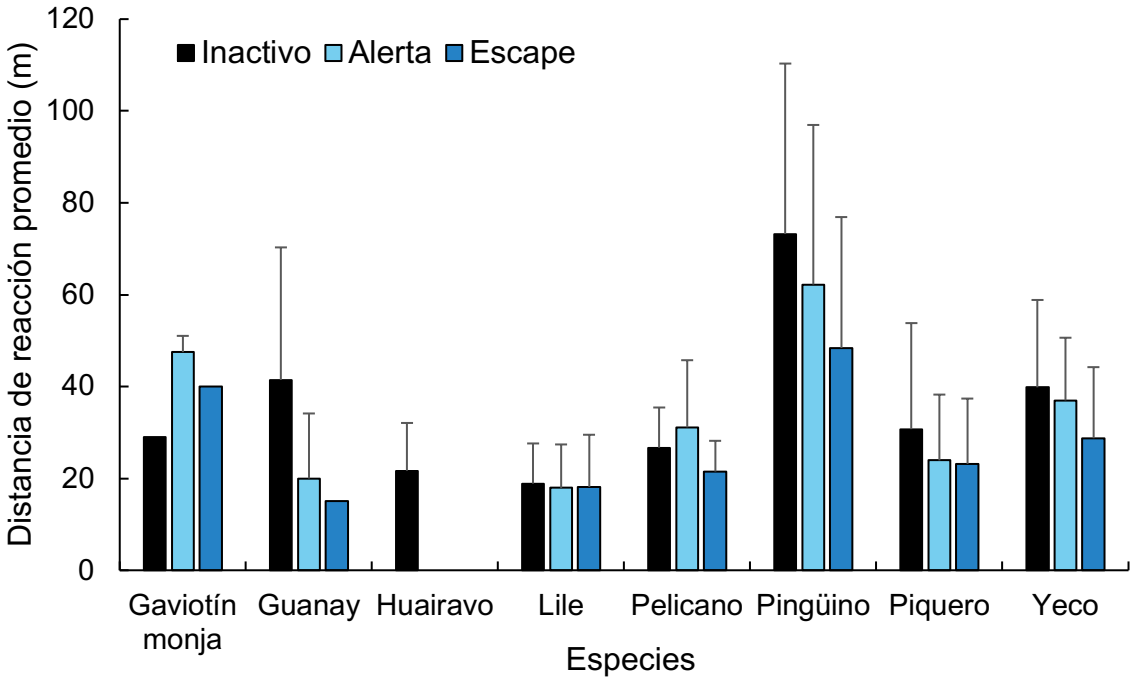


Figura 11.2.32. Promedio de la distancia de reacción (±SD) registrado para cada una de las especies observadas en los bordes de la isla Choros. La distancia de reacción se basa en las respuestas registradas como: inactivo (ninguna respuesta), alerta (i.e. miran el bote y/o se pone en pie) y escape (i.e. abandono de la colonia).

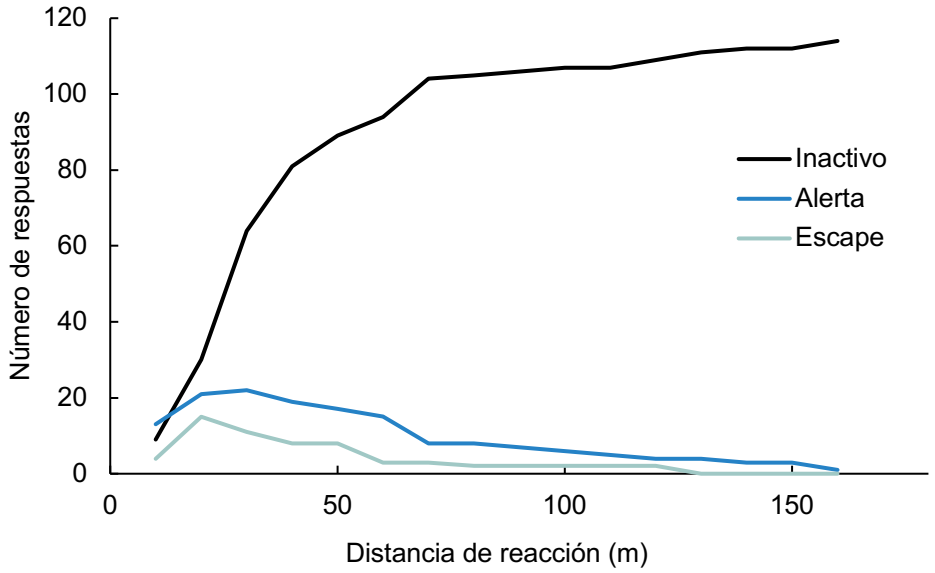


Figura 11.2.33. Distancia de reacción registrado para ocho especies de aves marinas en isla Choros. Las especies consideradas son el piquero, lile, gaviotín monja, guanay, yeco, huairavo, pingüino de Humboldt y pelícano. El número de respuestas registrado se basan en tres criterios: inactivo (ninguna respuesta), alerta (i.e. miran el bote y/o se pone en pie) y escape (i.e. abandono de la colonia).

Matrices de impacto

A continuación, se presentan los resultados del efecto de las actividades sobre las especies objeto de conservación consideradas en este análisis, tanto para la RMIC y como para la RMICD.

Reserva Marina Isla Chañaral

En la Figura 11.2.34 se muestran los resultados de la matriz de impacto de la RMIC. Esta matriz corresponde al análisis promedio de la matriz construida con datos empíricos, y la matriz generada a partir del juicio de los expertos. En cuanto a la actividad extractiva en áreas de libre acceso, se consideró que esta actividad produciría un efecto de nivel medio en todas las especies de aves marinas, así como en el lobo marino común y el chungungo. En el caso de las aves y los lobos marinos, si bien no existe la sobreposición espacial con la ubicación de las colonias, ni tampoco se cuenta con información sobre las áreas que ocupan estas especies en el mar, potencialmente esta actividad podría causar efectos negativos en las especies cuando estas se desplazan hacia o desde las colonias (i.e. lesiones o muerte incidental). En el caso del chungungo y los delfines residentes, la sobreposición espacial es mayor. El chungungo habita una franja marítima de no más de 150 m (Castilla & Bahamondes 1979, Ostfeld et al. 1989), y en el caso de los delfines residentes, estos individuos generalmente se mueven muy cerca del borde costero de la isla Chañaral. Para la RMIC no se tienen antecedentes de captura incidental de aves y mamíferos marinos en las

redes de pesca. No obstante, potencialmente todas estas especies podrían verse afectadas al quedar atrapadas en estas artes de pesca como lo indica la literatura (Simeone et al. 1999, Pizarro-Neyra 2008, Sepúlveda et al. 2018a). Respecto al lobo fino austral, otros cetáceos menores y cetáceos mayores, se consideró que esta actividad podría tener un efecto de nivel bajo. En el caso del lobo fino austral, esta especie presenta un bajo nivel de interacción con las pesquerías, y en el caso de otros cetáceos menores y grandes cetáceos, generalmente son avistados más lejos de la isla.

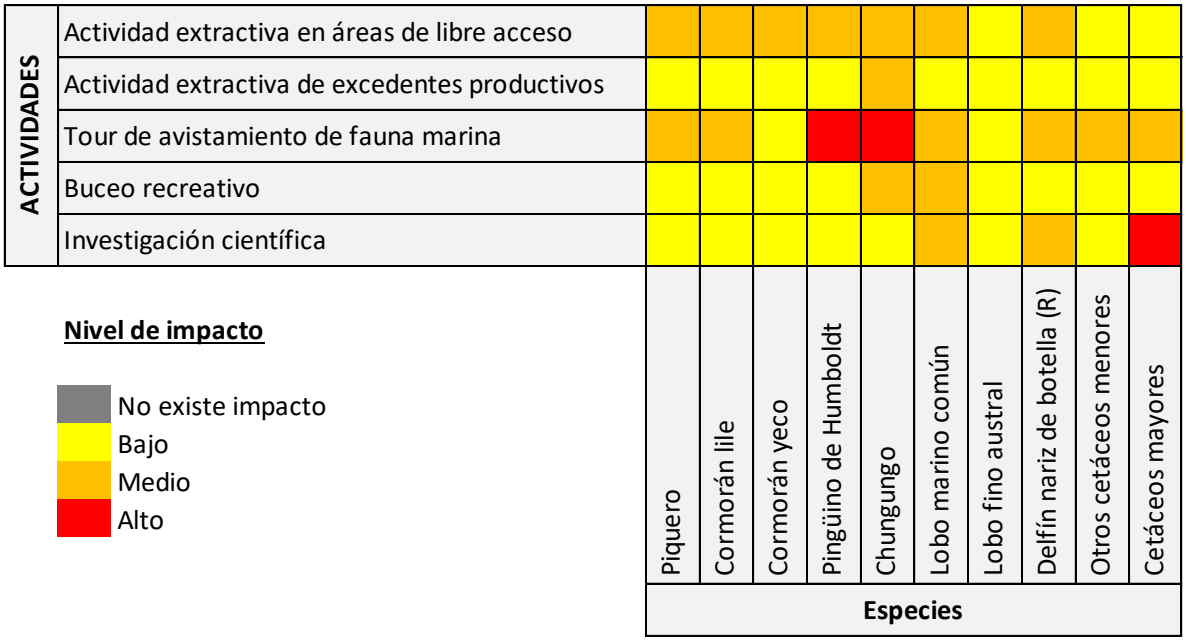


Figura 11.2.34. Matriz de impacto de las actividades que se desarrollan en la Reserva Marina Isla Chañaral sobre las especies objeto de conservación.

Respecto a la actividad extractiva de excedentes productivos, esta actividad tendría un impacto de nivel bajo en todas las especies, excepto en el chungungo. En este caso, se considera que debido a que la actividad se sobrepone espacialmente con el hábitat de los chungungos, podría potencialmente perturbar a los animales en el corto plazo. Se considera que para las otras especies el efecto sería bajo, debido a que la extracción además es realizada por buzos, y no se usan artes de pesca que tienen un efecto mayor en las especies.

La actividad de avistamiento de fauna marina impactaría en un nivel bajo al cormorán yeco y al lobo fino austral. En cuanto al cormorán yeco, no se detectaron colonias reproductivas de la especie en la isla Chañaral, y los individuos que se observan en el borde costero corresponden a animales que se encuentran descansando y son observados de manera oportunista por las embarcaciones con turistas. Respecto al lobo fino austral, las embarcaciones visitan principalmente un apostadero de la especie que se encuentra en la punta norte de la isla, y las colonias reproductivas de la especie son poco visitadas. Las otras especies de aves, tales como el piquero y el lile, así como el lobo marino común y todas las

especies de cetáceos, se verían afectados en un nivel medio. En el caso del lile, se consideró que la cantidad de nidos existentes en la isla es baja, y estos pocos nidos son visitados por embarcaciones de turismo (sobreposición espacial alta). En el caso de los piqueros, se consideró que algunas de las colonias son visitadas frecuentemente por las embarcaciones de turismo, particularmente en el sector de La Ventana y al lado de la lobera reproductiva. Asimismo, durante el verano se registra una alta cantidad de visitas lo cual coincide con el periodo en que los polluelos se encuentran en el nido, por lo que son particularmente susceptibles a la presencia de botes. Asimismo, se debe considerar que, de acuerdo con observaciones del equipo de trabajo en terreno, la colonia que se encuentra al lado de la lobera reproductiva de lobos marinos comunes, durante el último verano no presentó nidificación de piqueros. Si bien esta situación podría ser explicada por múltiples factores, uno de éstos podría ser la alta frecuencia de visitas por embarcaciones de turismo a poca distancia de los individuos. En cuanto al lobo marino común, la lobera reproductiva es uno de los sitios más visitados durante el tour. Además, se consideró que el peak de nacimientos de crías ocurre justamente en febrero, cuando la actividad turística alcanza la mayor intensidad. En el caso de los cetáceos, se consideró que los delfines residentes son visitados frecuentemente en el costado suroeste de la isla, en la zona donde regularmente se encuentran (sector La Erizada). Asimismo, los grandes cetáceos son el principal atractivo de Chañaral de Aceituno, y, por lo tanto, si son avistados en la zona son visitados frecuentemente por las embarcaciones. En este caso, se debe considerar que la ubicación de todas las especies de cetáceos (excepto los residentes), es bastante dinámica y puede variar por múltiples factores. Asimismo, los datos de ubicación geográfica de los individuos recopilados en este estudio están sesgados por la metodología. Por lo tanto, no es posible determinar un área dentro ni fuera de la reserva marina, donde se realicen los avistamientos. En el caso del pingüino de Humboldt y el chungungo, éstas son las especies más afectadas por las embarcaciones de turismo, por lo que se consideró un efecto de nivel alto. En cuanto al pingüino, el periodo de mayor intensidad de la actividad turística (febrero) coincide con el periodo de muda de esta especie. Durante la muda, los individuos se ubican en el borde de la isla para descansar, siendo fácilmente observador por las embarcaciones. Además, pierden la impermeabilidad del plumaje mientras están allí, por lo que, si son perturbados y escapan al agua, puede tener efectos muy negativos para los individuos ya que pierden su capacidad de aislamiento térmico. En el caso del chungungo, el desplazamiento de los botes ocurre justamente en las zonas que esta especie utiliza para alimentarse, y desarrollar otras actividades como acicalarse y descansar. Además, es una de las especies que escapó con mayor frecuencia de los botes.

En el caso del buceo recreativo, no existen antecedentes en la literatura que indiquen efectos negativos de esta actividad sobre las especies, aunque no se puede descartar efectos a corto plazo en la conducta de los animales. Esta actividad se desarrolla muy cerca del borde costero de la isla, y se sobrepone espacialmente con la ubicación de los chungungos. Además, se tomó en cuenta el tiempo que permanecen las embarcaciones durante la actividad, que puede ser de media hora o más. Por este motivo, se consideró un impacto de nivel medio para esta especie, ya que potencialmente los individuos podrían ser perturbados en su hábitat. Respecto al lobo marino común, algunos puntos de buceo se ubican justo frente a la colonia reproductiva, y la presencia de la embarcación, así como el

movimiento de los buzos, podría perturbar a los animales, por lo que también el impacto se consideró de nivel medio (de manera similar al efecto de las embarcaciones que realizan tour). En el caso de las aves, el lobo fino austral y los cetáceos, se consideró un impacto de nivel bajo. En estas especies la sobreposición espacial con la actividad de buceo es baja. Sin embargo, no se descarta también la presencia de los botes puede perturbar a las aves de la misma manera como lo hacen las embarcaciones de turismo. Respecto a los cetáceos, espacialmente se ubican más lejos del borde de la isla (excepto los delfines residentes), por lo que no habría una interacción espacial importante.

Finalmente, la actividad de investigación científica no pudo ser georreferenciada, y, por lo tanto, no se pudo evaluar la interacción espacial con las especies. Tampoco existen antecedentes en el área de estudio sobre el efecto negativo que pueden tener las actividades de investigación en los animales. No obstante, de acuerdo con la opinión del grupo de expertos, la investigación científica tiene un impacto de nivel medio en el lobo marino común y la población residente de delfines nariz de botella debido a que esta actividad se ha enfocado en estudios que consideran la colecta de biopsias y estudios de foto-identificación, para lo cual los animales son seguidos por periodos prolongados de tiempo por los investigadores. Por este motivo, la actividad de investigación podría causar efectos negativos en el corto plazo, como efectos fisiológicos o en la conducta (Walker et al. 2012). Asimismo, se consideró que la investigación científica tiene un efecto alto sobre los cetáceos mayores, y en particular en la ballena fin, debido a que el equipo de trabajo del proyecto y otros grupos de investigación que trabajan en la zona, han realizado estudios de marcaje satelital, estudios de foto-identificación y se han obtenido biopsias en esta especie. Esto, podría generar efectos en la conducta, infecciones, dolor, e incluso la muerte de individuos en el corto, mediano o largo plazo (Andrews et al. 2019). No obstante, se debe destacar que estos efectos son potenciales y no han sido reportados en el área de estudio. En el caso de las aves marinas, el chungungo, el lobo fino austral, y en otros cetáceos menores, se consideró un impacto de nivel bajo.

Reserva Marina Islas Choros-Damas.

En la Figura 11.2.35 se muestran los resultados de la matriz de impacto de las actividades que se identificaron en la Reserva Marina Islas Choros-Damas sobre las especies objeto de conservación. En el caso de la actividad extractiva en AMERB, se consideró que esta actividad tiene un efecto de nivel medio sobre las especies de aves marinas, el chungungo y la población residente de delfín nariz de botella. No se tienen antecedentes del uso de hábitat de las aves fuera de las colonias. No obstante, se verían potencialmente más afectadas que las otras, debido a que la presencia de las embarcaciones durante la faena de extracción de recursos podría perturbar a las aves de manera similar a la perturbación que provocan los botes de turismo. En el caso del chungungo y los delfines residentes, su hábitat se encuentra restringido a la zona más cercana al borde costero. Lobos marinos y lobos finos, así como los cetáceos mayores y otros cetáceos menores se verían afectados en nivel bajo.

En cuanto a la actividad extractiva en áreas de libre acceso, se consideró que esta actividad podría tener un impacto de nivel alto en todas las especies de aves y en el

chungungo. Al igual que para la RMIC, en el caso de las aves, si bien no existe la sobreposición espacial con la ubicación de las colonias, ni tampoco se cuenta con información sobre las áreas que ocupan estas especies en el mar, potencialmente esta actividad podría causar efectos negativos en las especies cuando estas se desplazan hacia o desde las colonias. En el caso del chungungo, su hábitat corresponde a la zona costera más cercana a la costa (Castilla & Bahamondes 1979, Ostfeld et al. 1989). La literatura indica que estas especies podrían sufrir captura incidental y potencialmente podrían verse muy afectadas por esta actividad (Simeone et al. 1999, Pizarro-Neyra 2008, Sepúlveda et al. 2018a). Adicionalmente, existen antecedentes no oficiales de captura incidental de aves y chungungos en redes de enmalle dentro de la reserva marina. El lobo marino común sería afectado en un nivel medio, y el lobo fino austral y las especies de cetáceos, serían afectados en un nivel bajo. En este caso se consideró que el lobo marino común presenta interacción con pesquerías, y también podría quedar enmallado en las redes (Sepúlveda et al. 2018a).

La actividad turística a bordo de embarcaciones afectaría en un nivel alto al pingüino de Humboldt, el cormorán lile, al chungungo, a los delfines residentes y a los cetáceos mayores. El motivo de esta clasificación es que la intensidad de la actividad turística es muy alta en temporada estival, lo cual coincide con la temporada reproductiva de las especies. En el caso de los pingüinos, son la especie más sensible a la presencia de embarcaciones y, como se mencionó anteriormente, el periodo de mayor intensidad de la actividad turística coincide con el periodo de muda de la especie. Respecto al cormorán lile, en isla Choros se han detectado algunos nidos, los cuales son visitados con una alta frecuencia por las embarcaciones de turismo. El chungungo habita la zona más cercana a la isla para alimentarse y realizar otras actividades, por lo que existe una alta sobreposición espacial con las rutas de las embarcaciones de turismo. En este caso, destaca la baja cantidad de avistamientos de esta especie durante las salidas en embarcaciones de turismo (2 avistamientos en 62 salidas durante el verano de 2020), lo cual, si bien podría ser explicado por diversos factores, uno de ellos podría ser el alto flujo de embarcaciones que circulan por el borde costero de isla Choros. Respecto a los delfines residentes, son el principal atractivo turístico del lugar, y, por lo tanto, si son observados en la reserva marina, son seguidos por una gran cantidad de botes por periodos prolongados de tiempo (sumando el tiempo de observación de cada bote). En el caso de los cetáceos mayores, se consideró un impacto de nivel alto a pesar de que se registró una baja sobreposición espacial entre la ubicación de las especies y la actividad. La presencia de ballenas no es muy común durante el tour, pero en el escenario de que se observa algun ejemplar, observaciones en terreno han podido demostrar que la presión del turismo sobre el animal es bastante alta debido a la gran cantidad de botes que se encuentran en Punta de Choros. El piquero y otros cetáceos menores son afectados en un nivel medio por las embarcaciones. En el caso del piquero, destaca el bajo porcentaje de individuos que reaccionan a la presencia de embarcaciones, aunque no se descarta que los animales presenten algún grado de acostumbramiento a la presencia de embarcaciones. Finalmente, el guanay, el yeco y las dos especies de lobos marinos son impactadas en un nivel bajo. En el caso de las aves, las colonias reproductivas se encuentran ubicadas en la parte alta de la isla y no son visitadas por las embarcaciones. Por lo que los individuos que son observados durante el tour corresponden a animales que

se encuentran descansando sobre las rocas en el borde de las islas. En el caso de los lobos marinos, en las islas no existen colonias de lobo fino austral, y los individuos observados corresponden a avistamientos ocasionales de ejemplares que se encuentran descansando en las rocas. Respecto al lobo marino común, la colonia reproductiva de la especie se encuentra en la punta sur de isla Choros y las embarcaciones de turismo no la visitan como parte del tour. Los lobos marinos visitados durante el tour corresponden a pequeños apostaderos de la especie, destacando el sitio denominado como “lobera chica”, en cuyo caso es bastante visitado por las embarcaciones.

Respecto al buceo recreativo, si bien no se tiene antecedentes sobre los sitios más usados ni de la frecuencia de las salidas a bucear, se consideró que las especies más afectadas serían el pingüino de Humboldt y el chungungo. En el caso del pingüino, muchos sitios de buceo se encuentran en la zona protegida de la isla Choros, y algunos de ellos corresponden a lugares usados para realizar bautismos submarinos. Debido a que justamente en esta zona se encuentran los principales sitios de muda y reproducción de los pingüinos, la presencia de embarcaciones podría potencialmente perturbar a los animales. Asimismo, la actividad se realiza en el hábitat del chungungo, pudiendo perturbar potencialmente a los individuos. Se consideró que el resto de las especies son impactadas en un nivel bajo por la actividad.

Respecto a la pesca recreativa, con los antecedentes disponibles se consideró un efecto de nivel bajo sobre todas las especies, tomando en cuenta que la actividad usa aparejos de pesca que no causarían mayores efectos negativos sobre los animales (i.e. cañas de pesca). No obstante, no se puede descartar un efecto, considerando que las embarcaciones navegan dentro de la reserva marina alrededor de ambas islas.

Finalmente, al igual que para la RMIC, la actividad de investigación científica no pudo ser georreferenciada, y, por lo tanto, no se pudo evaluar la interacción espacial con las especies. No obstante, se consideró que tiene un impacto bajo en las aves marinas, el chungungo, el lobo fino austral, y en otros cetáceos menores. En el caso de la población residente de delfines nariz de botella, se consideró que un impacto de nivel medio, debido a que los estudios realizados se han enfocado principalmente en esta especie, aplicando metodologías de foto-identificación y colecta de biopsias de los animales. Respecto a los cetáceos mayores, la investigación científica tiene un efecto alto sobre este grupo, y en particular en la ballena fin, debido a que se han realizado estudios de marcaje satelital y se han obtenido biopsias en esta especie.

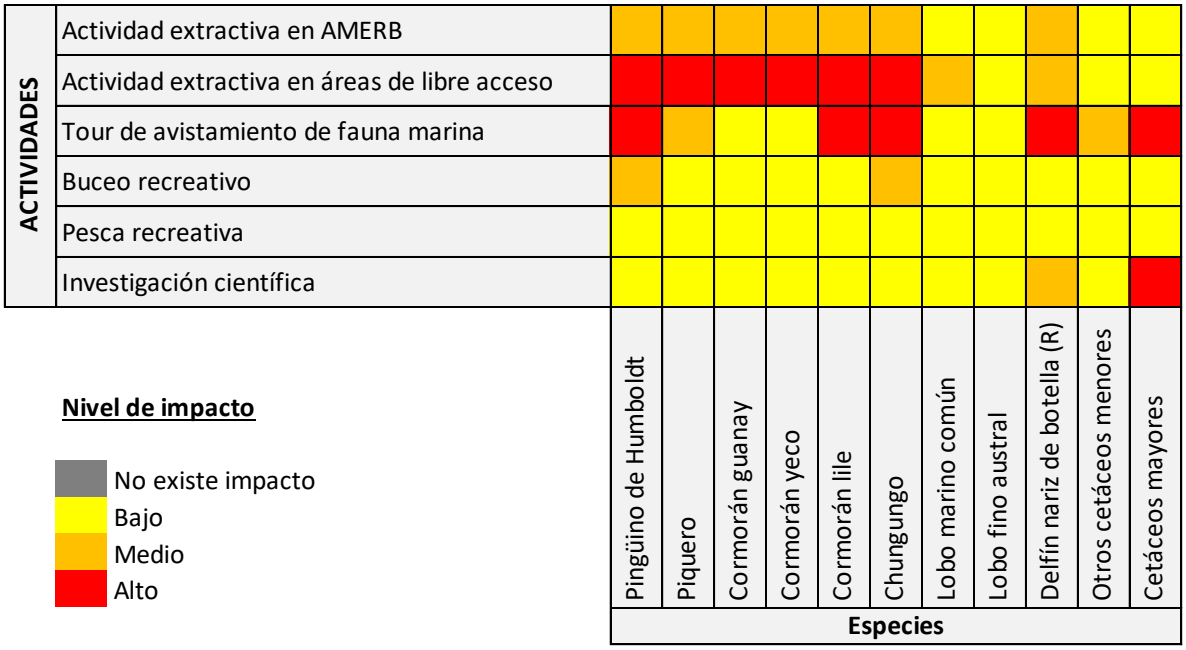
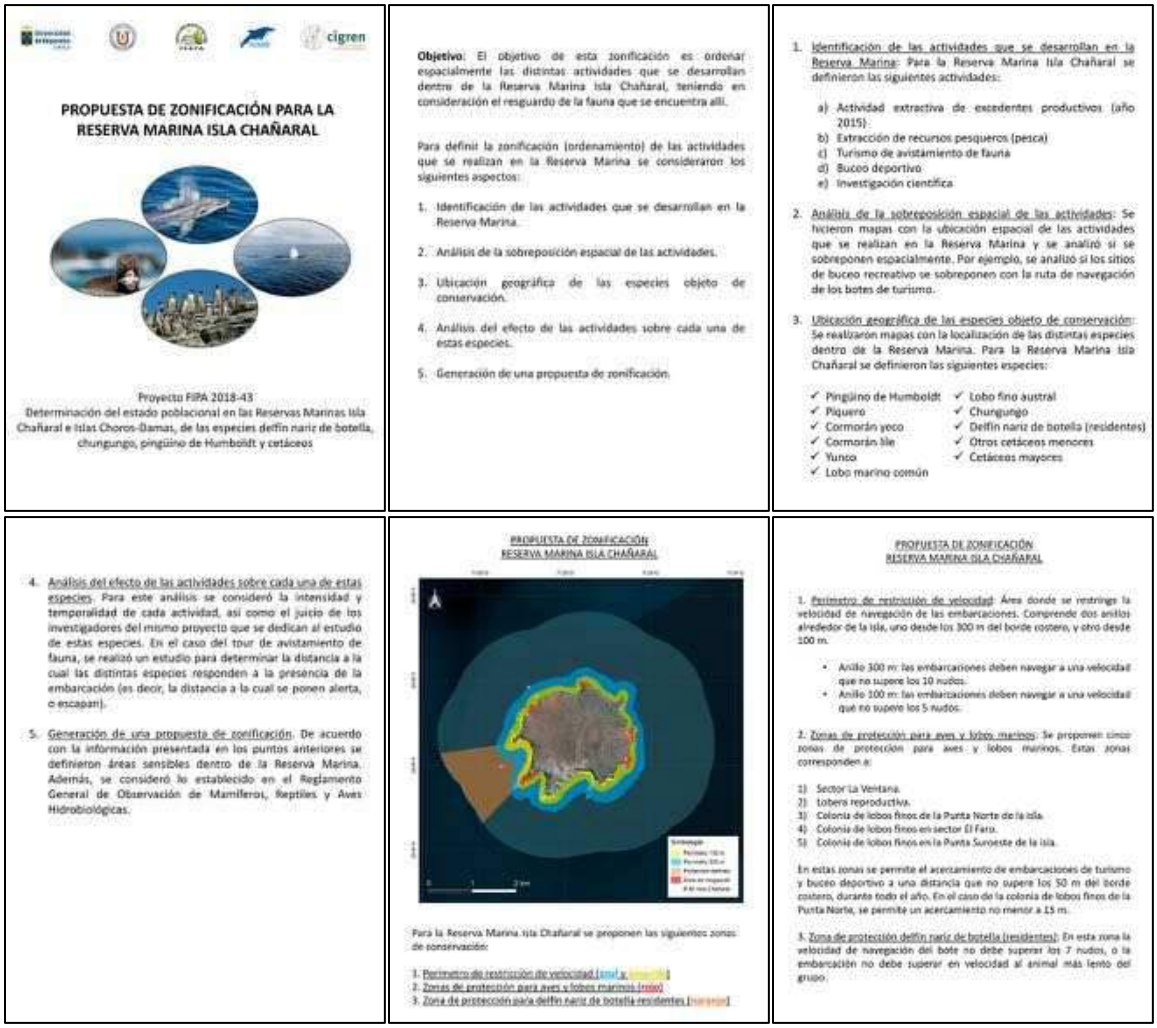


Figura 11.2.35. Matriz de impacto de las actividades que se desarrollan en la Reserva Marina Islas Choros-Damas sobre las especies objeto de conservación.

V. Generación de propuesta de zonificación y difusión de la propuesta con usuarios de las reservas marinas y servicios públicos.

En la Figura 11.2.36 se muestra un ejemplo del documento compartido con los usuarios de la Reserva Marina Isla Chañaral. Un documento similar fue difundido entre los usuarios de la Reserva Marina Islas Choros-Damas.

Complementariamente, la propuesta fue presentada el 06 de junio mediante una videoconferencia a los encargados regionales de Sernapesca Atacama y Coquimbo (Figura 11.2.37). También se realizaron reuniones virtuales con personal de Conaf Atacama y Coquimbo (19 de junio de 2020), entre los cuales se encontraban encargados provinciales de la R.N. Pingüino de Humboldt, encargados de áreas silvestres protegidas y guardaparques (Figura 11.2.38 y Figura 11.2.39). En ambas instancias se presentó la metodología utilizada para generar la propuesta de zonificación, se mostraron los mapas con la propuesta y se recibieron comentarios de los participantes.



PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN PARA LA RESERVA MARINA ISLA CHAÑARAL

Proyecto FIPA 2018-43
Determinación del estado poblacional en las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros-Damas, de las especies delfín nariz de botella, chungungo, pingüino de Humboldt y cetáceos

Objetivo: El objetivo de esta zonificación es ordenar espacialmente las distintas actividades que se desarrollan dentro de la Reserva Marina Isla Chañaral, teniendo en consideración el resguardo de la fauna que se encuentra allí.

Para definir la zonificación (ordenamiento) de las actividades que se realizan en la Reserva Marina se consideraron los siguientes aspectos:

1. Identificación de las actividades que se desarrollan en la Reserva Marina.
2. Análisis de la sobreposición espacial de las actividades.
3. Ubicación geográfica de las especies objeto de conservación.
4. Análisis del efecto de las actividades sobre cada una de estas especies.
5. Generación de una propuesta de zonificación.

1. Identificación de las actividades que se desarrollan en la Reserva Marina: Para la Reserva Marina Isla Chañaral se definieron las siguientes actividades:

   a) Actividad extractiva de excedentes productivos (año 2015)
   b) Extracción de recursos pesqueros (pesca)
   c) Turismo de avistamiento de fauna
   d) Buceo deportivo
   e) Investigación científica

2. Análisis de la sobreposición espacial de las actividades: Se hicieron mapas con la ubicación espacial de las actividades que se realizan en la Reserva Marina y se analizó si se sobreponen espacialmente. Por ejemplo, se analizó si los sitios de buceo recreativo se sobreponen con la ruta de navegación de los botes de turismo.

3. Ubicación geográfica de las especies objeto de conservación: Se realizaron mapas con la localización de las distintas especies dentro de la Reserva Marina. Para la Reserva Marina Isla Chañaral se definieron las siguientes especies:

   - ✓ Pingüino de Humboldt
   - ✓ Piquero
   - ✓ Cormorán yeco
   - ✓ Cormorán lile
   - ✓ Yunco
   - ✓ Lobo marino común
   - ✓ Lobo fino austral
   - ✓ Chungungo
   - ✓ Delfín nariz de botella (residentes)
   - ✓ Otros cetáceos menores
   - ✓ Cetáceos mayores

4. Análisis del efecto de las actividades sobre cada una de estas especies. Para este análisis se consideró la intensidad y temporalidad de cada actividad, así como el juicio de los investigadores del mismo proyecto que se dedican al estudio de estas especies. En el caso del tour de avistamiento de fauna, se realizó un estudio para determinar la distancia a la cual las distintas especies responden a la presencia de la embarcación (es decir, la distancia a la cual se ponen alerta, o escapan).

5. Generación de una propuesta de zonificación. De acuerdo con la información presentada en los puntos anteriores se definieron áreas sensibles dentro de la Reserva Marina. Además, se consideró lo establecido en el Reglamento General de Observación de Mamíferos, Reptiles y Aves Hidrobiológicas.

PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN
RESERVA MARINA ISLA CHAÑARAL

Para la Reserva Marina Isla Chañaral se proponen las siguientes zonas de conservación:

1. Perímetro de restricción de velocidad (azul y amarillo)
2. Zonas de protección para aves y lobos marinos (rojo)
3. Zona de protección para delfín nariz de botella residentes (naranja)

PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN
RESERVA MARINA ISLA CHAÑARAL

1. Perímetro de restricción de velocidad: Área donde se restringe la velocidad de navegación de las embarcaciones. Comprende dos anillos alrededor de la isla, uno desde los 300 m del borde costero, y otro desde 100 m.

   - Anillo 300 m: las embarcaciones deben navegar a una velocidad que no supere los 10 nudos.
   - Anillo 100 m: las embarcaciones deben navegar a una velocidad que no supere los 5 nudos.

2. Zonas de protección para aves y lobos marinos: Se proponen cinco zonas de protección para aves y lobos marinos. Estas zonas corresponden a:

   1) Sector La Ventana.
   2) Lobera reproductiva.
   3) Colonia de lobos finos de la Punta Norte de la isla.
   4) Colonia de lobos finos en sector El Faro.
   5) Colonia de lobos finos en la Punta Suroeste de la isla.

   En estas zonas se permite el acercamiento de embarcaciones de turismo y buceo deportivo a una distancia que no supere los 50 m del borde costero, durante todo el año. En el caso de la colonia de lobos finos de la Punta Norte, se permite un acercamiento no menor a 15 m.

3. Zona de protección delfín nariz de botella (residentes): En esta zona la velocidad de navegación del bote no debe superar los 7 nudos, o la embarcación no debe superar en velocidad al animal más lento del grupo.

Figura 11.2.36. Muestra del documento que contiene la propuesta de zonificación y que fue difundido entre los usuarios de la Reserva Marina Isla Chañaral en Chañaral de Aceituno.



Figura 11.2.37. Videoconferencia con personal de Sernapesca realizada el 06 de junio de 2020. Participantes: Maritza Sepúlveda (directora del proyecto), Guido Pavez (investigador proyecto), Christián Sánchez (Sernapesca), Erick Burgos (Sernapesca Atacama), Claudio Ramírez (Sernapesca Atacama), Osvaldo Vásquez (Sernapesca Coquimbo), Gerardo Cerda (Sernapesca Coquimbo), Erika Silva (Unidad de Conservación y Biodiversidad Sernapesca) y Daniela Díaz (consultora Sernapesca).



Figura 11.2.38. Videoconferencia con personal de Conaf Atacama realizada el 19 de junio de 2020. Participantes: Guido Pavez (investigador proyecto), César Pizarro (jefe sección Conservación Diversidad Biológica), Pedro Salazar (jefe provincial Conaf Provincia Huasco), Gabriela López (administradora P.N. Llanos de Challe - Conaf), Cristian Sepúlveda (guardaparque Conaf) y Marinella Maldonado (guardaparque Conaf).



Figura 11.2.39.. Videoconferencia con personal de Conaf Coquimbo realizada el 19 de junio de 2020. Participantes: Maritza Sepúlveda (directora del proyecto), Guido Pavez (investigador del proyecto), Liliana Yáñez (administradora R.N. Pingüino de Humboldt – Coquimbo), Carla Louit (jefa sección Conservación Diversidad Biológica Conaf), Paulina Correa (guardaparque Conaf), Pablo Arróspide (Conaf Coquimbo), Renzo Vargas, Paula Martínez (jefa del Departamento de Áreas Silvestres Protegidas).

VI. Corrección de la propuesta de zonificación

Los comentarios sobre la propuesta de zonificación fueron recibidos por distintas vías, tales como, conversación telefónica, Whatsapp y correo electrónico. A continuación, se presenta un resumen de los comentarios recibidos:

- Anillos de protección: Esta medida fue bien recibida por los usuarios de las reservas marinas y por los funcionarios de servicios públicos, no hubo mayores comentarios al respecto. Destaca un comentario que se refiere a que los operadores turísticos no llevarían un instrumento a bordo de la embarcación para medir su velocidad de desplazamiento, por lo que se sugirió buscar otra forma de medir la velocidad, como las revoluciones del motor.
- Zonas de resguardo para aves y mamíferos marinos: Este fue el punto más comentado, particularmente por los usuarios que realizan tour en bote en Punta de Choros. Estas personas consideran que, si se restringe la distancia a 50 m, sería perjudicial para la actividad turística en el sentido de que los turistas observarían desde muy lejos los animales y se generaría un conflicto entre el turista y el operador turístico. Algunos usuarios comentan que la distancia a la cual se

aproximan actualmente no afectaría a las especies. Al consultarles por la distancia que ellos consideran adecuada para observar las especies, existe un consenso en que esta distancia no debería ser superior a los 20 m. No obstante, esa distancia es menor a lo establecido en el Reglamento General de Observación de mamíferos, reptiles y aves hidrobiológicas, y del registro de avistamiento de cetáceos (D.S. N°38/2011).

En el caso de los centros de buceo, en la RMIC se verían afectados algunos puntos de buceo que se encuentran en el sector La Ventana, ya que es un área que se utiliza para bautismos submarinos. En este sentido, los usuarios manifiestan que su actividad no impactaría en el mismo nivel, ya que visitan los sitios una vez al día y solamente algunos días de la semana. También se plantean inquietudes acerca de la temporalidad de la medida, ya que, en la versión preliminar de la propuesta, se plantea una restricción durante todo el año y los usuarios manifiestan que debería extenderse solamente durante el periodo reproductivo de las especies de aves y mamíferos marinos. No obstante, en este sentido Sernapesca recomendó que las restricciones fueran permanentes por todo el año.

En la RMICD, uno de los centros de buceo menciona que la medida no le afectaría porque sus puntos de buceo se encuentran principalmente en isla Damas. Sin embargo, comenta que otros centros de buceo si utilizan bastante la zona de caleta El Barco, y manifiesta su preocupación por que, si se restringe el ingreso a ese lugar, los buzos se trasladarían a otros lugares de la isla y se generaría conflicto con su mismo centro de buceo por ocupar los sitios de isla Damas.

- Zona de protección delfines: En este punto también hubo bastante consenso en que la restricción de velocidad es adecuada. Destaca el comentario de un usuario que recomienda que la velocidad sea disminuida desde 7 nudos, como estaba en la propuesta preliminar, a 5 nudos. Esto, debido a que considera que 7 nudos es una velocidad muy alta para observar delfines. Asimismo, otro usuario recomienda que esta zona se extienda hasta el borde costero, y no hasta el borde de los anillos de restricción de velocidad (300 m del borde).

- Otros comentarios: funcionarios Conaf Coquimbo destacan la importancia de incorporar las zonas de tránsito y recolección de huiro en la zonificación. Envían documento.

  Conaf Coquimbo también menciona la importancia de considerar las zonas donde se encuentren senderos de pingüinos, que corresponden a huellas por donde estas aves acceden a sus sitios de nidificación o cambio de plumaje en la isla Choros. En este sentido, comparten información georreferenciada con el equipo de trabajo sobre la ubicación geográfica de estos senderos en isla Choros.

  Finalmente, destaca un comentario de Conaf Coquimbo, respecto a la existencia de un área de nidificación de pingüino de Humboldt en la punta norte de isla Damas. Por lo tanto, solicitan que el área marítima frente a esa zona también sea

protegida para que las embarcaciones naveguen más lejos de la costa y no perturben a los pingüinos.

Una vez recibidos los comentarios de los usuarios de las reservas marinas, así como de los servicios públicos, se hicieron las modificaciones necesarias a la propuesta, las cuales estuvieron enfocadas en los siguientes puntos:

- En la zona de protección de delfines, se disminuyó el límite de velocidad de navegación de las embarcaciones desde 7 a 5 nudos en ambas reservas marinas. Asimismo, se consideró la extensión desde esta área desde el borde exterior de cada reserva marina hasta el borde costero.
- Se incorporaron tres zonas adicionales de resguardo de aves y mamíferos marinos en la RMIC. Estas áreas se ubican en la punta noreste y noroeste de isla Choros, y en la punta norte de isla Damas. Las dos primeras, corresponde a zonas con una alta abundancia de senderos y donde se encuentran zonas de nidificación de pingüinos. La última, corresponde a un área de nidificación de pingüinos que se formó hace algunos años, y corresponde a un área de posible repoblamiento de la especie en isla Damas.

VII. Generación de la propuesta de zonificación definitiva

A continuación, se presentan los principales aspectos considerados en las propuestas de zonificación para la RMIC (Figura 11.2.40) y la RMICD (Figura 11.2.41).

Reserva Marina Isla Chañaral:

- Anillos de protección: Se proponen dos anillos de protección alrededor de isla Chañaral, donde se restringe la velocidad de desplazamiento de todas las embarcaciones. El primer anillo se encuentra a 300 m del borde costero de isla Chañaral, donde los botes deben desplazarse a una velocidad no mayor a 10 nudos. El segundo anillo se encuentra a 100 m del borde costero de isla Chañaral, donde los botes deben desplazarse a una velocidad no mayor a 5 nudos.
- Zonas de resguardo de aves y lobos marinos: Se proponen cinco zonas para protección de las colonias de aves y lobos marinos. Estas zonas corresponden al sector La Ventana, la colonia reproductiva de LMC, las colonias reproductivas de LFA, y el apostadero de LFA que se ubica en la punta norte de la isla. En las primeras cuatro, se propone que las embarcaciones que realicen tour de avistamiento y buceo recreativo no se aproximen a menos de 50 m del borde costero, mientras que, en la última, esta distancia se reduce a 15 m. Esta medida aplica en el periodo comprendido entre los meses de octubre y marzo, que corresponde al periodo de actividad reproductiva de las aves y mamíferos marinos presentes en estos lugares.

- Zona protección de delfines: Corresponde al área comprendida en el sector La Erizada, donde habitualmente se encuentra la población residente de delfines nariz de botella. En toda esta área, que se extiende desde el borde costero de la isla hasta el límite exterior de la RMIC, se propone que las embarcaciones se desplacen a una velocidad que no supere los 5 nudos.

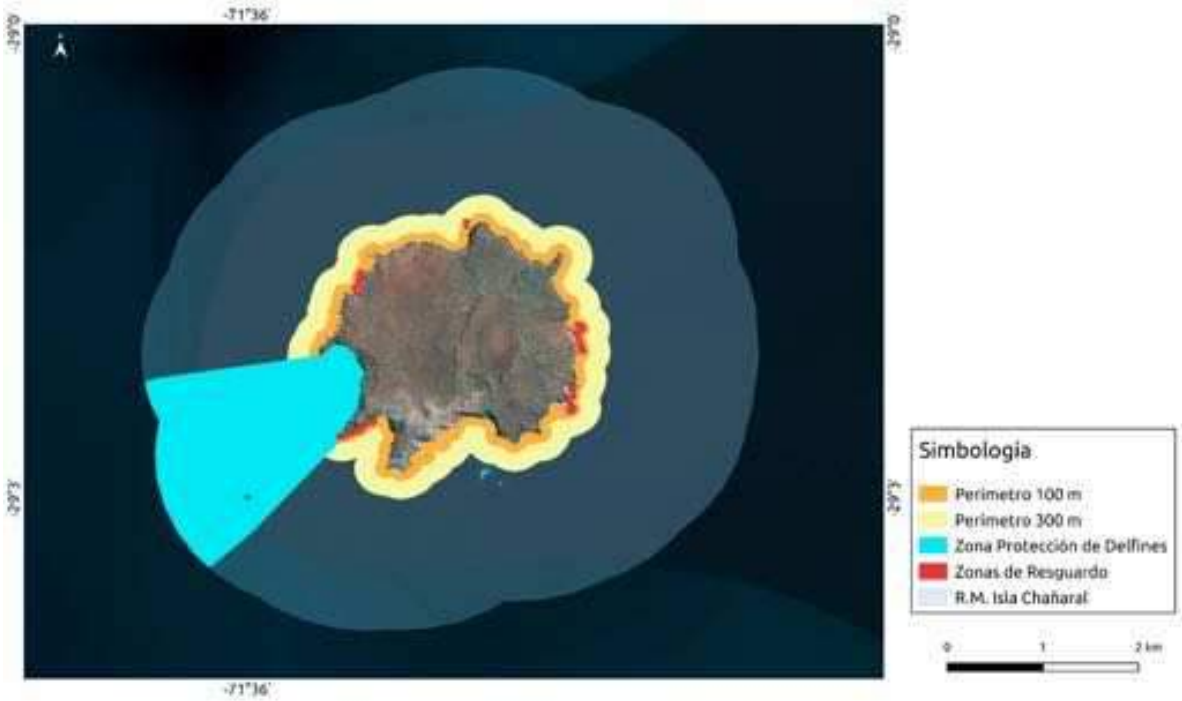


Figura 11.2.40. Propuesta de zonificación para la Reserva Marina Isla Chañaral.

Reserva Marina Islas Choros-Damas:

- Anillos de protección: Se proponen dos anillos de protección alrededor de isla Choros e isla Damas, donde se restringe la velocidad de desplazamiento de todas las embarcaciones. El primer anillo se encuentra a 300 m del borde costero de las islas, donde los botes deben desplazarse a una velocidad no mayor a 10 nudos. El segundo anillo se encuentra a 100 m del borde costero de las islas, donde los botes deben desplazarse a una velocidad no mayor a 5 nudos.
- Zonas de resguardo de aves y lobos marinos: Se proponen seis zonas para la protección de las colonias de aves y lobos marinos, cinco de las cuales se ubican en isla Choros y una en isla Damas. Las zonas ubicadas en isla Choros son: sectores en la punta sureste y punta suroeste de la isla, sector caleta El Barco, sector La Catedral y sector en la punta sur (lobera chica y colonia reproductiva de LMC). En estas zonas se propone que las embarcaciones que realicen tour de avistamiento y buceo recreativo no se aproximen a menos de 50 m del borde costero. Esta medida aplica en el periodo comprendido entre los meses de octubre y marzo, que

corresponde al periodo de actividad reproductiva de las aves y mamíferos marinos presentes en estos lugares. La medida no aplica a embarcaciones que realicen extracción de recursos en el AMERB “Isla Choros”.

- Zona protección de delfines: Corresponde al área comprendida en la punta suroeste de isla Choros, donde habitualmente la población residente de delfines nariz de botella realiza actividades como descanso y alimentación. En toda esta área, que se extiende desde el borde costero de la isla hasta el límite exterior de la RMICD, se propone que las embarcaciones se desplacen a una velocidad que no supere los 5 nudos.

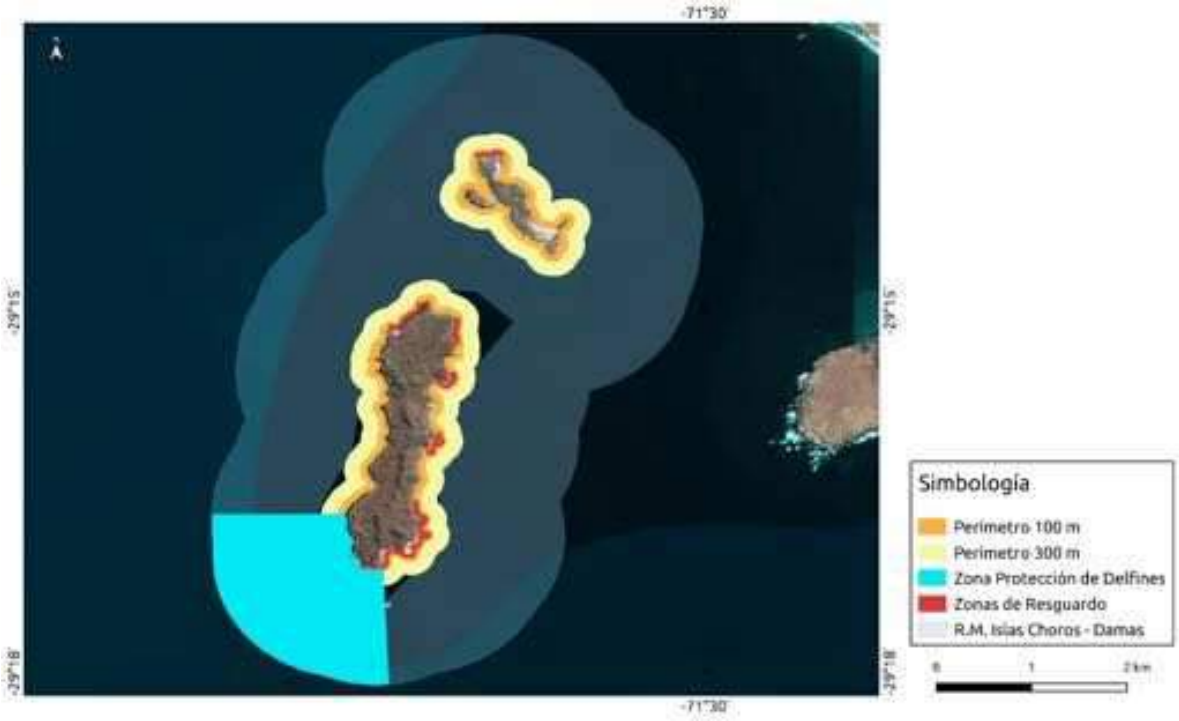


Figura 11.2.41. Propuesta de zonificación para la Reserva Marina Islas Choros-Damas.

11.3 Objetivo Específico 3. Caracterizar la flota de embarcaciones que ofrecen servicio de observación y su forma de funcionamiento

I. Caracterización de la flora de embarcaciones e identificación de personas y organizaciones dedicadas al turismo

De acuerdo a las bases de datos consultadas se obtuvo la siguiente información (Tabla 11.3.1).

Tabla 11.3.1. Lista de fuentes de información consultadas para la construcción de la Base de Datos de embarcaciones.

Fuente de información	Detalle	Nº de Registros	Observaciones generales
RES-6248 EXENTA_24-ENE-2018 (SERNAPESCA)	Establece las condiciones para el ingreso a la reserva Marina Isla Chañaral y regula las actividades de turismo de avistamiento y buceo recreativo.	32 embarcaciones	
Res.Ex.N°29 09ENE19 (SERNAPESCA)	Establece las condiciones para el ingreso a la reserva Marina Isla Choros y Damas y regula las actividades de paseo náutico, observación de flora y fauna y buceo recreativo autónomo.	104 embarcaciones	
CONAF (P. Choros)	Registro hecho por personal de CONAF en Punta de Choros a partir de la información entregada en ambas caletas.	50 embarcaciones (Caleta San Agustín) 33 embarcaciones (Caleta Los Corrales)	Este registro se realiza una vez al año. Este año se realizó en el mes de junio 2019.
SERNATUR ATACAMA	Listado de embarcaciones que realizan turismo en Chañaral de Aceituno	29 embarcaciones	
SERNATUR COQUIMBO	Listado de embarcaciones que realizan turismo en Punta de Choros.	85 embarcaciones	
DIRECTEMAR HUASCO	Listado de embarcaciones menores autorizadas para turismo. Listado de embarcaciones menores vigentes y fecha de	35 embarcaciones	

	expiración de su vigencia. Copia formulario para efectuar inspecciones de embarcaciones menores que efectúan turismo.		
CP HUASCO ORDINARIO N°12000/427	- Listado de embarcaciones autorizadas para turismo. - Listado de embarcaciones vigentes y fecha de expiración de su vigencia. - Copia formulario para efectuar inspecciones de embarcaciones menores que efectúan turismo.	35 embarcaciones	Vigencia hasta el mes de octubre 2019
O.T.A.I.P.A ORDINARIO Nº12900/789	- Resolución de la Armada que autoriza la navegabilidad de las embarcaciones de turismo de Punta de Choros. - Fecha de revista y sus resultados para Punta de Choros. - Autorización para obtener información sobre los zarpes del año 2018-2019 con el Alcalde de mar.		Se indica cuales embarcaciones pasaron la revista y cuales no. No se obtiene autorización por escrito para obtener registro de zarpes con Alcalde de mar.

A partir de la información registrada en las diversas instituciones que administran, fiscalizan y desarrollan el turismo en las Reservas Marinas Islas Choros-Damas, Reserva Marina Isla Chañaral y Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, se diseñó una base de datos la cual aglutina y sintetiza la información acerca del registro de prestadores de servicios de paseos náuticos, tanto a nivel de embarcación como de aquellos tripulantes/patrones que se encuentran en los registros formales.

De ésta manera es posible considerar:

Para Punta de Choros:

- Catastro de 112 embarcaciones dedicadas al turismo.
- 80 embarcaciones cumplen con el estándar de inspección de SERNATUR, obteniendo el registro obligatorio dentro de los prestadores de servicios de turismo aventura, regulado por el DS 222 de la Ley de Turismo.
- 104 embarcaciones se encuentran acogidas al sistema de colectivo que administra la AG. de Pescadores de Punta de Choros, mientras que solo 6 se encuentran fuera de éste sistema.

- 104 embarcaciones se encuentran en la resolución de SERNAPESCA que permite la navegación en la Reserva Marina.
- 83 embarcaciones se encuentran en el catastro de SERNATUR.
- 80 embarcaciones se encuentran en el último catastro de CONAF, donde 27 embarcaciones utilizan la caleta Los Corrales, mientras que 53 utilizan las instalaciones de la caleta San Agustín.
- Las principales observaciones, se relacionan con que existen embarcaciones no registradas en SERNATUR, en SERNAPESCA o en CONAF, además el registro de SERNATUR tiene errores en digitación de nombres, RUT y embarcación, y es necesario que se incluya el n° de matrícula. Mientras, en el registro de CONAF solo de indican las embarcaciones que salieron durante la última temporada de verano 2019.
- 92 personas aparecen en registros formales que son posibles de catastrar como operarios (tripulante o patrón) de paseos náuticos en Punta de Choros.

Para Chañaral de Aceituno:

- Catastro de 39 embarcaciones dedicadas al turismo.
- 15 embarcaciones cumplen con el estándar de inspección de SERNATUR, obteniendo el registro obligatorio dentro de los prestadores de servicios de turismo aventura, regulado por el DS 222 de la Ley de Turismo.
- 35 embarcaciones se encuentran acogidas al sistema de colectivo que administra la STI de pescadores de Chañaral de Aceituno, mientras que solo 4 se encuentran fuera de éste sistema.
- 32 embarcaciones se encuentran en la resolución de SERNAPESCA que permite la navegación en la Reserva Marina.
- 29 embarcaciones se encuentran en el catastro de SERNATUR.
- De acuerdo al registro de DIRECTEMAR 36 embarcaciones cumplen con la última inspección de seguridad.
- Las principales observaciones, se relacionan con que existen embarcaciones no registradas en SERNATUR, en SERNAPESCA y en DIRECTEMAR.
- Caso especial: Yunco expediciones, empresa de buceo que no cumple con estándares de inspección SERNATUR ni DIRECTEMAR y además no se encuentra en la resolución de SERNAPESCA que permite el ingreso a la Reserva Marina Isla Chañaral, a pesar que realiza operaciones allí.
- 28 personas en registros formales que son posibles de catastrar como operarios (tripulante o patrón) de paseos náuticos en Chañaral de Aceituno.

En general se destaca que:

- Hay embarcaciones que no están en el Registro de SERNATUR pero si en la resolución de SERNAPESCA y viceversa.
- Hay embarcaciones que se presentan registradas con dos números de RUT o con nombres de patrón distinto para la misma embarcación.
- La gran mayoría son personas naturales ejerciendo la actividad de paseo náutico.

- Hay dos embarcaciones inscritas como persona jurídica en Punta de Choros y dos en Chañaral de Aceituno.
- Hay embarcaciones no están la lista de embarcaciones autorizadas por Sernapesca.
- Hay errores de digitación en los registros, lo que lleva a confusión.

II. Registro de movimientos, zarpes y traslados

Registro de zarpes en Punta de Choros, temporada enero-febrero 2020

El registro de zarpes de la RM Isla Choros-Damas, se obtuvo a partir de los datos que la administración de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt ha registrado diariamente durante la temporada estival enero-febrero 2020, con el fin de mantener el control y análisis de la cantidad de embarcaciones que zarpan y desembarcan en Isla Damas.

Cabe señalar que el registro considera solo el horario en que la RN se encuentra abierta al público, desde las 9:00 hasta las 17:00 h. Por lo cual en algunos casos el zarpe se produce fuera de este horario lo cual implica que las embarcaciones no desembarcan en Isla Damas y solo realiza la circunnavegación por Isla Choros, imposibilitando registrarla.

Registro de movimientos de embarcaciones en Caleta San Agustín y Caleta Los Corrales durante la temporada enero-febrero 2020

Caleta San Agustín			
	Embarcación	**Enero**	**Febrero**
1	Pelessiño	9	9
2	Mutante III	14	7
3	Alfa Omega	11	8
4	Águila	10	8
5	Nicolás I	9	7
6	Gracias Señor	9	7
7	Prince White	7	7
8	Pinky	6	8
9	Chelopez	5	7
10	Cristian Jordano	6	7
11	Mohicano	0	0
12	Karlita	6	6
13	Hola Jimmy	7	8
14	Argos	5	6
15	Morfeo	0	0
16	Tío Víctor	9	1
17	El Nolo	8	5
18	Jack Sparrow	9	4
19	Chango 2.0	0	0

20	Rápido Y Furioso	5	7
21	Tavarua	7	8
22	Nayareth	4	9
23	Onasis Paga Ii	3	7
24	Krill	0	0
25	Time Bandyt	5	7
26	Diamante	7	8
27	Olguita	0	0
28	Joel Ángel	8	7
29	Guau Chicas	9	7
30	Abramax	7	8
31	Juanita Rosa	7	8
32	Laura Belén	10	7
33	El Mutante	3	6
34	Javier Alberto	10	6
35	Pájaro Errante	10	6
36	Lukas	8	7
37	Gavilán	9	0
38	Perla Negra	6	8
39	Kfrandimili	10	7
40	Matías Benjamín	8	9
41	Talión	7	8
42	Capitán Jack	8	6
43	Marly	7	8
44	Thomas Alejandro	4	8
45	Guerrero Del Ártico	6	8
46	Aventura	9	8
47	Tío Chelo	6	4
48	Turbo Ii	8	6
49	Richy Ii	8	6
50	Alemar	7	7
51	Matilde Elena	3	10
52	Duncan Aaron (Turismo Punta de Choros)	50	48
53	Highlander (Turismo Punta de Choros)	50	48
Caleta Los Corrales			
54	John Robert	15	17
55	Mi Papi	7	18
56	Regreso De Joaquín	15	15
57	Cacique 3.0	16	20
58	El Tigre	14	16

59	Naomi Antonia	13	16
60	Vicente	13	15
61	Alan	13	18
62	María Paz	15	19
63	Ñurdo	16	18
64	Todo Por Ella	12	20
65	Déjame Pensarlo	12	18
66	Jireh 1	13	17
67	Giovanni	14	16
68	Milton	12	19
69	Azul Azul	3	18
70	Josefa Valentina	12	20
71	Don Alex	7	16
72	Pedro Antonio	14	15
73	El Holandés Errante	15	18
74	Carla Andrea	15	18
75	Katherine	14	12
76	Condorito 1	16	15
77	Antonia Anais	14	14
78	Matilda	15	15
79	Chamullo	14	18
80	Dominique	13	18
81	Adios Gringo	14	15
82	Neptuno	14	15
83	Cronos	16	14
84	Duban Alexis	10	13
85	Demian	9	13
86	Schlomyt	13	16
87	Titin	10	17
Total		**877**	**974**
Promedio de zarpes por embarcación		**10**	**11**

De acuerdo a los datos expuestos en la tabla anterior, es posible distinguir:

- En la Caleta San Agustín existen 53 embarcaciones que registran movimientos, mientras que en Caleta Corrales existen un menor número, correspondiendo a 34 embarcaciones.
- En la Caleta San Agustín se realizan 851 movimientos de embarcación durante la temporada, donde enero registra un número mayor con 439 movimientos, mientras que en febrero la cantidad disminuye a 412.

- En Caleta los Corrales se realizan 1000 movimientos de embarcaciones durante la temporada, donde enero registra un número mayor con 438 movimientos, mientras que en febrero la cantidad aumenta a 562.
- Las embarcaciones que realizaron la mayor cantidad de zarpes fueron *Duncan Aaron* y *Highlander*, ambas de la empresa Turismo Punta de Choros. Estas embarcaciones no se encuentran adheridas al sistema de colectivo de la AG de pescadores de Punta de Choros, por lo cual la cantidad de movimientos obedece principalmente el trabajo con reservas previa de operadores turísticos y agencias de viajes de La Serena y navegaciones privadas.
- El total de movimientos de embarcaciones en las Caleta Corrales y San Agustín asciende a 1851, con un promedio de 10,5 zarpes por embarcación durante la temporada enero-febrero 2020.

Registro de zarpes en Caleta Chañaral de Aceituno, temporada enero-febrero 2020

El registro de zarpes de la RM Isla Chañaral, se obtuvo a partir de los datos que la administración de local de Reserva Nacional Pingüino de Humboldt de la caleta Chañaral de Aceituno, ha registrado diariamente durante la temporada estival enero-febrero 2020, con el fin de mantener el control y análisis de la cantidad de embarcaciones que zarpan y registran avistamientos de cetáceos de acuerdo a lo indicado en la Resolución 6248 que establece las condiciones para el ingreso a la RM Isla Chañaral y regula las actividades de turismo de avistamiento y buceo recreativo.

Registro de movimientos de embarcaciones en Caleta Chañaral de Aceituno durante la temporada enero-febrero 2020

	Embarcación	Enero	Febrero
1	Arca de Noé	39	61
2	Alfa Omega	14	22
3	Atacama Whales	17	22
4	Champero	7	11
5	Champero II	2	2
6	Champero III	8	10
7	El Papi	11	19
8	Eros	2	10
9	Eros II	9	10
10	Gold Shark	5	19
11	Gold Shark II	2	0
12	Halcon	3	9
13	Halcon II	11	10
14	Isidora	8	13
15	Juanero	7	19

16	Leslie Carol	1	3
17	Maranata	1	17
18	Maranata II	12	3
19	Maranta III	1	0
20	My Angel	1	14
21	Nataly	9	20
22	Nautilus	2	0
23	Optimus	13	20
24	Turismo Orca	60	65
25	Paloma Mia	12	21
26	Pia Kata	10	23
27	Ranger III	3	5
28	Yubarta	7	19
29	Franchesca	0	4
Total		**277**	**451**
Promedio de zarpes		**10**	**16**

De acuerdo a los datos expuestos en la tabla anterior, es posible distinguir:

- 29 embarcaciones registran movimientos durante el periodo evaluado.
- Se realizan 728 movimientos de embarcaciones durante la temporada, donde enero registra un número menor con 277 movimientos, mientras que en febrero la cantidad aumenta a 451.
- Las embarcaciones que realizaron la mayor cantidad de movimientos fueron *Arca de Noé* con 100 zarpe y *Turismo Orca* con 125 zarpes durante la temporada enero-febrero. Cabe señalar que estas embarcaciones no se encuentran adheridas al sistema de colectivo de la AG de pescadores de Caleta Chañaral, por lo cual la cantidad de movimientos obedece principalmente al flujo de pasajeros con reservas previas, operadores turísticos de La Serena y navegaciones privadas.
- Se registran un promedio de 13 zarpes por embarcación durante la temporada enero-febrero 2020 (10 zarpes en enero y 16 zarpes en febrero)

De manera complementaria el equipo de trabajo en terreno cuantificó la cantidad de movimientos diarios entre el 1 de enero y el 29 de febrero, estos datos permiten identificar lo siguiente:

- El día 9 de febrero se produce la mayor cantidad de zarpes, mientras que durante los días 4, 5 y 14 se registra solamente 1 zarpe, debido a las condiciones meteorológicas que impiden el correcto funcionamiento de las operaciones de navegación.
- Los días 1 y 2 de enero la caleta estuvo cerrada por lo cual no se registran movimientos.
- En promedio se realizan 12 zarpes diarios durante los 62 días evaluados.

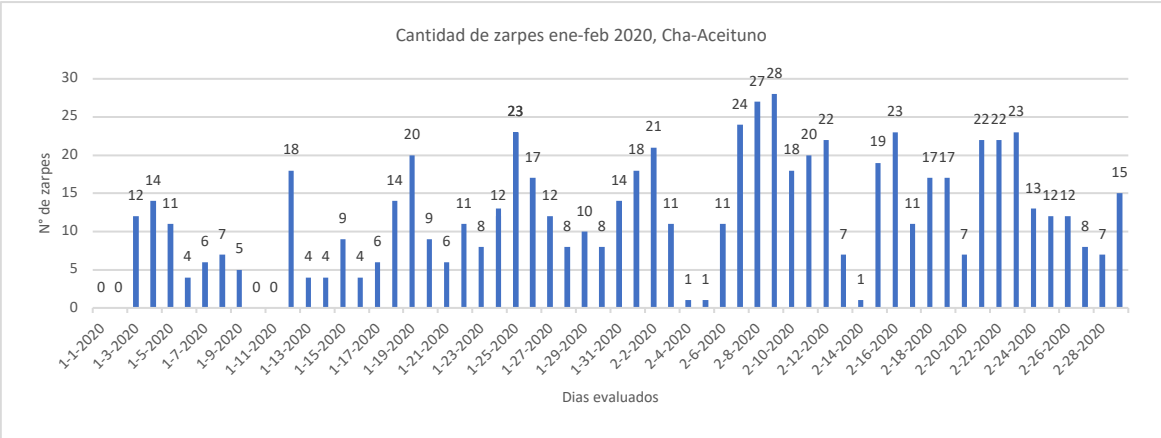


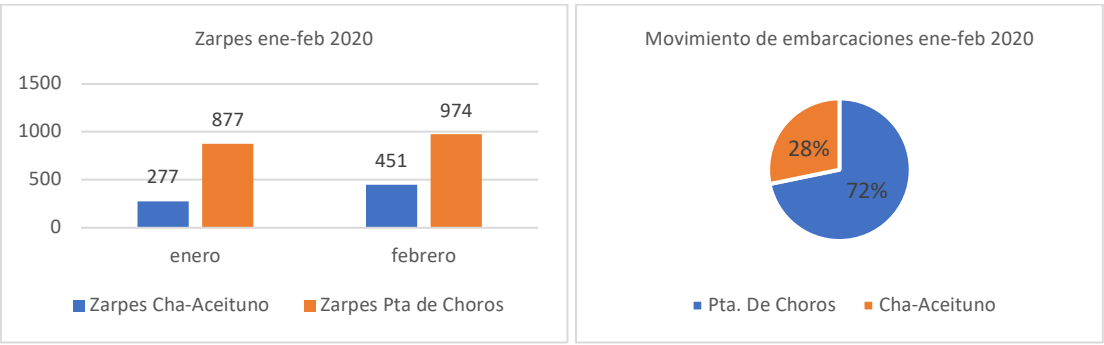
Figura 11.3.1. Movimientos diarios de embarcaciones en Chañaral de Aceituno, temporada enero-febrero.

A partir de los datos anteriormente expuestos, la presenta tabla muestra la cantidad de embarcaciones que tuvieron movimiento y sus respectivos zarpes mensuales por cada caleta evaluada.

	Punta de Choros					**Chañaral de Aceituno**		
	Corrales		San Agustín					
	Enero	Febrero	Enero	Febrero	**Total**	Enero	Febrero	**Total**
N° de embarcaciones	53		34			29		
N° de movimientos	438	562	439	412	**1851**	277	451	**728**

Comparación de movimientos entre RM Isla Choros-Damas y RM Isla Chañaral

Los movimientos de las embarcaciones (Figura 11.3.2) dedicadas al turismo en las RMIC y RMICD principalmente realizan actividades de navegación y buceo recreativo. Para ambas reservas, los zarpes con fines turísticos se concentran durante febrero y donde los movimientos de las caletas San Agustín y Corrales en Punta de Choros, concentra el 72% de los movimientos, mientras que desde Chañaral de Aceituno comparativamente representan solo el 28% del total de movimientos.

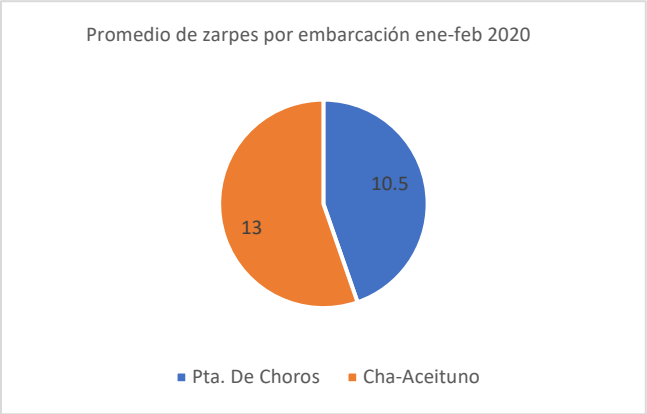


Fuente: Elaboración propia

Figura 11.3.2. Movimiento de embarcaciones

Durante la temporada evaluada: enero-febrero 2020, se registraron en promedio 13 zarpes por embarcación en Punta de Choros, mientras que en Caleta Chañaral de Aceituno

el promedio de zarpes por embarcación fue de 10,5 zarpes por embarcación (Figura 11.4.1).



Fuente: Elaboración propia

Figura 11.3.3. Promedio de zarpes en Punta de Choros y Chañaral de Aceituno, temporada enero-febrero 2020.

III. Caracterización e implementación de las embarcaciones

De acuerdo a la normativa de DIRECTEMAR, las embarcaciones autorizadas para realizar actividades de navegación con fines turísticos deben cumplir con las siguientes características e implementación, las cuales son fiscalizadas de acuerdo a la revista de inspección de seguridad que otorga el certificado de navegabilidad. Este documento le permite a la embarcación navegar a una distancia autorizada desde el borde costero para realizar actividades de turismo.

Estos implementos son exigidos para naves menores para turismo 12 TRG (Tonelada de Registro Grueso o Tonelada de Arqueo Bruto) y /o menos de 12 metros.

Cantidad	Elementos
	Matricula vigente
	Certificado de navegabilidad
	Acomodaciones para el transporte de pasajeros
1	Bidón de 10 L, con agua para beber
1	Anclote con 30 m. De espía de 2" o 3" de mena para fondeo
2	Cabos de Amarre 30 m. cada uno y remolque
1	Bengala de humo
1	Bengala de mano
1	Bengala paracaídas
2	Remos y respectivas chumaceras (marcados y pintados)
2	Salvavidas circular marcado con 30 m. de Cabo y cinta reflectora (aprobado)
1 por persona	Chalecos salvavidas (aprobados) uno por persona marcados con pito y cinta reflectora más 2 para niños
1	Balde achicador o bomba manual
2	Ayudas (mantas) térmicas
1	Botiquín con elementos necesarios para primeros auxilios: agua oxigenada, alcohol, venda elástica, gasa estéril, tela adhesiva, tijeras-pinzas, filtro solar

IV. Caracterización del nivel de conocimiento y la calidad del servicio ofrecido

La muestra incluyó un total de 63 paseos náuticos (34 en Punta Choros; 29 en Chañaral de Aceituno). La duración promedio de los paseos fue de 2h 19 min (SD 32 min) con valores extremos de 3h 30 min y 1h 19 min.

En Punta Choros la duración promedio fue 2h 13 min (SD 36 min), mientras que en Chañaral de Aceituno fue 2h 27 min (SD 26 min).

El número promedio de tripulantes a bordo fue 2 (SD 0,3) en ambas localidades y el número promedio de turistas abordo fue 12,3 (SD 2,7), con valores extremos de 6 y 23 personas. El promedio de turistas abordo en Punta Choros fue 11,8 (SD 2,4), mientras que en Chañaral de Aceituno fue de 13 (SD 2,8).

El porcentaje de éxito en avistamiento de cetáceos fue 48%, significativamente mayor en Chañaral de Aceituno (59%) que en Punta Choros (38%). Cuando ocurrió avistamiento de cetáceos, muy mayoritariamente fue de solo una especie (1,1 en promedio).

Resultados de encuesta a turistas

Se encuestó a 33 turistas (14 en Punta Choros y 19 en Chañaral de Aceituno). La edad promedio en años de los encuestados fue de 42,7 (SD 13,8), 45,1 (SD 12,9) en P.Ch. y 39,6 (SD 14,4) en Chañaral de Aceituno, con presencia ligeramente mayor de mujeres que de hombres (55%/45% en el total; 57%/43% en Punta Choros; 53%/47% en Chañaral de Aceituno).

El nivel educacional de los encuestados se distribuyó como se muestra en las Figura 11.3.4 y Figura 11.3.5

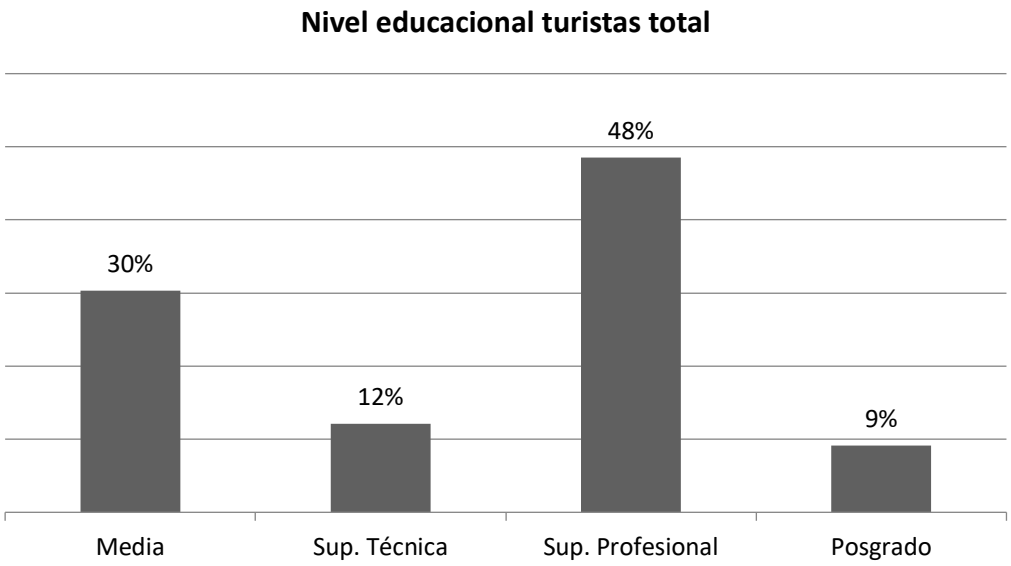


Figura 11.3.4. Nivel educacional de los turistas en ambas reservas marinas.

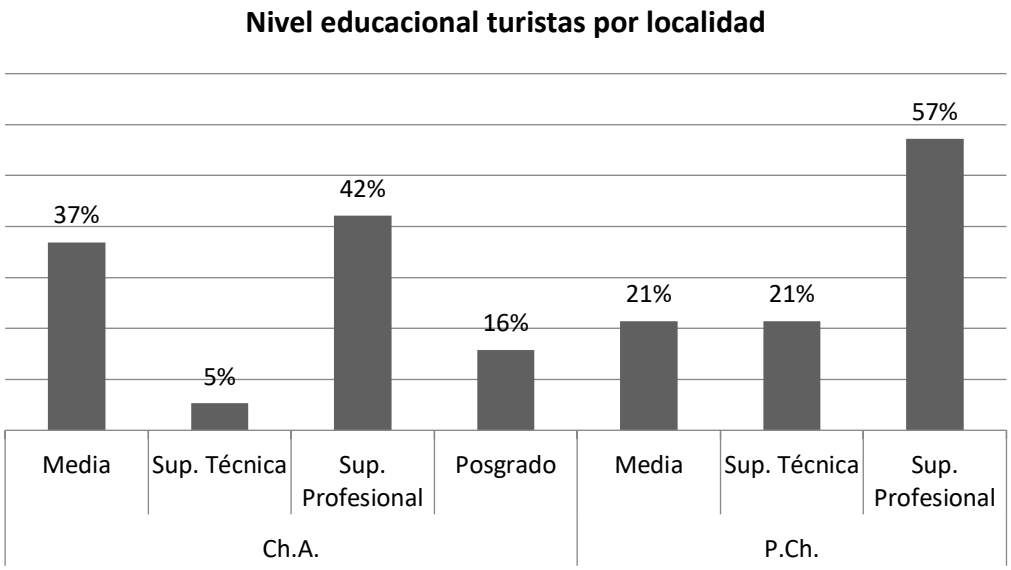


Figura 11.3.5. Nivel educacional de los turistas por localidad.

Respecto a la motivación para realizar el paseo náutico los encuestados señalaron diversas razones. Sus respuestas se distribuyeron como se muestra en la Figura 11.3.6

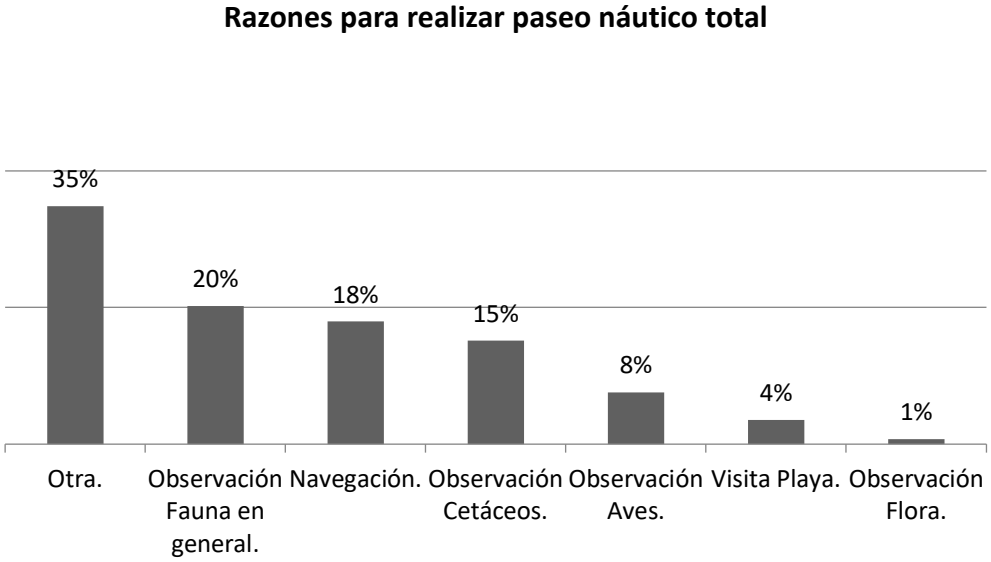


Figura 11.3.6. Razones para realizar el paseo náutico en ambas reservas marinas.

En la categoría "Otra" se incluyen razones menos específicas que las alternativas planteadas, tales como "conocer", "aprender", "por recomendación". Se mostraron diferencias en esta respuesta entre las dos localidades consideradas, como se puede ver comparando la Figura 11.3.7 y Figura 11.3.8.

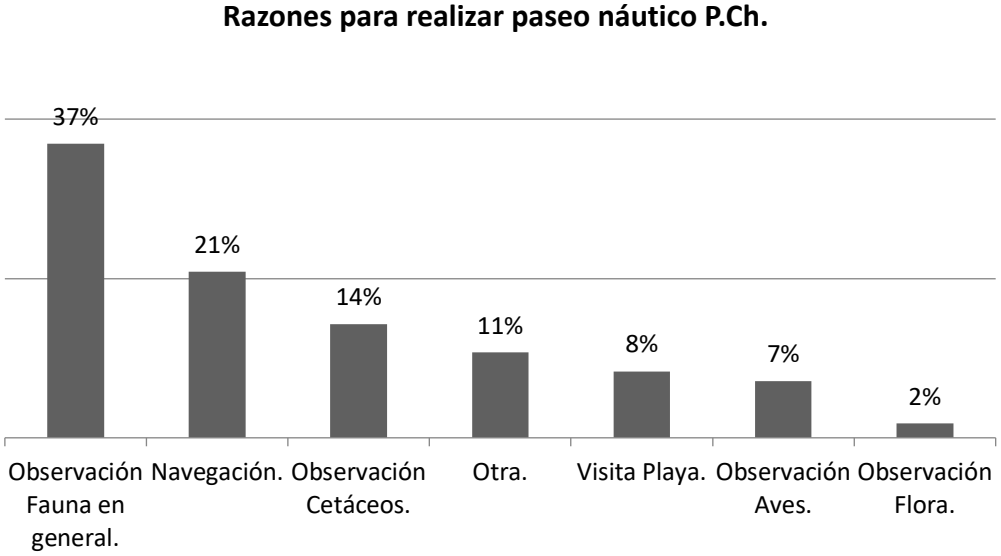


Figura 11.3.7. Razones para realizar el paseo náutico en Punta Choros.

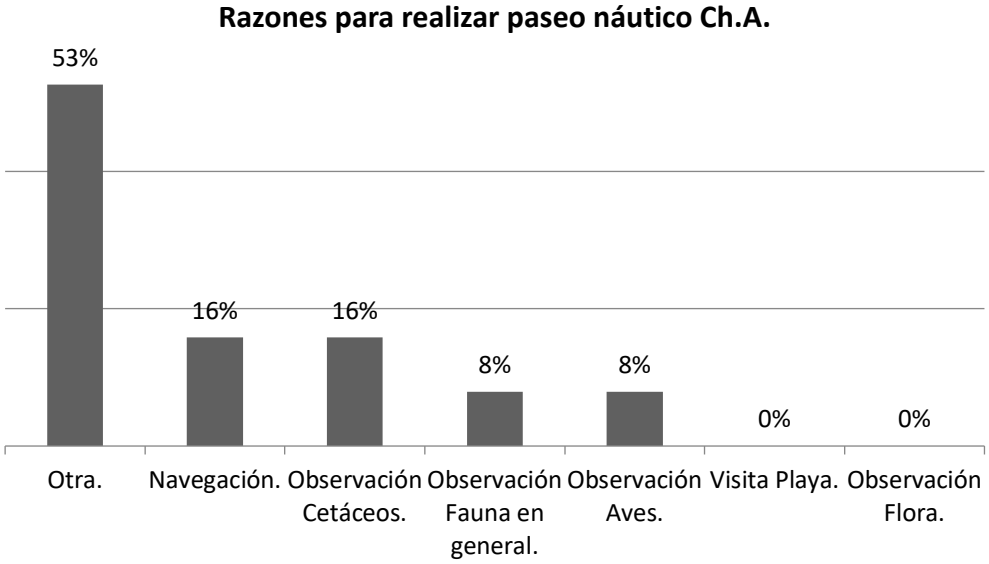


Figura 11.3.8. Razones para realizar el paseo náutico en Chañaral de Aceituno.

Respecto a la evaluación de los turistas del servicio paseo náutico, los encuestados valoraron en escala de 1 a 7 diversos aspectos generales de la embarcación y la navegación, y específicos respecto al discurso entregado por el guía. Evaluaron también en escala de 1 a 3, la relación precio/calidad del paseo náutico, considerando todos los aspectos del servicio. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente Tabla 11.3.2.

Tabla 11.3.2. Evaluación de los turistas del servicio paseo náutico.

	P.Ch.		Ch.A.		Total	
Aspectos Evaluados	Pro.	SD	Pro.	SD	Pro.	SD
Comodidad del bote	6,5	0,7	6,5	0,8	6,5	0,7
Seguridad del bote	6,6	1,0	6,5	0,6	6,6	0,9
Seguridad de maniobras	6,9	0,7	6,7	0,3	6,8	0,6
Amabilidad tripulación	6,9	0,0	7,0	0,5	6,9	0,3
Atractivo del discurso del guía	6,1	0,3	6,4	0,7	6,3	0,5
Seguridad del discurso del guía	6,4	0,9	6,7	1,0	6,6	0,9
Credibilidad del discurso del guía	6,6	0,7	6,8	1,0	6,7	0,9
Disposición del guía a responder preguntas	6,8	0,7	6,8	0,7	6,8	0,7
Calidad respuestas del guía	6,5	0,7	6,7	0,4	6,7	0,6
Relación Precio/Calidad (1 a 3)	2,5	0,7	2,9	0,5	2,7	0,6

Respecto del contenido del discurso de los guías en los paseos náuticos, se consultó a los encuestados respecto a diversos temas abordados y por las especies de animales, algas y plantas mencionadas por el guía.

Los encuestados consultados por las especies mencionadas por el guía nombraron espontáneamente (sin conocer las alternativas previamente) aquellas que recordaban. Los encuestados mencionaron un total de 26 especies (previstas en la encuesta y nuevas,

surgidas, de la categoría otras), y 19 fueron mencionadas con frecuencia igual o superior al 6% (equivalente aproximadamente a dos veces).

La Figura 11.3.9, Figura 11.3.10 y Figura 11.3.11muestran la frecuencia con que los encuestados mencionaron las diferentes especies de animales, algas y plantas mencionadas en el discurso del guía. Se muestran solo aquellas que aparecieron igual o más que en el 6% de los casos.

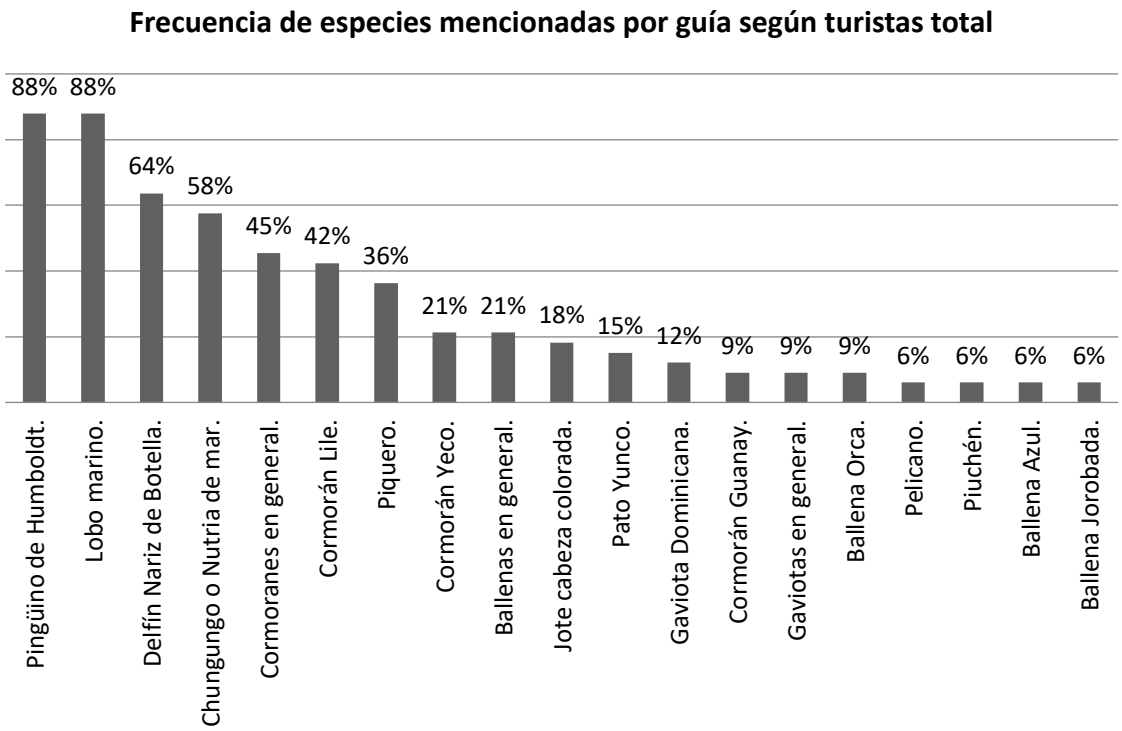


Figura 11.3.9. Frecuencia de especies mencionadas por guía según turistas en ambas reservas marinas.

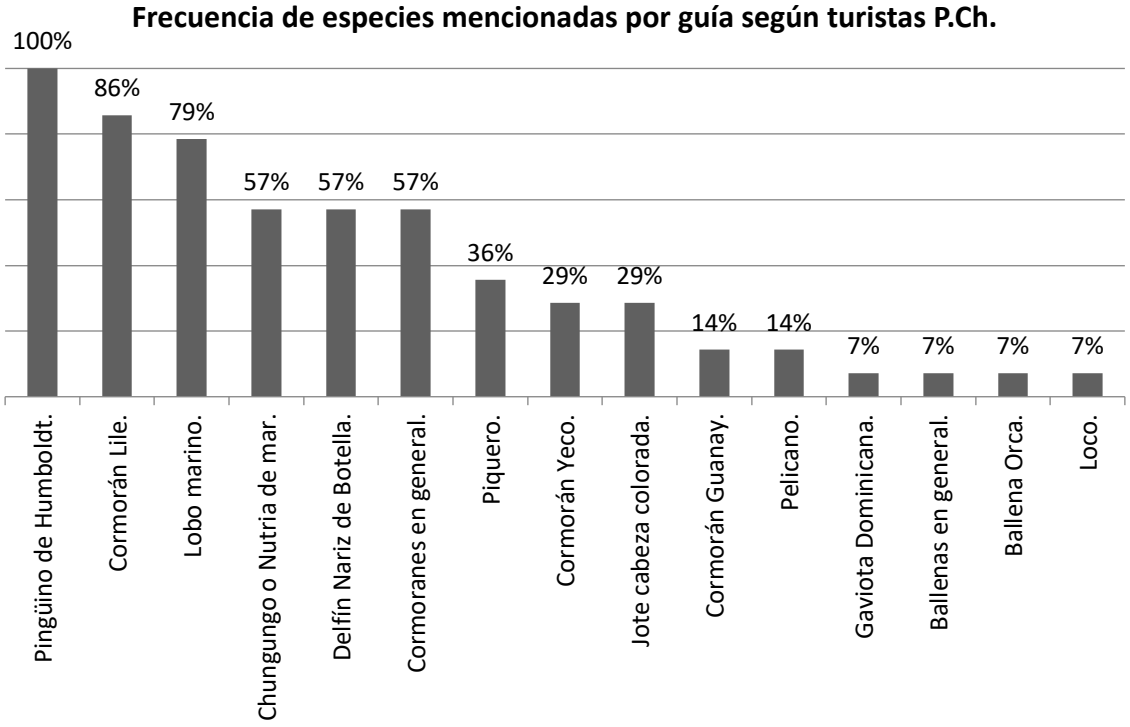


Figura 11.3.10. Frecuencia de especies mencionadas por guía según turistas en Punta Choros.

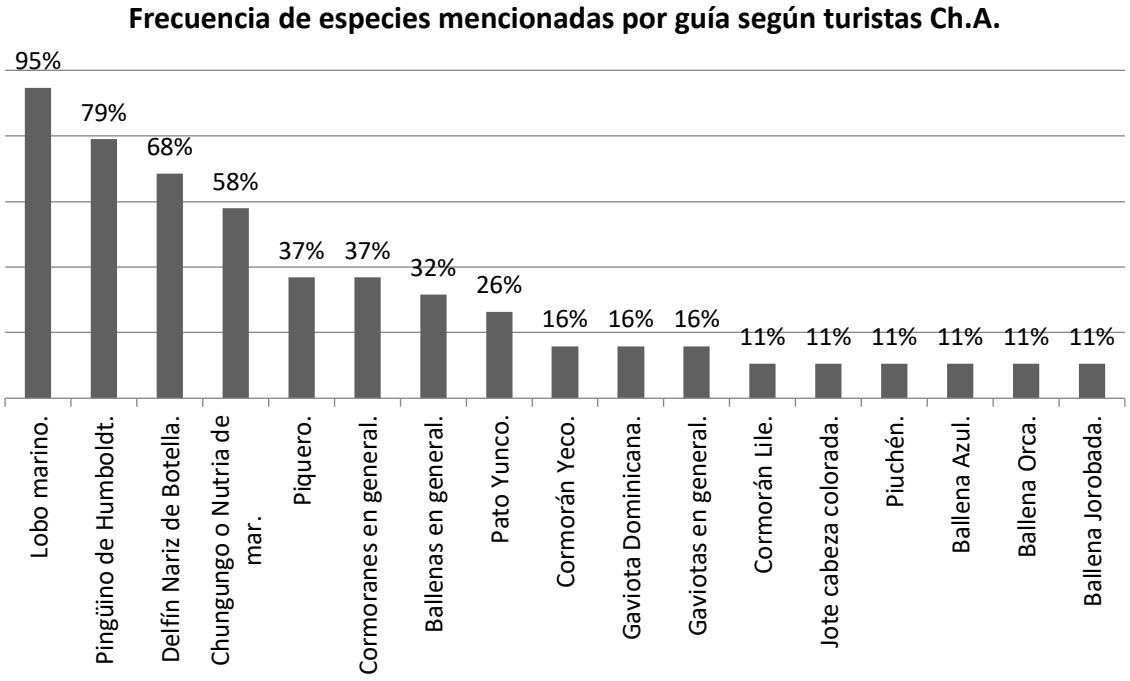


Figura 11.3.11. Frecuencia de especies mencionadas por guía según turistas en Chañaral de Aceituno

Los encuestados consultados por los temas abordados, respondieron qué temas recordaban haber sido mencionados por el guía. Se les presentó una lista de temas y respondieron si fueron abordados o no en cada caso. Las Figura 11.3.12, Figura 11.3.13 y Figura 11.3.14 muestran la frecuencia con que los encuestados mencionaron la presencia de los diversos temas en el discurso del guía.

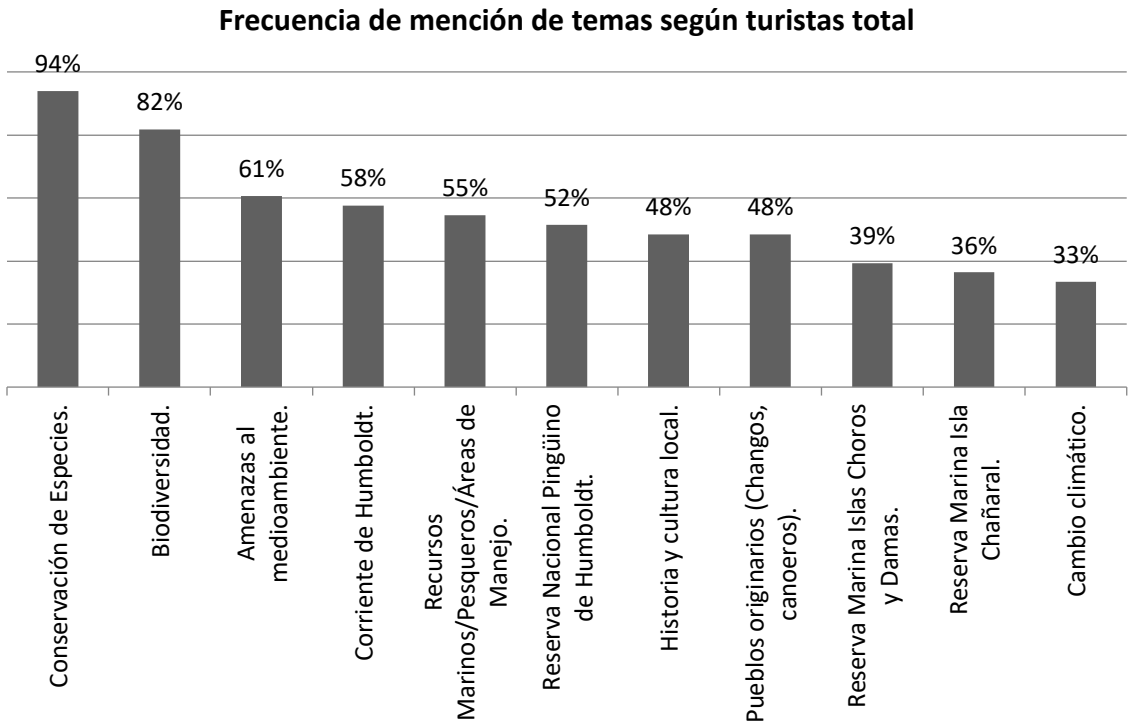


Figura 11.3.12. Frecuencia de mención de temas según los turistas encuestados en ambas reservas marinas.

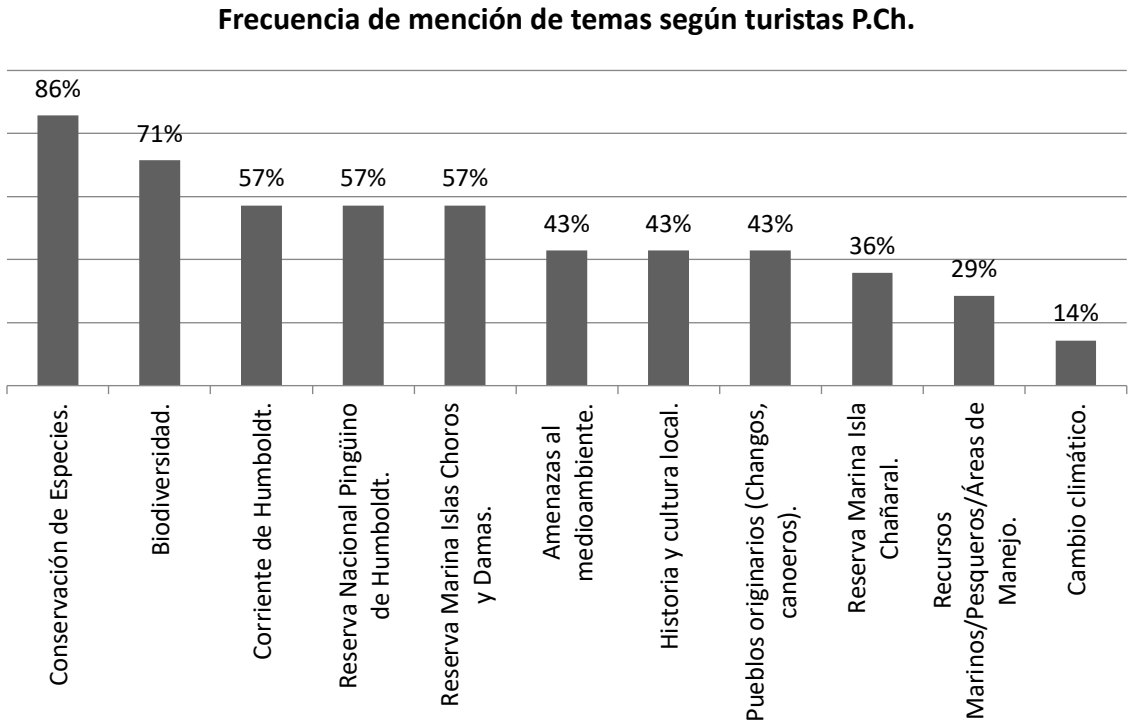


Figura 11.3.13. Frecuencia de mención de temas según turistas encuestados en Punta Choros.

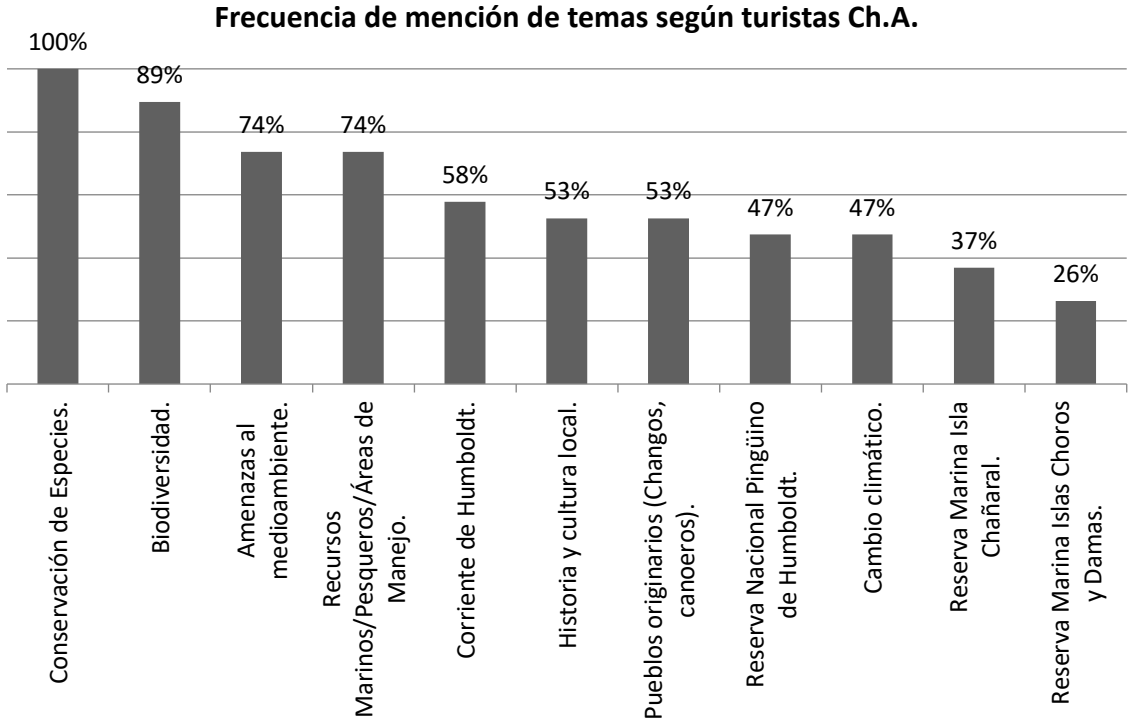


Figura 11.3.14. Frecuencia de mención de temas según turistas encuestados en Chañaral de Aceituno.

Resultados de observación de paseos náuticos

Se aplicó un total de 30 fichas de observación a paseos náuticos (20 en Punta Choros; 10 en Chañaral de Aceituno). Las personas a cargo llenaron las fichas solo en base a su observación y de acuerdo a lo escuchado en el discurso del guía de cada paseo náutico.

Respecto de los animales, algas y plantas mencionados, los observadores marcaron en una lista todas las especies que aparecieron en el discurso del guía. Los observadores anotaron un total de 31 especies (previstas en la encuesta y nuevas, surgidas, de la categoría otras), y 26 fueron mencionadas con frecuencia igual o superior al 6% (equivalente aproximadamente a dos veces).

Las Figura 11.3.15, Figura 11.3.16 y Figura 11.3.17 muestran la frecuencia con que se mencionaron las diferentes especies. Se muestran solo aquellas con frecuencia igual o superior al 6%.

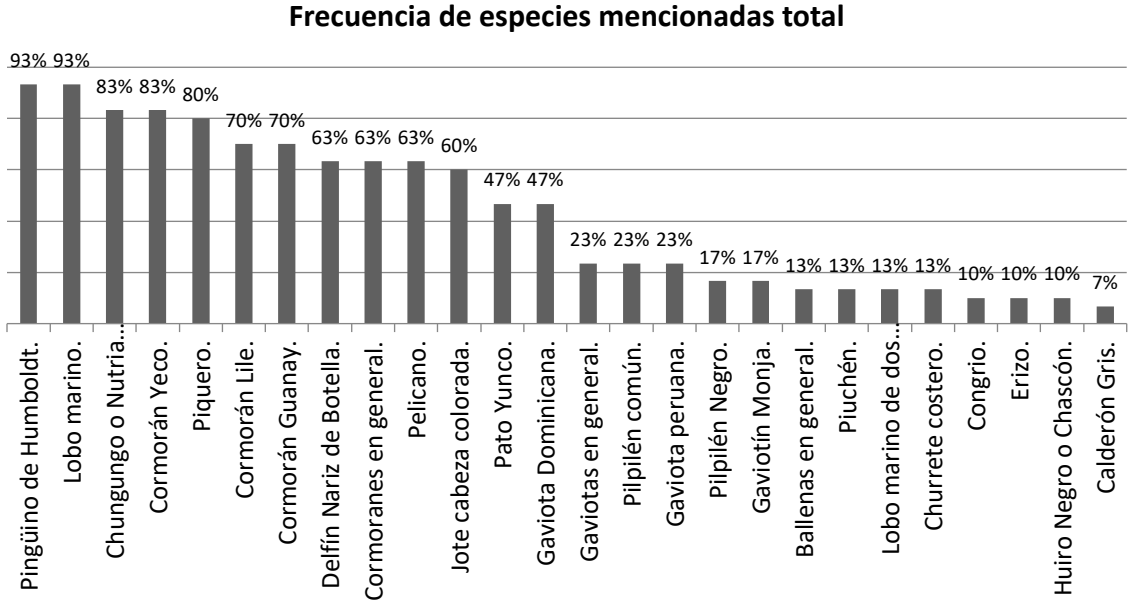


Figura 11.3.15. Frecuencia de especies mencionadas en ambas reservas marinas.

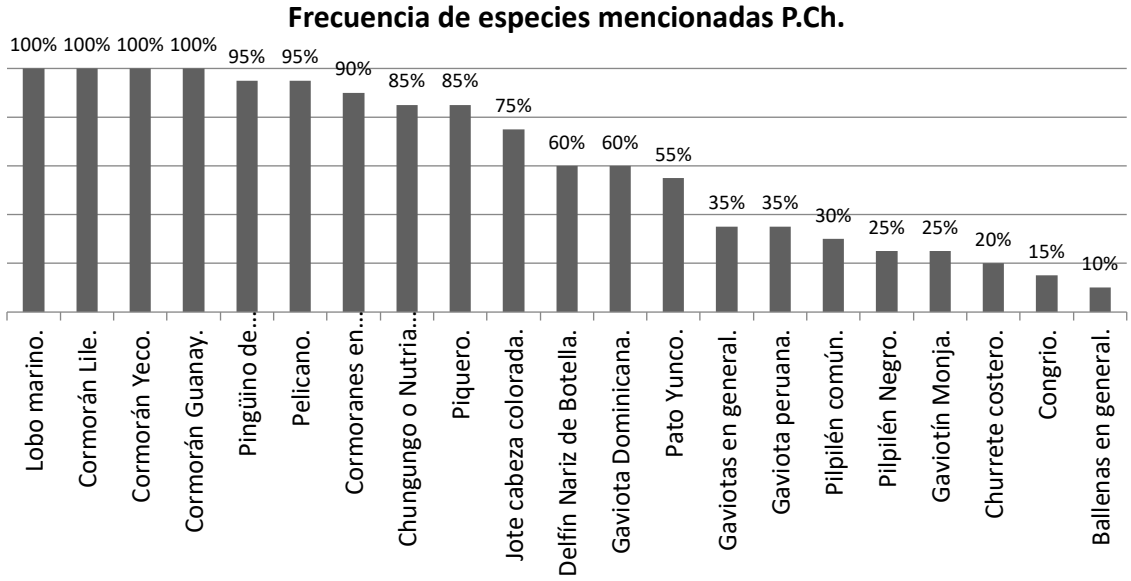


Figura 11.3.16. Frecuencia de especies mencionadas en Punta Choros.

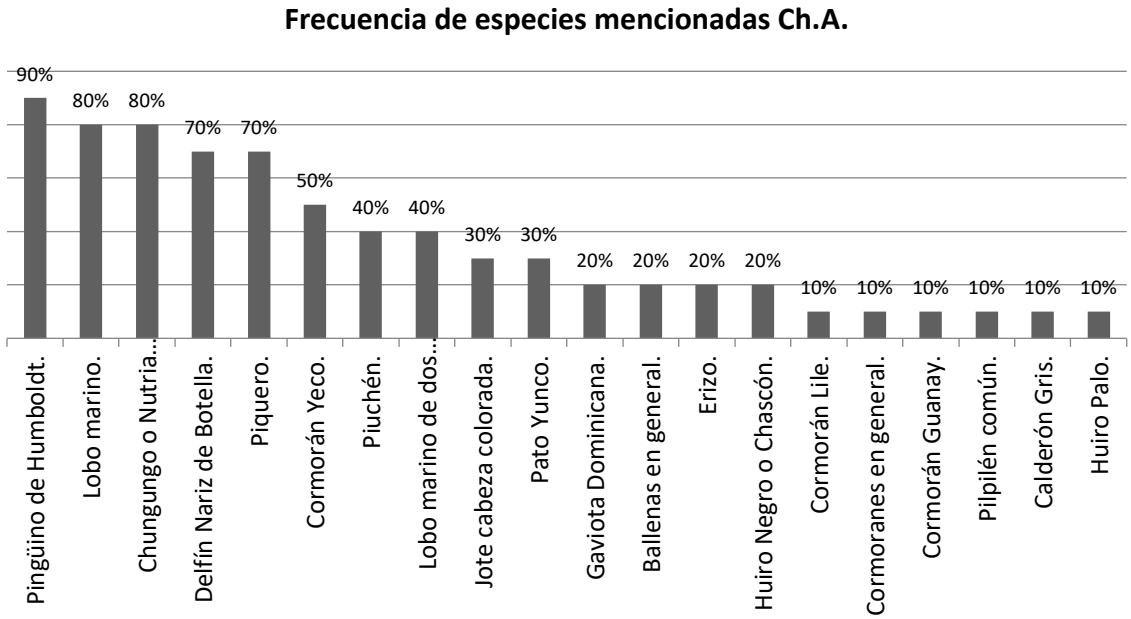


Figura 11.3.17. Frecuencia de especies mencionadas en Chañaral de Aceituno.

Respecto a los temas abordados, los observadores marcaron en una lista todos los temas que aparecieron en el discurso del guía. Las Figura 11.3.18, Figura 11.3.19 y Figura 11.3.20 muestran la frecuencia con que se abordaron los diferentes temas.

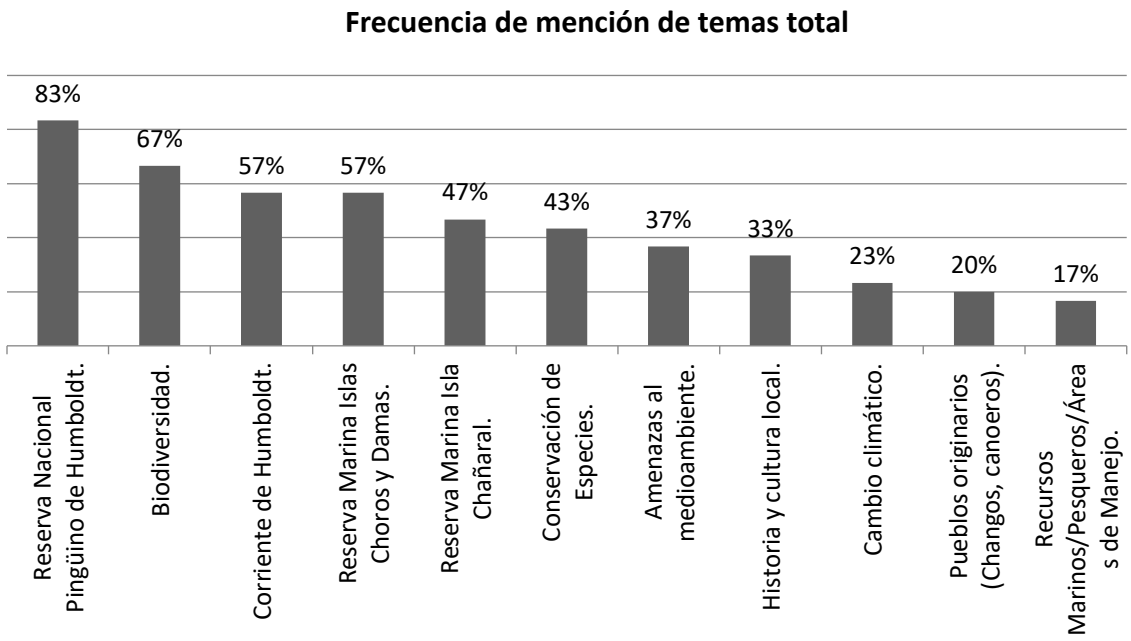


Figura 11.3.18. Frecuencia de mención de temas en ambas reservas marinas.

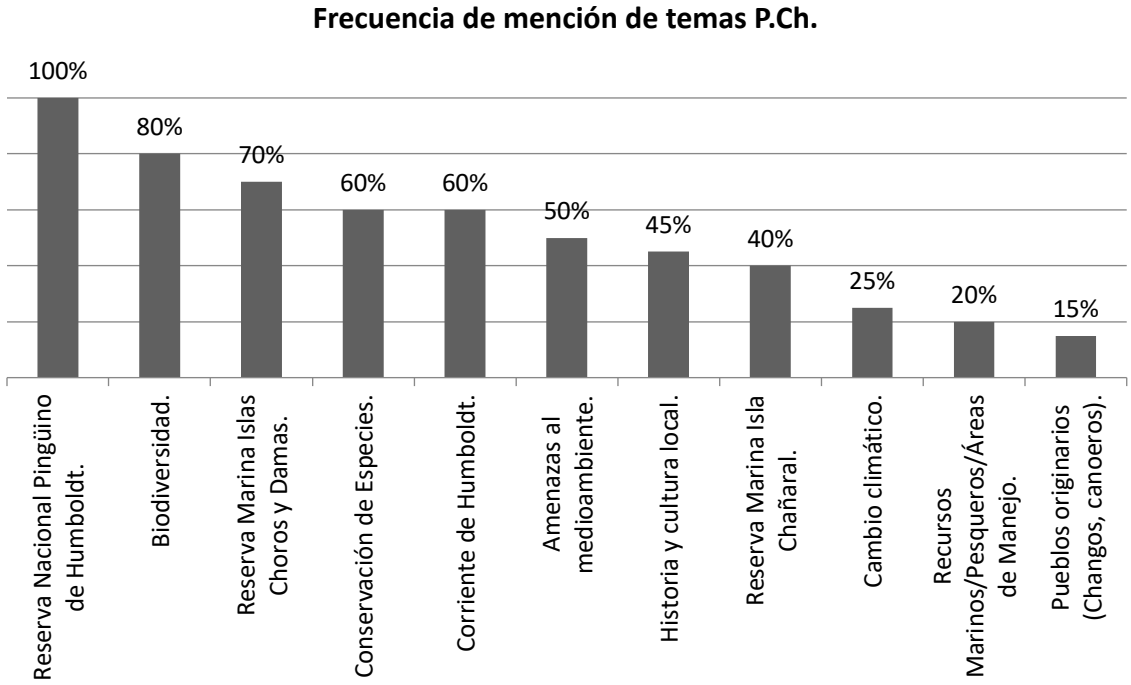


Figura 11.3.19. Frecuencia de mención de temas en Punta de Choros.

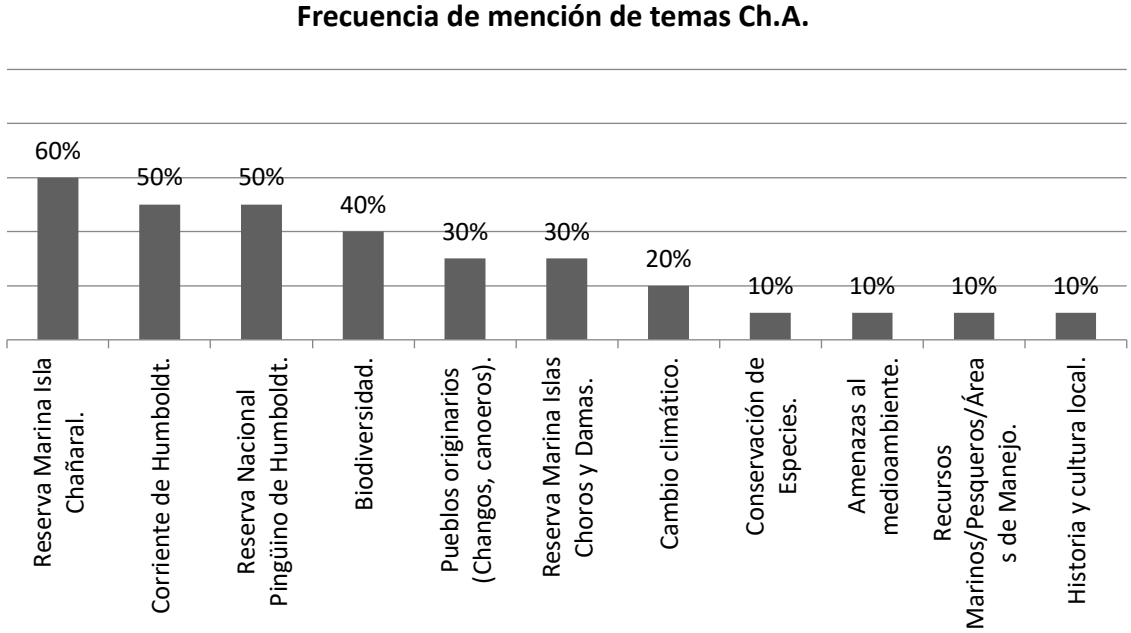


Figura 11.3.20. Frecuencia de mención de temas en Chañaral de Aceituno.

V. Capacitaciones en Turismo de Intereses Especiales

Ejecución programa de capacitación

Punta de Choros:

Tema	Aprendizajes esperados	Fecha de realización	Relator
Ecosistema marino-terrestre del Archipiélago de Humboldt	Incorpora temas actualizados en relato turístico	7 de enero 16:00 h.	Macarena Santos. U. de Valparaíso
Uso turístico de la Reserva Marina Isla Choros-Damas	Entiende el marco regulatorio de uso de la RM Islas Choros-Damas, para el turismo de avistamiento.		Gerardo Cerda. SERNAPESCA Región de Coquimbo.
Técnicas para mejorar relatos e incorporar temas científicos	Incorpora técnicas de comunicación efectiva para excursiones guiadas		Claudia Hernández. CEAZA

Caleta Chañaral de Aceituno:

Tema	Contenidos	Fecha de realización	Relator
Ecosistema marino-terrestre del Archipiélago de Humboldt	Especies carismáticas: Pingüino, Yunco, otras aves Grandes cetáceos y delfines. Chungungo y otros mamíferos Buenas prácticas para el turismo de avistamiento.	14 de enero 16:00 h.	Macarena Santos. U. de Valparaíso
Uso turístico de la Reserva Marina Isla Choros-Damas	Reglamentación de uso de la Reserva Marina. Buenas prácticas para el turismo de avistamiento.		Erick Burgos. SERNAPESCA, Región de Atacama.
Técnicas para mejorar relatos e incorporar temas científicos	Actualización de contenidos. Recursos de mediación para la interpretación turística		Claudia Hernández. CEAZA

Taller realizado en Chañaral de Aceituno



Taller realizado en Punta de Choros



En las jornadas de capacitación, participaron 49 personas en Punta de Choros y 55 en Chañaral de Aceituno. Cabe señalar que el perfil de los participantes incluyó:

- Propietarios de embarcaciones
- Guias tripulantes estables (permanecen durante todo el año en las localidades)
- Guias tripulantes esporádicos (solo trabajan en temporada alta)
- Personal de la administración de la Rserva Nacional Pingüino de Humboldt
- Dirigentes locales

Lista de asistencia, Chañaral de Aceituno:



FIPA 2018-43
"Determinación del Estado Poblacional en las Reservas Marinas Isla Chañaral e Isla Choros y Damas, de las Especies Delfín Nariz de Botella, Chungungo Pingüino de Humboldt y Cetáceos"

Universidad de Valparaíso CHILE

Nombre de la Actividad: Jornada de capacitación para la actualización de contenidos y relatos de tripulantes
Fecha: 14 de enero **Lugar:** Chañaral de Aceituno

Nombres	Ciudad / localidad	Teléfono	Correo electrónico
Rafael González Servicio DJ	Cabo Ollastral	954863827	[illegible]
Victor [illegible] Cunich	Quilpué	932494398	victorinaccunich@[illegible]
Constanza Alfaro Escobar	Valparaíso	999185544	canalf.s@gmail.com
Franco Cruz Ortiz	Viña del Mar	979877334	Francocastro133@ymail.com
Isabel Mena Vera	Santiago	988193281	igmena@uct.cl
Catalina Gutierrez Moretto	Lima	982081987	catalinagm@hotmail.com
Benjamín Ojeda González	Viña del Mar	969079463	benjaminojeda@outlook.es
Diego Cortés Ruiz (Alvarado Wheeler)	Viña del Mar	997823824	diegotcortes@gmail.com
Fernanda Díaz	Viña del Mar	986507492	fer_2078@hotmail.com
Lorena Pascual Rathgeb	Valparaíso	953245431	lorparso@gmail.com
Gabriela Rojas Carrasco	Caleta Chañaral	991829945	grojascarrasco93@gmail.com Clemente 75
Reinaldo Inostroza V.	Caleta Chañaral	974797016	info@yerasmontanas.cl Clemente 757
Juan Francisco Espinoza Neves	Caleta Chañaral	965324949	elsushimanx@gmail.com

RAFAEL GONZALEZ
JUAN GONZALEZ R.
ROBERTO MARINE ALVAREZ
ISAURO OSSANDÓN C (YUBARTA)
CAPITAN DIDIER ROA
[illegible]

Caleta Chañaral
Caleta Chañaral 94357935
Francisca [illegible] 947162260
Caleta Chañaral 95801494
Cha Chañaral: 96830062
Leslie Canal. Bote
[illegible]

FIPA 2018-43
"Determinación del Estado Poblacional en las Reservas Marinas Isla Chañaral e Isla Choros y Damas, [illegible] Chungungo Pingüino de Humboldt y Cetáceos"

CEAZA

Nombre de la Actividad: Jornada de capacitación para la actualización de caracteres y censo de toninas
Fecha: 16 de enero — Lugar: Chañaral de Aceituno

Nombres	Ciudad / localidad	Teléfono	Correo electrónico
[illegible] González González	Chañaral	+569[illegible]	—
[illegible] Jaime Cerda	Hgo	[illegible]	[illegible]
Marcella Maldonado (Yuyo274)	Ch. Bc	9[illegible]	[illegible]
Karen Rodríguez [illegible] (Yarnesa)	Chañaral Bc	977097405	[illegible]
M.ª José Cordero Torres	C. Nacional	9[illegible]	[illegible]
IGNACIO CRUZ	C Nacional	9[illegible]	[illegible]
Patricia Ortiz	Chañaral	9[illegible]	[illegible]
Catalina Hidalgo Morton	Santiago	9 [illegible]	catahidalgo 21@gmail.com
Amanda Ordenes	C Chañaral	9[illegible]	[illegible]
Daniela Campusano López	Chañaral	8[illegible]	[illegible]
[illegible]	C. costanera	9[illegible]	[illegible]
Gisela Alcalde Vargas	Vista del mar	9[illegible]	
Gustavo Pérez Gastón	[illegible]	9[illegible]	
María Jesús Herrera	Santiago	966100224	
Jaime Ferrada Figueroa	Santiago	9213221[illegible]	
Pascual Hoces Jofré	Chañaral	8[illegible]	Turismo Rangers.
Camila Reyes Luque ([illegible])	Caleta chañaral	9[illegible]	[illegible]
Gonzalo Muñoz García-[illegible]	Caleta chañaral	9[illegible]	[illegible]
Carmen Barrios	[illegible]	9[illegible]	[illegible]

Lista de asistencia, Punta de Choros:



FIPA 2018-43
"Determinación del Estado Poblacional en las Reservas Marinas Isla Chañaral e Isla Choros y Damas, de las Especies Delfín Nariz de Botella, Chungungo Pingüino de Humboldt y Cetáceos"

PUNTA DE CHOROS - 23-ENERO-2020

Nombre de la Actividad: Jornada de capacitación para la actualización de contenidos y relatos de tripulantes
Fecha: 7 de enero
Lugar: Punta de Choros

Nombres	Teléfono	Correo electrónico
Carolina O. Tapia Vásquez	942649[illegible]	[illegible]
Andrea Tapia Vergara	99361[illegible]	[illegible]
Isabella Aguirre Aguirre	48[illegible]	[illegible]
Pedro Pablo Vera	95[illegible]	[illegible]
Alejandra Vergara Vergara	99[illegible]	[illegible]
Pablo Pizarro	[illegible]	[illegible]
Yanitzel Leyton Vásquez	[illegible]	[illegible]
Carlos Muñoz Flores	95315[illegible]	[illegible]
Pablo Vidal Arce	98[illegible]	[illegible]
Karen Carlos Bravo	[illegible]	[illegible]
Cristian Zamora	[illegible]	[illegible]

Folio012181

FIPA 2018-43

"Determinación del Estado Poblacional en las Reservas Marinas Isla Chañaral e Isla Choros y Damas, de las Especies Delfín Nariz de Botella, Chungungo Pingüino de Humboldt y Cetáceos"

CEAZA

Universidad de Valparaíso CHILE

PUNTA DE CHOROS

Nombre de la Actividad: Jornada de capacitación para la actualización de contenidos y relatos de tripulantes

Fecha: 7 de enero **Lugar: Punta de Choros**

Nombres	~~Cliente/Empresa~~ NOMBRE EMBARCACIÓN	Teléfono	Correo electrónico
Maickol Barrera.	Highlander	949760507	Maickol.barrera@gmail.com
Elías Barrera	Deseos azul	961826322	elias-blanco@hotmail.com
Gisela Briones V.	Ricky II	962212493	g.briones07@gmail.com
Cristian Castillo F.	Tio Victor	931904187	victor.e.1966@gmail.com
Mario Bolbaran Cortés	Buen Chiste	976094491	bolbaran@gmail.com
Gonzalo Flores A.	Dominique	991422313	—
Jorge Flores Rojas	Schlonyt	933927606	Jorge.f.349@gmail.com
Manuel Arteta Díaz	Cronos	BH783590	229manuel@gmail.com
Victor Rojas	Cronos	8822305	22kmanuel@gmail.com
Gustavo Tapia Rojas	Thalu II	953581417	gustavo.tapia0604@gmail.com
Pedro Barra C	DE MIAN	85778059	—
Jorge Flores Flores	Dominique	982956390	
Guillermo Labarca Rojas	Perla Negra	56958718193	

Folio012182

FIPA 2018-43
"Determinación del Estado Poblacional en las Reservas Marinas Isla Chañaral e Isla Choros y Damas, de las Especies Delfín Nariz de Botella, Chungungo Pingüino de Humboldt y Cetáceos"

CEAZA

Universidad de Valparaíso CHILE

Lista de participantes

Nombre de la Actividad
Fecha:
Lugar: Punta de Choros

Nombres	Ciudad / localidad (EMBARCADO)	Teléfono	Correo electrónico
Andrés Caamaño D.	Volunteer Estudio	999011039	andrescaamaño3313@gmail.com
David Pastén Zúñiga	[illegible]	976683124	[illegible]
Víctor Campos Reyes	Naomi Antonia	979074936	
Yanina Vilches Figueroa	Turismo	973497177	[illegible]
JESUS BERNAL PEREZ	Los Choros	952311942	[illegible]
Sebastian Hernandez	Cabo [illegible]	977028099	[illegible]
Ricardo Ferrés Parada	El Morro de Los Choros	993234599	ricardoferres@gmail.com
JUAN DOJAS CORTÉS	TURISTA FARLEY	983667809	
Gabriel Vallejos Parada	Maria Paz	952095519	Fernandocristobal@gmail.com
VICTOR AGUIRRE V	ALAO	976179679	
Yenny Isadora Díaz	Feria Arcoiris	963327196	[illegible]

Folio0012183

FIPA 2018-43
"Determinación del Estado Poblacional en las Reservas Marinas Isla Chañaral e Isla Choros y Damas, de las Especies Delfín Nariz de Botella, Chungungo Pingüino de Humboldt y Cetáceos"

CEAZA

Universidad de Valparaíso CHILE

Lista de participantes

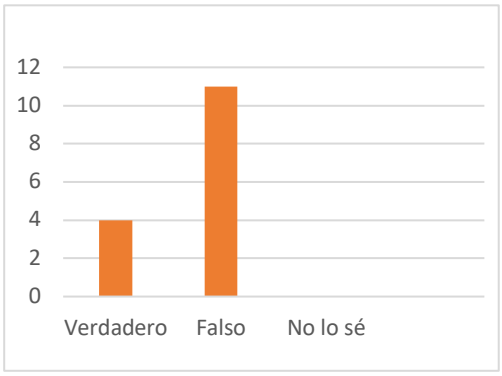
Nombre de la Actividad:
Fecha:
Lugar: Punta de Choros

Nombres	Ciudad / localidad	Teléfono	Correo electrónico
Sergio Pozo V.	Motor fuera de borda	940569666	
Alejandro Vergara Rojas	Diamante Blanco	985922963	
Makarena Gaskma Pastén	Isla de Pinto Valdivia	992001637	
Humberto Arancibia G.	Rib Sportur 58	930146755	
Francisco Araya Bahamondes	P/a de Hero.	87821485	
Yannis Echeverría Jbscocha	Piloto Pesca Artesanal	9 96307805	[illegible]
KEVIN VERGARA BALBOA	Progreso del Joselin	9.56851701	
CRISTIAN PASTEN AGUILERA	Chungo 2.0	976199004	
Rodrigo Flores A.	CAPT Jack	985227291	
Johanna Tamayo Vergara	Depto Pesca	963121179	jtamayovergara@hotmail.com
Jocelyn Tamayo Vergara	Caleta Colete Gonzales	945235848	
Laura Flores	calle Caballos	13423966	Laurabeatrizflorezh@gmail.com

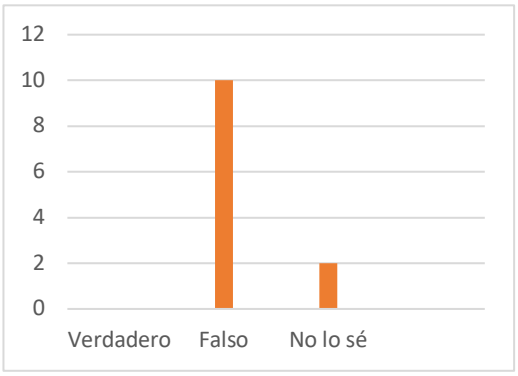
Resultado de la evaluación de aprendizajes
La evaluación de aprendizajes obtuvo los siguientes resultados:

El Pingüino de Humboldt se encuentra en peligro de extinción.

Punta de Choros

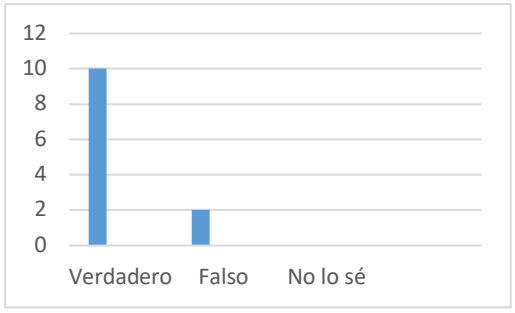


Chañaral de Aceituno

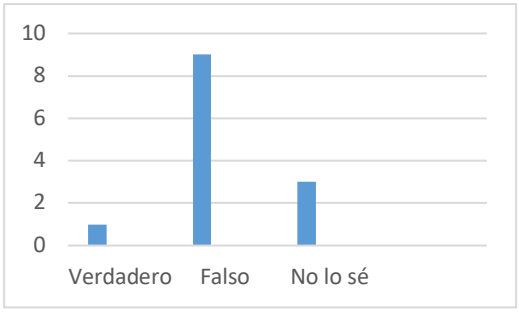


Las ballenas procrean en el trópico, se detienen en ésta zona a comer y luego se regresan.

Punta de Choros



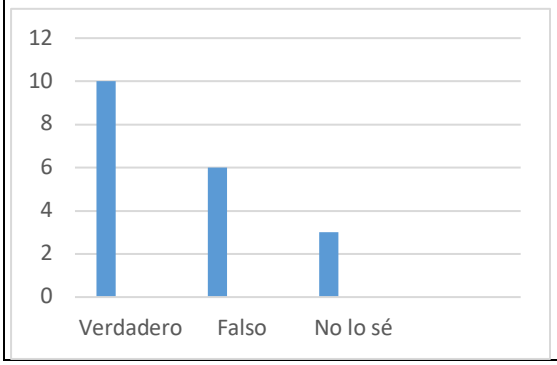
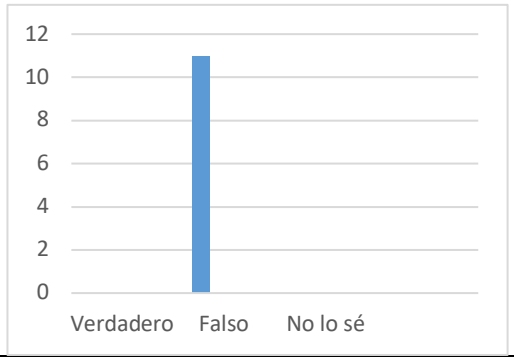
Chañaral de Aceituno



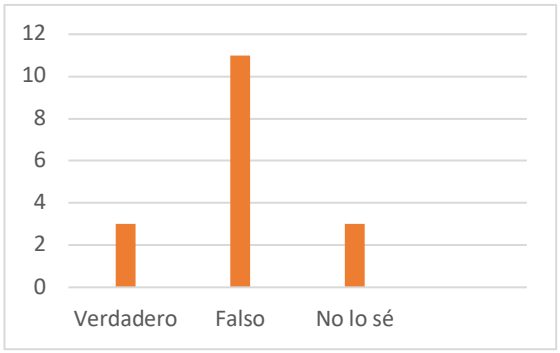
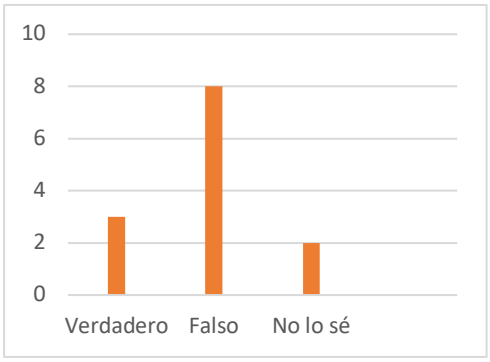
La surgencia es una corriente similar a la corriente de Humboldt.

Punta de Choros	Chañaral de Aceituno
	

La corriente de Humboldt es una corriente fría porque viene de la Antártica

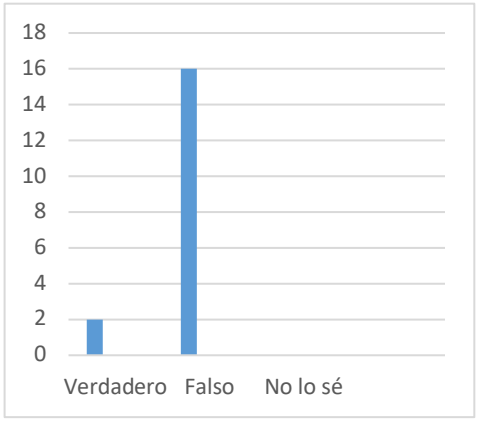
Punta de Choros	Chañaral de Aceituno
	

El estado de conservación de todos los delfines nariz de botella (incluyendo el grupo residente) es de preocupación menor.

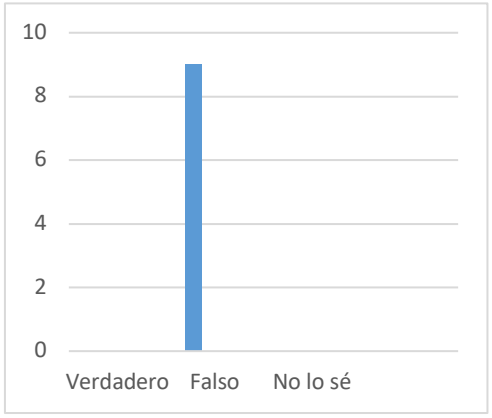
Punta de Choros	Chañaral de Aceituno
	

Cuando los delfines saltan y forman un corazón van a copular.

Punta de Choros

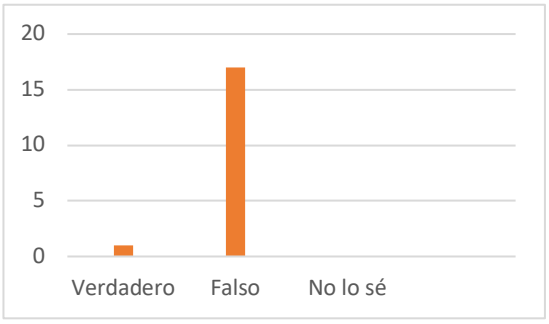


Chañaral de Aceituno

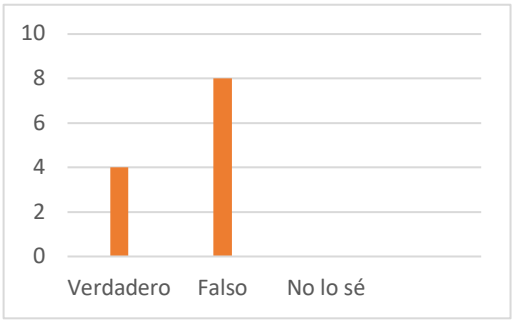


El Pingüino de Humboldt tiene una sola pareja de por vida y cuando muere la hembra, muere el macho de pena.

Punta de Choros



Chañaral de Aceituno

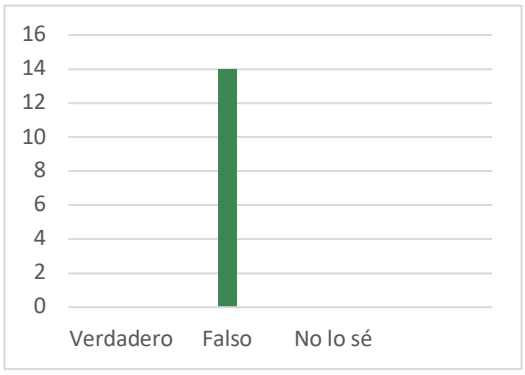


El delfín nariz de botella puede vivir entre 60 a 70 años

Punta de Choros



Chañaral de Aceituno



Asistentes al taller en Chañaral de Aceituno, respondiendo evaluación.



Asistentes al taller en Punta de Choros, respondiendo evaluación.



Material complementario: Cápsula de estudio online:

Cada jornada de capacitación se grabó y posteriormente se editó en un formato de cápsula de contenidos, con el fin de que cada organización dispusiera de un kit de estudios para reforzar contenidos claves presentes en las Reservas Marinas y con el fin de que los tripulantes externos que llegan exclusivamente en temporada alta se les realice un proceso de inducción previa temporada.

La clase se subió al canal de Youtube de CEAZA, para facilitar el acceso se creó un solo link que permite el ingreso directo a las tres cápsulas de contenidos.

Acceso: http://www.difuciencia.cl/capacitacion-fipa/

Cápsulas de contenidos en sitio web www.difuciencia.cl, portal de divulgación científica del CEAZA:



Cápsulas de contenidos en canal de YouTube de CEAZA:



Se envía el material vía correo electrónico a los dirigentes de ambas asociaciones gremiales y vía WhatsApp a los participantes (a solicitud de éstos, ya que se les facilita el acceso inmediato al material).

Mensaje vía correo electrónico enviado a dirigentes



Mensaje vía correo electrónico enviado a los asistentes



Mensaje vía Whatsapp enviado a los asistentes



De ésta manera la información puede ser compartida de manera sencilla entre los miembros de cada organización de pescadores.

Entrega de diplomas:

Los asistentes obtienen un diploma de participación acreditado por Universidad de Valparaíso y CEAZA.

Firmas del diploma:

- Maritza Sepúlveda, directora proyecto FIPA 2018-43, académica Universidad de Valparaíso.
- Carlos Olavarría, director ejecutivo de CEAZA

Modelo de diploma entregado a participante en Chañaral de Aceituno



Modelo de diploma entregado a participante en Punta de Choros



La entrega de diplomas se realizó de manera posterior durante una muestra itinerante de difusión científica, visitando ambas caletas





11.4 Objetivo Específico 4. Evaluar el impacto ambiental sobre el ecosistema y la fauna local de los servicios de observación y avistamiento de fauna

I. Validación de las acciones del avistamiento de fauna y de los componentes de los factores ambientales con los servicios gubernamentales presentes en el territorio y que tienen relación con la actividad turística

Tanto para la validación de especies como para la validación de las acciones del avistamiento de fauna, se utilizaron las respuestas de 12 participantes (6 de cada Región). Los participantes de esta actividad fueron del Servicio Nacional de pesca (Sernapesca) y de la Corporación Nacional Forestal (Conaf). Estos 12 participantes son aquellos que tienen directa relación con la fiscalización de las actividades turísticas que se desarrollan en las reservas marinas y en la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt (RNPH). Si bien en el taller participaron más personas de ambos servicios, de esta actividad de validación participaron aquellas personas que se declararon competentes para responder. A continuación, se muestran los resultados de este levantamiento de información.

Validación de los factores ambientales

De las especies seleccionadas como factores ambientales, la mayoría contó con la aprobación de ambas regiones, a excepción de la especie yeco en la Región de Coquimbo, donde el 67% de los asistentes no estaba de acuerdo con que se evaluara (Tabla 11.4.1).

Al consultar sobre nuevas especies a ser evaluadas, solo una persona de la Región de Coquimbo indicó al calderón gris, y una persona de la Región de Atacama indicó a la ballena jorobada y a la ballena franca austral.

En cuanto a la importancia según su estado de conservación, para ambas localidades, los cetáceos fueron considerados en una categoría alta, al igual que el chungungo, el pingüino de Humboldt y el yunco (Tabla 11.4.1). El resto de las aves (a excepción del yunco) fueron consideradas entre las categorías media o baja (Tabla 11.4.1). El lobo marino común fue considerado en la categoría media y baja en la Región de Coquimbo, y como baja en la Región de Atacama. El lobo fino austral fue considerado como alta y media en la Región de Coquimbo y como alta en la Región de Atacama (Tabla 11.4.1).

En cuanto a la importancia para el turismo, para ambas localidades, los cetáceos fueron considerados en una categoría alta, al igual que el chungungo y el pingüino de Humboldt (Tabla 11.4.1). El yunco tuvo una importancia alta en Coquimbo y media en Atacama. El lobo marino común y el lobo fino austral tuvieron una importancia media en Coquimbo y alta en Atacama. El cormorán yeco fue la única especie con una importancia baja para el turismo en ambas regiones, mientras que el lile, el guanay y el piquero se consideraron en la categoría media (Tabla 11.4.1).

En la Tabla 11.4.2 se muestra la comparación entre lo establecido por el Reglamento de Clasificación de Especies para establecer las categorías de conservación y la importancia de las especies para el turismo v/s la percepción de los servicios públicos de Sernapesca y

CONAF sobre estos dos temas. Se muestra una concordancia relativa entre la percepción de los servicios públicos y lo establecido en el marco de este proyecto.

Tabla 11.4.1 Resultados de la validación de especies, categorización de la importancia según su estado de conservación y la importancia para el turismo para la a) Región de Coquimbo y b) Región de Atacama.

a)

Especies	Evaluación (%)		Importancia según su estado de conservación (%)			Importancia para el turismo (%)		
	SI	NO	ALTA	MEDIA	BAJA	ALTA	MEDIA	BAJA
Delfín nariz de botella transeúnte	83	17	83	17	0	50	50	0
Delfín nariz de botella residentes	100	0	100	0	0	83	17	0
Ballena azul	83	17	83	17	0	83	17	0
Ballena fin	100	0	83	17	0	83	17	0
Lobo marino común	100	0	0	50	50	17	83	0
Lobo fino austral	83	17	50	50	0	33	50	17
Chungungo	100	0	100	0	0	100	0	0
Pingüino de Humboldt	100	0	100	0	0	100	0	0
Yunco	100	0	100	0	0	50	17	33
Cormorán Lile	100	0	33	67	0	17	83	0
Cormorán Guanay	83	17	17	83	0	17	83	0
Cormorán Yeco	33	67	17	17	67	17	0	83
Piquero	83	17	33	50	0	40	40	20

b)

Especies	Evaluación (%)		Importancia según su estado de conservación (%)			Importancia para el turismo (%)		
	SI	NO	ALTA	MEDIA	BAJA	ALTA	MEDIA	BAJA
Delfín nariz de botella transeúnte	100	0	86	14	0	100	0	0
Delfín nariz de botella residentes	100	0	100	0	0	100	0	0
Ballena azul	100	0	100	0	0	100	0	0
Ballena fin	100	0	86	14	0	100	0	0
Lobo marino común	67	33	29	29	43	57	29	14
Lobo fino austral	83	17	57	43	0	71	29	0
Chungungo	100	0	71	29	0	100	0	0
Pingüino de Humboldt	100	0	100	0	0	100	0	0
Yunco	80	20	83	17	0	33	50	17
Cormorán Lile	80	20	0	83	17	17	50	33
Cormorán Guanay	75	25	0	60	40	20	50	17
Cormorán Yeco	60	40	0	20	80	20	0	80
Piquero	80	20	20	80	0	20	40	40

Tabla 11.4.2. Cuadro comparativo entre la importancia según la categoría de conservación establecido por el reglamento de clasificación de especies y la percepción de los servicios públicos, y la comparación de la importancia para el turismo según la percepción de equipo de trabajo y de los servicios públicos.

Nombre común	Importancia según cat. conservación	Importancia para el turismo	Percepción de los servicios públicos			
			Importancia según cat. de conservación		Importancia para el turismo	
			Coquimbo	Atacama	Coquimbo	Atacama
Delfín nariz de botella transeúnte	Baja	Alta	Alta	Alta	Alta/Media	Alta
Delfín nariz de botella residentes	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Ballena azul	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Ballena fin	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Lobo marino común	Baja	Media	Media/Baja	Baja	Media	Alta
Lobo fino austral	Media	Media	Alta/Media	Alta	Media	Alta
Chungungo	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Pingüino de Humboldt	Media	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Yunco	Alta	Baja	Alta	Alta	Alta	Media
Cormorán Lile	Media	Media	Media	Media	Media	Media
Cormorán Guanay	Media	Baja	Media	Media	Media	Media
Cormorán Yeco	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
Piquero	Baja	Media	Media	Media	Alta/Media	Media/Baja

Validación de las acciones del avistamiento de fauna

Según la percepción de los participantes, la intensidad en cuanto al comportamiento de los turistas fue categorizado mayoritariamente como media en la Región de Coquimbo, a excepción del pingüino de Humboldt que fue categorizada entre alta y media, y el yeco que fue categorizado como bajo (Tabla 11.4.3). En esta misma Región, en el caso de las aves como el yunco, lile y piquero, los participantes no tuvieron una preferencia clara por alguna de las categorías (Tabla 11.4.3). En cuanto a la afectación, las especies consideradas en la categoría alta fueron el lobo marino común, el lobo fino austral, el chungungo, el pingüino de Humboldt y el yunco (Tabla 11.4.3). En el caso de los cetáceos, la afectación fue considerada como baja (Tabla 11.4.3). En el caso del guanay, el yeco y el piquero, la afectación fue considerada como media (Tabla 11.4.3). En la Región de Atacama, esta acción fue considerada principalmente con una intensidad alta para los cetáceos, al igual que el pingüino de Humboldt y el yunco (Tabla 11.4.4). En esta misma

Región el lobo marino común, el lobo fino austral, el chungungo, el lile, el guanay y el piquero se consideraron con una intensidad media (Tabla 11.4.4). Solo el yeco se consideró con una intensidad baja (Tabla 11.4.4). En cuanto a la afectación de esta acción, el delfín nariz de botella residente, la ballena azul, el lobo marino común, el lobo fino austral y el pingüino de Humboldt, se consideraron como alta (Tabla 11.4.4), mientras que para el delfín nariz de botella transeúnte, el lile y el piquero, la afectación fue considerada como media (Tabla 11.4.4).

Para la distancia de acercamiento, la totalidad de los participantes de Coquimbo consideraron que tanto la intensidad como la afectación era alta para el pingüino de Humboldt (Tabla 11.4.3). De igual manera, la mayoría de los participantes de Atacama coincide que la intensidad y la afectación era alta para esta misma especie (Tabla 11.4.4). Esta misma tendencia se presentó para el delfín nariz de botella residente, la ballena fin, la ballena azul, el chungungo, el yunco y el lile, donde los participantes de Coquimbo indicaron que la intensidad y la afectación era alta (Tabla 11.4.3). En el caso de los participantes de Atacama, solo consideraron al yunco con una intensidad y afectación en la categoría alta (Tabla 11.4.4). Los participantes de Atacama consideraron que, para el caso de los cetáceos, la intensidad en relación a la distancia de acercamiento se encuentra entre la categoría alta y media. Sin embargo, la afectación a estas especies la consideraron mayoritariamente como alta (Tabla 11.4.4). En este mismo sector, para el lobo fino austral se consideró que la intensidad de la distancia de acercamiento es alta y la afectación se consideró como media (Tabla 11.4.4). Para el resto de las aves, tales como el lile, el guanay, el yeco y el piquero, la intensidad se considero principalmente como media, al igual que la afectación (Tabla 11.4.4).

En el caso de la duración de los avistamientos, en general y para la mayoría de las especies en ambas localidades, esta acción se consideró con una intensidad media, excepto el chungungo en Coquimbo que se consideró con una intensidad alta (Tabla 11.4.3 y Tabla 11.4.4). En Coquimbo, el delfín nariz de botella no residente, el pingüino de Humboldt y el lile no presentaron una preferencia a una categoría específica para la intensidad (Tabla 11.4.3). En Coquimbo, los participantes consideraron que la afectación para la ballena fin y azul es baja (Tabla 11.4.3). En ese mismo sentido, los participantes de Coquimbo consideraron que la afectación es media para el lobo marino común, el lobo fino austral, el chungungo, el yunco, el lile, el guanay, el yeco y el piquero (Tabla 11.4.3). Los participantes de Atacama consideraron a la duración de los avistamientos con una afectación media para todos los cetáceos, ambos lobos marinos, el pingüino de Humboldt y el piquero (Tabla 11.4.4). En el caso del chungungo, el yunco, el lile, el guanay y el yeco, la afectación se consideró como baja (Tabla 11.4.4).

En cuanto al modo de aproximación y para los representantes de Coquimbo, la intensidad y la afectación fueron consideradas en la categoría alta para los cetáceos, el chungungo y el pingüino de Humboldt (Tabla 11.4.3). En el caso del lobo marino común, el lobo fino austral, el lile, el guanay, el yeco y el piquero, se consideraron en la categoría media tanto para la intensidad como para la afectación (Tabla 11.4.3). En el caso de los representantes de Atacama, consideraron que para los delfines nariz de botella residentes y no residentes, el modo de aproximación se relaciona con la categoría media, sin

embargo, no existe consenso en cuanto al nivel de afectación (Tabla 11.4.4). Caso contrario se observó en la ballena fin y azul, donde el modo de aproximación no se relaciona con ninguna categoría específica, pero consideran que la afectación es alta (Tabla 11.4.4). Para ambas especies de lobos marinos, se consideró que la intensidad del modo de aproximación es media, pero para el lobo marino común la afectación es media y para el lobo fino austral no se llegó a consenso (Tabla 11.4.4). En el caso del chungungo, el lile, el guanay y el piquero se consideró que la intensidad y la afectación de esta acción es media (Tabla 11.4.4).

Según los representantes de Coquimbo, la intensidad del número de embarcaciones fue considerada como alta para la mayoría de las especies, a excepción del lobo marino común y el piquero que se consideró entre alta y media. En el caso del guanay y el yeco la intensidad de esta acción se consideró como media (Tabla 11.4.3). En cuanto a la afectación, hubo una respuesta diferenciada para las distintas especies. Según estos mismos representantes, consideraron que la afectación fue alta en el delfín nariz de botella residente, en el chungungo, en el pingüino de Humboldt y en el yunco (Tabla 11.4.3). Mientras que para el delfín nariz de botella transeúnte, los dos lobos marinos y el resto de las aves (lile, guanay, yeco y piquero) la afectación se consideró como media (Tabla 11.4.3). Según los representantes de Atacama, el número de embarcaciones tuvo respuestas variadas para la intensidad y la afectación. La mayoría de las especies se categorizó como intensidad media. Sólo el delfín nariz de botella residente y el yunco se consideraron con una intensidad y afectación alta (Tabla 11.4.4). La ballena azul, el lobo marino común, el pingüino de Humboldt y el piquero fueron otras especies que se consideraron con una afectación alta (Tabla 11.4.4).

En cuanto a la velocidad de acercamiento, los representantes de Coquimbo consideraron que la afectación y la intensidad es alta para los cetáceos (Tabla 11.4.3). Estos mismos resultados son atribuibles al chungungo, al yunco y al pingüino de Humboldt (Tabla 11.4.3). En el caso de los representantes de Atacama la intensidad indicada para los cetáceos es más variada. Para el delfín nariz de botella residente y la ballena fin, se categorizó la intensidad como media, mientras que para el delfín nariz de botella transeúnte y la ballena azul se consideraron entre la categoría alta y media (Tabla 11.4.4). Sin embargo, para estas 4 especies de cetáceos la afectación se consideró como alta (Tabla 11.4.4). En el caso de los lobos marinos, según los participantes de Coquimbo, tanto la intensidad como la afectación se consideró como media (Tabla 11.4.3). En el caso de los participantes de Atacama la intensidad de consideró como baja para ambas especies de lobos marinos. Sin embargo, la afectación para el lobo marino común se consideró como media, mientras que para el lobo fino austral no hubo consenso (Tabla 11.4.4). En Atacama el yunco fue la única especie que reporto una intensidad y afectación alta (Tabla 11.4.4). Según los participantes de Atacama, el resto de las aves (lile, guanay, yeco y piquero) se consideraron con una intensidad entre media y baja, y una afectación media (Tabla 11.4.4).

Tabla 11.4.3. Resultados de la percepción de las acciones que genera el avistamiento de fauna sobre las especies evaluadas, según los participantes de la Región de Coquimbo (n=6). Las siglas indican lo siguiente, A: alta, M: media, B: baja, I: inexistente.

Especie	Comportamiento de los turistas								Distancia de acercamiento								Duración de los avistamientos							
	Intensidad %				Afectación %				Intensidad %				Afectación %				Intensidad %				Afectación %			
	A	M	B	I	A	M	B	I	A	M	B	I	A	M	B	I	A	M	B	I	A	M	B	I
Delfín nariz de botella residente	0	83	17	0	17	33	50	0	67	33	0	0	67	33	0	0	33	67	0	0	50	50	0	0
Delfín nariz de botella transeúnte	0	67	33	0	17	17	67	0	50	50	0	0	50	50	0	0	33	33	33	0	50	33	17	0
Ballena fin	0	67	33	0	17	33	33	17	67	33	0	0	67	33	0	0	33	67	0	0	33	17	50	0
Ballena azul	0	67	33	0	17	33	33	17	67	33	0	0	67	33	0	0	33	50	17	0	33	0	67	0
Lobo marino común	33	50	17	0	50	17	33	0	33	67	0	0	33	67	0	0	0	83	17	0	17	50	33	0
Lobo fino austral	33	50	17	0	50	17	33	0	50	50	0	0	50	50	0	0	17	67	17	0	33	50	17	0
Chungungo	33	50	17	0	50	33	17	0	83	0	17	0	83	0	17	0	50	33	17	0	33	50	17	0
Pingüino de Humboldt	50	50	0	0	50	33	17	0	100	0	0	0	100	0	0	0	33	33	33	0	50	50	0	0
Yunco	33	33	33	0	50	17	33	0	50	33	17	0	67	17	17	0	0	67	33	0	17	67	17	0
Cormorán lile	33	33	33	0	33	33	33	0	50	33	17	0	50	33	17	0	33	33	33	0	17	50	33	0
Cormorán guanay	17	50	33	0	17	50	33	0	33	50	17	0	17	67	17	0	0	67	33	0	0	67	33	0
Cormorán yeco	17	33	50	0	17	50	33	0	17	67	17	0	0	83	17	0	0	67	33	0	0	67	33	0
Piquero	33	33	33	0	17	50	33	0	33	50	17	0	33	67	0	0	0	67	33	0	0	67	33	0

Especie	Modo de aproximación								Número de embarcaciones presenten								Velocidad de acercamiento							
	Intensidad %				Afectación %				Intensidad %				Afectación %				Intensidad %				Afectación %			
	A	M	B	I	A	M	B	I	A	M	B	I	A	M	B	I	A	M	B	I	A	M	B	I
Delfín nariz de botella residente	83	17	0	0	83	17	0	0	83	17	0	0	83	17	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0
Delfín nariz de botella transeúnte	67	33	0	0	67	33	0	0	67	17	17	0	33	67	0	0	83	17	0	0	83	17	0	0
Ballena fin	100	0	0	0	67	33	0	0	83	17	0	0	50	50	0	0	100	0	0	0	67	33	0	0
Ballena azul	83	17	0	0	67	33	0	0	67	33	0	0	50	50	0	0	83	17	0	0	67	33	0	0
Lobo marino común	0	100	0	0	17	67	17	0	50	50	0	0	17	83	0	0	0	100	0	0	17	67	17	0
Lobo fino austral	33	67	0	0	50	33	17	0	67	33	0	0	33	67	0	0	17	83	0	0	17	67	17	0
Chungungo	50	33	17	0	50	33	17	0	83	17	0	0	67	33	0	0	50	33	17	0	50	33	17	0
Pingüino de Humboldt	100	0	0	0	83	17	0	0	83	17	0	0	100	0	0	0	83	17	0	0	83	17	0	0
Yunco	67	33	0	0	50	50	0	0	83	17	0	0	67	33	0	0	83	17	0	0	100	0	0	0
Cormorán lile	33	50	17	0	17	83	0	0	67	33	0	0	33	67	0	0	33	33	33	0	67	33	17	0
Cormorán guanay	17	67	17	0	17	83	0	0	33	50	17	0	0	100	0	0	33	50	17	0	33	67	0	0
Cormorán yeco	17	67	17	0	17	67	17	0	17	67	17	0	0	67	33	0	17	50	33	0	17	67	17	0
Piquero	33	50	17	0	33	50	17	0	50	50	0	0	33	67	0	0	33	33	33	0	33	67	0	0

Tabla 11.4.4. Resultados de la percepción de las acciones que genera el avistamiento de fauna sobre las especies evaluadas, según los participantes de la Región de Atacama (n=6). Las siglas indican lo siguiente, A: alta, M: media, B: baja, I: inexistente.

Especie	Comportamiento de los turistas								Distancia de acercamiento								Duración de los avistamientos							
	Intensidad %				Afectación %				Intensidad %				Afectación %				Intensidad %				Afectación %			
	A	M	B	I	A	M	B	I	A	M	B	I	A	M	B	I	A	M	B	I	A	M	B	I
Delfín nariz de botella residente	67	33	0	0	50	33	17	0	50	50	0	0	67	17	17	0	33	67	0	0	17	67	17	0
Delfín nariz de botella transeúnte	50	50	0	0	33	50	17	0	33	50	17	0	50	17	33	0	50	50	0	0	17	67	17	0
Ballena fin	50	50	0	0	50	50	0	0	50	50	0	0	50	50	0	0	33	67	0	0	33	50	17	0
Ballena azul	67	33	0	0	67	33	0	0	50	50	0	0	83	0	17	0	50	50	0	0	33	50	17	0
Lobo marino común	33	67	0	0	50	33	17	0	67	33	0	0	50	50	0	0	17	50	33	0	17	50	33	0
Lobo fino austral	33	67	0	0	67	33	0	0	67	33	0	0	33	67	0	0	17	50	33	0	17	50	33	0
Chungungo	33	67	0	0	50	50	0	0	50	50	0	0	67	33	0	0	0	67	33	0	17	33	50	0
Pingüino de Humboldt	67	17	17	0	50	33	17	0	67	33	0	0	83	17	0	0	33	67	0	0	33	50	17	0
Yunco	60	40	0	0	40	20	40	0	60	20	20	0	60	20	20	0	20	40	40	0	20	20	60	0
Cormorán lile	20	60	20	0	0	80	20	0	0	60	40	0	0	60	40	0	0	40	60	0	0	40	60	0
Cormorán guanay	20	40	20	20	20	40	20	20	0	40	40	20	0	80	0	20	0	60	20	20	20	20	40	20
Cormorán yeco	20	20	40	20	20	20	40	20	0	40	40	20	0	40	0	20	0	40	40	20	20	20	40	20
Piquero	20	60	0	20	20	60	0	20	0	80	0	20	40	40	0	20	0	60	20	20	20	40	20	20

Especie	Modo de aproximación								Número de embarcaciones presenten								Velocidad de acercamiento							
	Intensidad %				Afectación %				Intensidad %				Afectación %				Intensidad %				Afectación %			
	A	M	B	I	A	M	B	I	A	M	B	I	A	M	B	I	A	M	B	I	A	M	B	I
Delfín nariz de botella residente	17	83	0	0	33	33	33	0	50	33	17	0	50	17	33	0	33	50	17	0	50	33	17	0
Delfín nariz de botella transeúnte	33	50	17	0	33	33	33	0	17	50	33	0	50	0	50	0	50	50	0	0	67	33	0	0
Ballena fin	50	50	0	0	67	33	0	0	50	50	0	0	50	50	0	0	33	67	0	0	83	17	0	0
Ballena azul	50	50	0	0	83	17	0	0	50	50	0	0	67	33	0	0	50	50	0	0	83	17	0	0
Lobo marino común	17	67	17	0	17	50	33	0	33	67	0	0	50	17	33	0	17	33	50	0	17	50	33	0
Lobo fino austral	33	67	0	0	33	33	33	0	17	83	0	0	0	83	17	0	33	17	50	0	33	33	33	0
Chungungo	0	100	0	0	17	67	17	0	0	83	17	0	17	50	33	0	17	67	17	0	17	67	17	0
Pingüino de Humboldt	50	50	0	0	50	33	17	0	50	50	0	0	67	33	0	0	33	67	0	0	50	33	17	0
Yunco	60	40	0	0	60	20	20	0	60	20	20	0	60	0	40	0	80	20	0	0	80	20	0	0
Cormorán lile	0	60	40	0	0	60	40	0	0	40	60	0	20	20	60	0	0	40	60	0	0	60	40	0
Cormorán guanay	0	60	20	20	0	80	0	20	0	40	40	20	0	40	40	20	0	40	40	20	0	80	0	20
Cormorán yeco	0	20	60	20	0	40	40	20	0	20	60	20	20	0	60	20	0	20	60	20	0	40	40	20
Piquero	20	60	0	20	40	40	0	20	0	60	20	20	40	20	20	20	0	60	20	20	0	80	0	20

II. Evaluación en terreno desde embarcación

Los datos utilizados en estos análisis fueron recopilados durante el 2019 y 2020 según el detalle de la Tabla 11.4.5.

Tabla 11.4.5. Expediciones para la toma de datos realizadas durante el 2019 y 2020. Se indica las fechas en que se realizaron las expediciones y el numero de salidas en cada reserva marina.

Expediciones	Fechas	Número de salidas	
		RMICD	RMIC
2019	8 al 27 febrero	14	20
2020	18 enero al 15 de febrero	62	29

A continuación, se presentan los resultados recopilados en el verano del 2019 y 2020.

Comparación 2019 y 2020

En cuanto a los factores ambientales, las especies evaluadas se presentan en la Tabla 11.4.6. De este listado, el yunco solo pudo ser evaluado durante el 2020 en la RMIC, debido a la escasa presencia de esta especie durante las salidas a terreno del 2019. De esta manera y tomando en cuenta los factores ambientales y las acciones ejercidas sobre el avistamiento de fauna, la estructura de la matriz queda ejemplificada en la Tabla 11.4.7.

En las Tabla 11.4.6 a Tabla 11.4.9 se muestran el resumen de los resultados obtenidos en las dos campañas de terreno (2019 y 2020) y para las dos áreas de estudio (RMIC y RMICD). A partir de estos resultados, se puede observar que en la RMIC durante el 2020 hubo más especies que presentaron la reacción en la categoría “escape”. En el 2019 solo el chungungo y el pingüino de Humboldt presentaron la reacción de escape, mientras que en el 2020 se sumó al yunco, lobo marino común reproductivo y al lobo fino austral (Tabla 11.4.6 y Tabla 11.4.7). En la RMICD también se registró la misma situación. En el 2019 solo el chungungo y el guanay presentaron la reacción deescape”, mientras que en el 2020 se sumó al lile, lobo marino común no reproductivo, el pingüino de Humboldt y al piquero (Tabla 11.4.8 y Tabla 11.4.9).

Con la finalidad de analizar si se pueden sumar los datos recopilados en el 2019 y 2020, se realizó una comparación entre los datos obtenidos para ambos años en cada área. De este análisis podemos desprender que en el caso de la RMIC el porcentaje de reacción de las especies evaluadas para “sin reacción”, “alerta” y “escape” no presentaron diferencias significativas entre los años ($P>0.05$). Para la RMICD el pingüino de Humboldt y el lile presentaron diferencias entre la reacción denominada “sin reacción” (pingüino de Humboldt $x^2 = 13.2$, $P<0.001$; lile $x^2 = 8.8$, $P=0.003$) y “alerta” (pingüino de Humboldt $x^2 = 10.3$, $P=0.001$; lile $x^2 = 7.8$, $P=0.005$). De esta manera, para el posterior análisis entre áreas

de estudio, solo se van a considerar los datos recopilados en el 2020 para el pingüino de Humboldt y el lile, debido a la mayor cantidad de datos en ese año.

Asimismo, se realizaron comparaciones entre la velocidad de acercamiento y distancia de reacción, por cada categoría de respuesta. Para la RMIC el chungungo, lobo fino austral, lile y el lobo marino común (no reproductivo) no presentaron diferencias entre las categorías de reacción, entre ambos años y para ambos factores analizados (P>0.05). El pingüino de Humboldt presentó diferencias en la categoría "sin reacción" tanto para el factor velocidad de acercamiento (t=2.47, P=0.02) como para el factor distancia de reacción (U= 236, P<0.001), mostrando un aumento en la distancia media de acercamiento durante el 2020 (2019: 57.4 m v/s 2020: 78.4 m) y una disminución en la velocidad media de acercamiento en el 2020 (2019: 10.1 km/k v/s 2020: 8.0 km/h, Tabla 11.4.6 y Tabla 11.4.7). El piquero mostró diferencias solo en categoría "sin reacción" para el factor distancia media de reacción (U=199.5, P=0.008), mostrando un aumento durante el 2020 (2019: 33 m v/s 2020: 56 m, Tabla 11.4.6 y Tabla 11.4.7). El lobo marino común (reproductivo) mostró diferencias solo en la categoría "alerta" para el factor velocidad de acercamiento (U=302, P=0.03), mostrando una disminución durante el 2020 (2019: 6.5 k/h v/s 2020: 5.1 km/h, Tabla 11.4.6 y Tabla 11.4.7). De esta manera, para el pingüino de Humboldt, el piquero y el lobo marino común (reproductivo) se utilizaron los datos de 2020 para la comparación entre áreas de estudio.

En el caso de la RMICD el lobo marino común (no reproductivo) (U=343.5, P<0.001) y el piquero (U=187, P<0.001) mostraron diferencias en la categoría "sin reacción" para el factor distancia media de reacción, con un aumento en la distancia para ambas especies en el 2020 (lobo marino común no reproductivo 2019: 12.5 m v/s 2020: 20.6 m; piquero 2019: 14.6 m v/s 2020: 32.2 m, Tabla 11.4.8 y Tabla 11.4.9). De esta manera, para el lobo marino común no reproductivo y el piquero se utilizaron los datos de 2020 para la comparación entre áreas de estudio.

No se realizaron estas comparaciones para el número de embarcaciones presentes y el modo de aproximación, debido al bajo número de embarcaciones en ambos años (mediana de 1 para la mayoría de las especies) y a que el modo de aproximación fue similar en ambos años (Tabla 11.4.6 a Tabla 11.4.9).

Tabla 11.4.6. Especies evaluadas a las distintas acciones del turismo en el 2019 para la RMIC según la respuesta de a) sin reacción, b) alerta y c) escape. Para cada especie se indica el número de observaciones, distancia de reacción (media y min), velocidad de acercamiento (media y máxima), comportamiento de los turistas en porcentaje (C: calmo, M: moderado, P: perturbador), número de embarcaciones (P 50%: percentil 50 y máximo), modo de aproximación (PL: paralelo, PP: perpendicular). Sigla R en el lobo marino común corresponde a reproductivo y NR a no reproductivo

a) Sin reacción

Especie	Nº obs.	% reacción	Dist. Reacción (m)		Vel. Acerc. (km/h)		Comp. Turistas (%)			Nº emb.		Modo aprox. (%)	
			Media	Mín.	Media	Máx.	C	M	P	P 50%	Máx.	PP	PL
Piquero	25	69	33	20	9.6	19	100	0	0	1	2	44	56
Cormorán lile	7	88	43	25	5.6	8	86	14	0	1	2	29	71
Pingüino de Humboldt	25	71	57.4	21	10.1	16	68	32	0	1	2	20	80
Chungungo	8	62	35.3	9	9	11	75	25	0	1	2	0	100
Lobo marino común (R)	20	51	49.7	18	6.5	10	85	15	0	1	2	16	84
Lobo marino común (NR)	14	64	50.4	14	7.8	15	93	7	0	1	2	21	79
Lobo fino austral	16	59	42	15	9.6	17	88	13	0	1	1	19	81

b) Alerta

Especie	Nº obs.	% reacción	Dist. Reacción (m)		Vel. Acerc. (km/h)		Comp. Turistas (%)			Nº emb		Modo aprox. (%)	
			Media	Mín.	Media	Máx.	C	M	P	P 50%	Máx.	PP	PL
Piquero	11	31	33	17	7.6	11	82	18	0	1	2	64	36
Cormorán lile	1	13	40		3.4		0	100	0	1	1	100	0
Pingüino de Humboldt	9	26	51.8	22	8.7	11	67	33	0	1	1	0	100
Lobo marino común (R)	19	49	42.6	21	6.5	11	89	11	0	1	5	11	89
Lobo marino común (NR)	8	36	36.8	9	8.2	17	75	13	13	1	2	38	63
Lobo fino austral	11	41	28.3	9	10.7	19	55	45	0	1	1	45	55

Continuación…

c) Escape

Especie	Nº obs.	% reacción	Dist. Reacción (m)		Vel. Acerc. (km/h)		Comp. Turistas (%)			Nº emb		Modo aprox. (%)	
			Media	Mín.	Media	Máx.	C	M	P	P 50%	Máx.	PP	PL
Pingüino de Humboldt	1	3	35	35	10	10	0	100	0	1	1	0	100
Chungungo	5	38	28.6	13	8.4	12	25	75	0	1	1	33	67

Tabla 11.4.7. Especies evaluadas a las distintas acciones del turismo en el 2020 para la RMIC según categoría de respuesta: a) sin reacción, b) alerta y c) escape. Para cada especie se indica el número de observaciones, distancia de reacción (media y min), velocidad de acercamiento (meda y máxima), comportamiento de los turistas en porcentaje (C: calmo, M: moderado, P: perturbador), número de embarcaciones (P 50%: percentil 50 y máximo), modo de aproximación (PL: paralelo, PP: perpendicular). Sigla R en el lobo marino común corresponde a reproductivo y NR a no reproductivo.

a) Sin reacción

Especie	Nº obs.	% reacción	Dist. Reacción (m)		Vel. Acerc. (km/h)		Comp. Turistas (%)			Nº emb		Modo aprox. (%)	
			Media	Mín.	Media	Máx.	C	M	P	P 50%	Máx.	PP	PL
Piquero	26	70	56	13	11	20	93	4	4	1	3	100	0
Cormorán lile	7	100	38.6	27	6.2	18	71	29	0	1	2	29	71
Cormorán yeco	27	66	49.2	22	9.2	16	96	4	0	1	2	0	100
Yunco	2	14	37.5	30	14.5	17	50	0	50	1	1	0	100
Pingüino de Humboldt	40	69	78.4	39	8	12	63	33	5	1	1	0	100
Chungungo	6	35	52.3	10	11.2	18	50	50	0	1	3	14	86
Lobo marino común (R)	44	59	46.7	22	7.9	22	77	16	7	1	2	5	95
Lobo marino común (NR)	21	81	44.5	6	8.4	17	59	27	14	1	2	9	91
Lobo fino austral	30	55	35.5	7	9.3	21	88	3	9	1	3	16	84

Continuación…

b) Alerta

Especie	Nº obs.	% reacción	Dist. Reacción (m)		Vel. Acerc. (km/h)		Comp. Turistas (%)			Nº emb		Modo aprox. (%)	
			Media	Mín.	Media	Máx.	C	M	P	P 50%	Máx.	PP	PL
Piquero	11	30	44.6	25	9.4	19	70	30	0	1	2	27	73
Cormorán yeco	14	34	40.2	27	10	19	93	7	0	1	3	0	100
Yunco	2	14	36.5	31	8.5	9	100	0	0	1	1	0	100
Pingüino de Humboldt	12	21	43.1	27	7.4	12	75	25	0	1	3	8	92
Chungungo	1	6	42	42	1.5	1.5	0	100	0	1	1	100	0
Lobo marino común (R)	28	38	42.2	13	5.1	14	79	11	11	1	3	0	100
Lobo marino común (NR)	5	19	44.6	24	11.8	22	80	20	0	2	4	0	100
Lobo fino austral	21	38	33.6	7	8.9	33	52	33	14	1	3	14	86

c) Escape

Especie	Nº obs.	% reacción	Dist. Reacción (m)		Vel. Acerc. (km/h)		Comp. Turistas (%)			Nº emb		Modo aprox. (%)	
			Media	Mín.	Media	Máx.	C	M	P	P 50%	Máx.	PP	PL
Yunco	10	71	30.9	20	23.7	37	80	20	0	1	1	0	100
Pingüino de humbolt	6	10	45.2	36	8	12	33	67	0	1	2	0	100
Chungungo	10	59	27.2	10	7.2	13	50	40	10	1	3	10	90
Lobo marino común (R)	2	3	48	12	4	5	100	0	0	1	1	0	100
Lobo fino austral	4	7	35.3	14	8.8	11	50	50	0	1	3	0	100

Tabla 11.4.8. Especies evaluadas a las distintas acciones del turismo en el 2019 para la RMICD según categoría de respuesta: a) sin reacción, b) alerta y c) escape. Para cada especie se indica el número de observaciones, distancia de reacción (media y min), velocidad de acercamiento (meda y máxima), comportamiento de los turistas en porcentaje (C: calmo, M: moderado, P: perturbador), número de embarcaciones (P 50%: percentil 50 y máximo), modo de aproximación (PL: paralelo, PP: perpendicular). Sigla NR en el lobo marino común corresponde a no reproductivo.

a) Sin reacción

Especie	Nº obs.	% reacción	Dist. Reacción (m)		Vel. Acerc. (km/h)		Comp. Turistas (%)			Nº emb		Modo aprox. (%)	
			Media	Mín.	Media	Máx.	C	M	P	P 50%	Máx.	PP	PL
Chungungo	5	50	12	6	10	15	100	0	0	1	2	40	60
Cormorán Guanay	5	71	29.4	19	10	16	100	0	0	1	1	60	40
Cormorán lile	16	100	14.1	5	13.1	21	50	44	6	1	2	63	38
Lobo marino común (NR)	20	74	12.5	6	11.9	20	65	15	20	1	2	85	15
Pingüino de Humboldt	33	92	42.2	16	10.7	19	73	9	18	1	3	67	33
Piquero	14	82	14.6	7	7.7	13	71	21	7	1	3	50	50
Cormorán yeco	12	100	26.1	9	10.4	19	83	17	0	1	2	20	80

b) Alerta

Especie	Nº obs.	% reacción	Dist. Reacción (m)		Vel. Acerc. (km/h)		Comp. Turistas (%)			Nº emb		Modo aprox. (%)	
			Media	Mín.	Media	Máx.	C	M	P	P 50%	Máx.	PP	PL
Chungungo	2	20	10.5	9	13.5	15	100	0	0	1.5	2	50	50
Cormorán Guanay	1	14	19	19	-	-				1	1	0	100
Lobo marino común (NR)	7	26	14.4	6	13	17	57	29	14	1	2	86	14
Pingüino de Humboldt	3	8	28.7	21	7	9	67	33	0	1	1	100	0
Piquero	3	18	15.7	10	6.9	13	100	0	0	1	3	67	33

c) escape

Especie	Nº obs.	% reacción	Dist. Reacción (m)		Vel. Acerc. (km/h)		Comp. Turistas (%)			Nº emb		Modo aprox. (%)	
			Media	Mín.	Media	Máx.	C	M	P	P 50%	Máx.	PP	PL
Chungungo	3	30	12.7	7	12	16	0	100	0	2	2	50	50
Conmoran Guanay	1	14	22	22			100	0	0	1	1	0	100

Tabla 11.4.9. Especies evaluadas a las distintas acciones del turismo en el 2020 para la RMICD según categoría de respuesta: a) sin reacción, b) alerta y c) escape. Para cada especie se indica el número de observaciones, distancia de reacción (media y min), velocidad de acercamiento (meda y máxima), comportamiento de los turistas en porcentaje (C: calmo, M: moderado, P: perturbador), número de embarcaciones (P 50%: percentil 50 y máximo), modo de aproximación (PL: paralelo, PP: perpendicular). Sigla NR en el lobo marino común corresponde a no reproductivo.

a) Sin reacción

Especie	Nº obs.	% reacción	Dist. Reacción (m)		Vel. Acerc. (km/h)		Comp. Turistas (%)			Nº emb		Modo aprox. (%)	
			Media	Mín.	Media	Máx.	C	M	P	P 50%	Máx.	PP	PL
Chungungo	1	50	8	8	8	8	0	0	100	1	1	100	0
Cormorán Guanay	28	82	26.9	12	10.7	19	29	43	29	1	6	36	64
Lobo fino austral	1	25	10	10	5	5	100	0	0	1	1	100	0
Cormorán lile	53	74	20.5	6	10.2	33	43	34	23	1	6	34	66
Lobo marino común (NR)	75	55	20.6	6	11.9	21	29	20	51	1	4	35	65
Pingüino de Humboldt	105	60	38.2	14	9.2	29	43	28	30	1	3	32	68
Piquero	81	92	21.2	8	10.3	29	38	33	28	1	4	33	67
Cormorán yeco	31	89	43.8	15	10.34	19	45	29	26	1	3	10	90

Continuación…

b) Alerta

Especie	Nº obs.	% reacción	Dist. Reacción (m)		Vel. Acerc. (km/h)		Comp. Turistas (%)			Nº emb		Modo aprox. (%)	
			Media	Mín.	Media	Máx.	C	M	P	P 50%	Máx.	PP	PL
Cormorán Guanay	2	6	40	18	10.2	16	0	100	0	2	3	50	50
Lobo fino austral	3	75	19.3	12	9.5	16	33	33	33	1	1	0	100
Cormorán lile	17	24	15.9	6	7.4	13	12	6	82	1	4	12	88
Lobo marino común (NR)	59	43	20.9	6	14.1	30	25	15	59	1	3	32	68
Pingüino de Humboldt	62	35	39.1	10	10.1	25	11	8	81	1	3	32	68
Piquero	6	7	20.3	12	9.3	17	50	0	50	1	1	67	33
Conmoran yeco	4	11	29.3	15	11.8	26	25	50	25	1	3	25	75

c) escape

Especie	Nº obs.	% reacción	Dist. Reacción (m)		Vel. Acerc. (km/h)		Comp. Turistas (%)			Nº emb		Modo aprox. (%)	
			Media	Mín.	Media	Máx.	C	M	P	P 50%	Máx.	PP	PL
Chungungo	1	50	28	28	13	13	0	0	100	2	2	0	100
Cormorán Guanay	4	12	24.8	15	7.1	13	100	0	0	1.5	2	75	25
Cormorán lile	2	3	18	17	8	9	100	0	0	1	1	50	50
Lobo marino común (NR)	2	1	18	13	16	18	50	50	0	1	1	100	0
Pingüino de Humboldt	8	5	34.4	19	10.6	15	75	25	0	1	2	63	38
Piquero	1	1	20	20	2	2	100	0	0	3	3	0	100

Comparación entre RMIC y RMICD

A partir de las comparaciones realizadas anteriormente, para la RMIC se utilizaron los datos del 2019 y 2020 para el chungungo, lobo fino austral, lile, y el lobo marino común no reproductivo, mientras que se utilizaron sólo los datos del 2020 para el lobo marino común reproductivo, pingüino de Humboldt, el piquero, el yeco y el yunco. En la Tabla 11.4.10 se muestra el resumen de los datos para las especies indicadas anteriormente.

Para la RMICD se utilizaron los datos del 2019 y 2020 sólo para el chungungo, mientras que se utilizaron solo los datos del 2020 para el lile, lobo marino común no reproductivo, lobo fino austral, pingüino de Humboldt, guanay, piquero y el yeco. En la Tabla 11.4.11 se muestra el resumen de los datos para las especies indicadas anteriormente.

De estos resultados se observó que la categoría más frecuente en la RMIC para la mayoría de las especies fue “sin reacción”, con excepción del yunco donde la reacción “escape” considerada como de alta intensidad fue la más frecuente (Tabla 11.4.10). En el caso del chungungo, presentó un porcentaje similar para la respuesta “sin reacción” y “escape” (Tabla 11.4.10). Para la RMICD, la mayoría de las especies la categoría más frecuente fue “sin reacción”, a excepción del lobo fino austral donde la reacción “alerta”, considerada como de mediana intensidad, fue la más frecuente (Tabla 11.4.11). En el caso del lobo marino común no reproductivo, presentó un porcentaje similar para la respuesta “sin reacción” y “alerta” (Tabla 11.4.11)

Para la RMIC la distancia de acercamiento promedio fue superior a 50 m solo para el pingüino de Humboldt y el piquero, específicamente en la categoría de respuesta “sin reacción” (Tabla 11.4.10). El resto de las especies reportó una distancia menor a 50 m, siendo el chungungo la especie que presentó la menor distancia promedio (28 m) en la categoría de respuesta “escape”. La distancia de acercamiento promedio en la RMICD para todas las especies y en todas las categorías de reacción fue menor a 50 m, llegando a un mínimo de 6 m en el caso del chungungo, del lile y del lobo marino común no reproductivo (Tabla 6). Al comparar las distancias de respuesta con las categorías de respuesta, observamos que el pingüino de Humboldt mostró diferencias entre las categorías ($H=28.6$, $df=2$, $P<0.001$), siendo la categoría “sin reacción” (promedio=78.4) significativamente mayor que “alerta” (promedio=43.1, $P<0.001$) y “escape” (promedio=45.2, $P=0.006$). Si bien, existe una tendencia a disminuir la distancia a medida que aumenta la reacción (sin reacción > alerta > escape), el resto de las especies no presentaron diferencias significativas ($P>0.05$). En el caso de la RMICD este patrón no es claro (Tabla 11.4.11) y tampoco presentaron diferencias significativas ($P>0.05$) entre las categorías de respuesta. Comparativamente las distancias de acercamiento fueron menores en la RMICD que en la RMIC (Tabla 11.4.10 y Tabla 11.4.11).

En la velocidad media de acercamiento no se observó ningún patrón entre las distintas categorías de respuesta (Tabla 11.4.10 y Tabla 11.4.11) y para ambas reservas marinas. Las velocidades de acercamiento fueron menores a 15 km/h en la mayoría de las especies, a excepción del yunco (24 km/h). Esta diferencia se debe a que el yunco no se encuentra en la isla y se observa durante la navegación hacia la isla.

En general, para la RMIC, el comportamiento de los turistas fue mayoritariamente calmo, seguido de la conducta moderada (Tabla 11.4.10). En la categoría “escape” se observó una mayor frecuencia de la conducta de los turistas denominada como “moderado”. La conducta de los turistas denominada como “perturbador” fue registrada en una baja frecuencia en las tres categorías de respuesta, principalmente en el lobo marino común y en el lobo fino austral. En la RMICD se registró con mayor frecuencia los eventos categorizado como “perturbador”, en comparación con la RMIC (Tabla 11.4.11). Asimismo, la categoría de los turistas “perturbador” se registró con mayor frecuencia en la respuesta “alerta”, principalmente en presencia del pingüino de Humboldt, lile, lobo marino común (no reproductivo) y piquero (Tabla 11.4.11).

Si bien los datos no muestran una clara relación entre la distancia de reacción y la conducta de los turistas, en terreno se pudo observar que, a una menor distancia y una conducta perturbadora de los turistas, las especies tales como el chungungo, el lobo fino austral, el lobo marino común y el pingüino de Humboldt reaccionan ya sea en “alerta” o “escape”. Sin embargo, también se pudo apreciar, y los resultados así lo demuestran, que durante un acercamiento a corta distancia (distancia mínima de acercamiento), pero con turistas silenciosos (categoría “calmo”), los animales no reaccionan (Tabla 11.4.10 y Tabla 11.4.11).

El número de embarcaciones que están simultáneamente con una especie es bajo (mediana 1 embarcación) en ambas reservas (Tabla 11.4.10 y Tabla 11.4.11), llegando como máximo a 6 embarcaciones, pero la frecuencia de este número es baja. Solo el caso del chungungo y el guanay se presentó una mediana de 2 en la RMICD, específicamente cuando los animales tienen una reacción de “alerta” y “escape” (Tabla 11.4.11). En cuanto al número máximo de embarcaciones, la mayoría se reportó en la RMICD (Tabla 11.4.11).

En resumen, aquellas especies que mostraron una mayor sensibilidad al turismo fueron el yunco, el chungungo y el pingüino de Humboldt. Este último mostró una reacción adversa a medida que disminuye la distancia de acercamiento de las embarcaciones. La conducta de los turistas en la RMIC fue en general “calmo”, mientras en le RMICD las tres categorías (calmo, moderado y perturbador) se registraron en distintas frecuencias. El número de las embarcaciones fue relativamente bajo en ambas reservas.

Tabla 11.4.10. Especies evaluadas a las distintas acciones del turismo para todo el periodo de estudio en la RMIC según las categorías de respuestas de a) sin reacción, b) alerta y c) escape. Para cada especie se indica el número de observaciones, distancia de reacción (media y min), velocidad de acercamiento (meda y máxima), comportamiento de los turistas en porcentaje (C: calmo, M: moderado, P: perturbador), número de embarcaciones (P 50%: percentil 50 y máximo), modo de aproximación (PL: paralelo, PP: perpendicular). Sigla R en el lobo marino común corresponde a reproductivo y NR a no reproductivo.

a) Sin reacción

Especie	Nº obs.	% reacción	Dist. Reacción (m)		Vel. Acerc. (km/h)		Comp. Turistas (%)			Nº emb		Modo aprox. (%)	
			Media	Mín.	Media	Máx.	C	M	P	P 50%	Máx.	PP	PL
Piquero	26	70	56	13	11	20	93	4	4	1	3	100	0
Cormorán lile	14	93	40.8	25	6	18	79	21	0	1	2	4	10
Cormorán yeco	27	66	49.2	22	9.2	16	96	4	0	1	2	0	100
Yunco	2	14	37.5	30	14.5	17	50	0	50	1	1	0	100
Pingüino de Humboldt	40	69	78.4	39	8	12	63	33	5	1	1	0	100
Chungungo	14	47	42.6	9	10	18	64	36	0	1	3	0	100
Lobo marino común (R)	44	59	46.7	22	7.9	22	77	16	7	1	2	5	95
Lobo marino común (NR)	36	73	46.8	6	8.2	17	72	19	8	1	3	14	86
Lobo fino austral	48	57	38	7	9.4	21	88	6	6	1	3	17	83

Continuación…

b) Alerta

Especie	Nº obs.	% reacción	Dist. Reacción (m)		Vel. Acerc. (km/h)		Comp. Turistas (%)			Nº emb		Modo aprox. (%)	
			Media	Mín.	Media	Máx.	C	M	P	P 50%	Máx.	PP	PL
Piquero	11	30	44.6	25	9.4	19	70	30	0	1	2	27	73
Cormorán lile	1	7	40	40	3.4	3.4	0	100	0	1	1	100	0
Cormorán yeco	14	34	40.2	27	10	19	93	7	0	1	3	0	100
Yunco	2	14	36.5	31	8.5	9	100	0	0	1	1	0	100
Chungungo	1	3	42	42	1.5	1.5	0	100	0	1	1	100	
Pingüino de Humboldt	12	21	43.1	27	7.4	12	75	25	0	1	3	8	92
Lobo marino común (R)	1	3	42	42	1.5	1.5	0	100	0	1	1	100	0
Lobo marino común (NR)	28	38	42.2	13	5.1	14	79	11	11	1	3	0	100
Lobo fino austral	13	27	39.8	9	9.8	22	77	15	8	1	4	23	77

a) Escape

Especie	Nº obs.	% reacción	Dist. Reacción (m)		Vel. Acerc. (km/h)		Comp. Turistas (%)			Nº emb		Modo aprox. (%)	
			Media	Mín.	Media	Máx.	C	M	P	P 50%	Máx.	PP	PL
Yunco	10	71	30.9	20	23.7	37	80	20	0	1	1	0	100
Pingüino de Humboldt	6	10	45.2	36	8	12	33	67	0	1	2	0	100
Chungungo	15	50	27.7	10	7.6	13	43	50	7	1	3	15.4	84.6
Lobo marino común (R)	2	3	48	12	4	5	100	0	0	1	1	0	100
Lobo fino austral	4	5	35.3	14	8.8	11	50	50	0	1	3	0	100

Tabla 11.4.11. Especies evaluadas a las distintas acciones del turismo para todo el periodo de estudio en la RMICD según las categorías de respuestas de a) sin reacción, b) alerta y c) escape. Para cada especie se indica el número de observaciones, distancia de reacción (media y min), velocidad de acercamiento (meda y máxima), comportamiento de los turistas en porcentaje (C: calmo, M: moderado, P: perturbador), número de embarcaciones (P 50%: percentil 50 y máximo), modo de aproximación (PL: paralelo, PP: perpendicular). Sigla NR en el lobo marino común corresponde a no reproductivo.

a) Sin reacción

Especie	Nº obs.	% reacción	Dist. Reacción (m)		Vel. Acerc. (km/h)		Comp. Turistas (%)			Nº emb		Modo aprox. (%)	
			Media	Mín.	Media	Máx.	C	M	P	P 50%	Máx.	PP	PL
Chungungo	6	50	11.3	6	9.7	15	83		17	1	2	50	50
Cormorán Guanay	28	82	26.9	12	10.7	19	29	43	29	1	6	36	64
Lobo fino austral	1	25	10	10	5	5	100	0	0	1	1	100	0
Cormorán lile	53	74	20.5	6	10.2	33	43	34	23	1	6	34	66
Lobo marino común (NR)	75	55	20.6	6	11.9	21	29	20	51	1	4	35	65
Pingüino de Humboldt	105	60	38.2	14	9.2	29	43	28	30	1	3	32	68
Piquero	81	92	21.2	8	10.3	29	38	33	28	1	4	33	67
Cormorán yeco	31	89	43.8	15	10.34	19	45	29	26	1	3	10	90

b) Alerta

Especie	Nº obs.	% reacción	Dist. Reacción (m)		Vel. Acerc. (km/h)		Comp. Turistas (%)			Nº emb		Modo aprox. (%)	
			Media	Mín.	Media	Máx.	C	M	P	P 50%	Máx.	PP	PL
Chungungo	2	17	10.5	9	13.5	15	100	0	0	1.5	2	50	50
Cormorán Guanay	2	6	40	18	10.2	16	0	100	0	2	3	50	50
Lobo fino austral	3	75	19.3	12	9.5	16	33	33	33	1	1	0	100
Cormorán lile	17	24	15.9	6	7.4	13	12	6	82	1	4	12	88
Lobo marino común (NR)	59	43	20.9	6	14.1	30	25	15	59	1	3	32	68
Pingüino de Humboldt	62	35	39.1	10	10.1	25	11	8	81	1	3	32	68

Piquero	6	7	20.3	12	9.3	17	50	0	50	1	1	67	33
Cormorán yeco	4	11	29.3	15	11.8	26	25	50	25	1	3	25	75

c) Escape

Especie	Nº obs.	% reacción	Dist. Reacción (m)		Vel. Acerc. (km/h)		Comp. Turistas (%)			Nº emb		Modo aprox. (%)	
			Media	Mín.	Media	Máx.	C	M	P	P 50%	Máx.	PP	PL
Chungungo	4	33	16.5	7	12.3	16	0	75	25	2	2	25	75
Cormorán Guanay	4	12	24.8	15	7.1	13	100	0	0	1.5	2	75	25
Cormorán lile	2	3	18	17	8	9	100	0	0	1	1	50	50
Lobo marino común (NR)	2	1	18	13	16	18	50	50	0	1	1	100	0
Pingüino de Humboldt	8	5	34.4	19	10.6	15	75	25	0	1	2	63	38
Piquero	1	1	20	20	2	2	100	0	0	3	3	0	100

Comportamiento del delfín nariz de botella: observación desde embarcaciones

Durante el 2019 y 2020 se registraron 25 avistamientos en la RMIC. De estos avistamientos, la conducta inicial predominante fue el desplazamiento con un 72% (n=18), seguido de la conducta social con un 24% (n=6) y del descanso con un 4% (n=1). En el 52% (n=13) de los avistamientos los delfines no mostraron ninguna reacción negativa a la presencia de las embarcaciones, mientras que en el 48% de los avistamientos (n=12), los delfines tuvieron alguna reacción negativa frente a las embarcaciones. Estas reacciones correspondieron a un cambio a la conducta desplazamiento, coletazo, evasión y/o separación del grupo. En relación con las reacciones negativas, en 7 avistamientos (28%) los delfines realizaron una separación del grupo, en 4 avistamientos (16%) los delfines dieron coletazos, en 3 avistamientos (12%) los delfines cambiaron su conducta a desplazamiento (desde la conducta social o descanso), y también en 3 avistamientos se registró evasión a la embarcación. Es importante destacar que en un mismo avistamiento puede haber más de una reacción. En cuanto a la distancia promedio de acercamiento, esta fue de 36,9 m y con una distancia mínima de 5 m y una máxima de 380 m. En cuanto a la conducta de los turistas, la categoría más frecuente fue “calmo” (67%), seguido por “moderado” (27%) y en menor frecuencia “perturbador” (5%). En cuanto al número de embarcaciones presentes, la mediana fue de 2 embarcaciones con un máximo de 5. La duración promedio de los avistamientos fue de 11 min, con un máximo de 25 min. La velocidad promedio de los avistamientos fue de 6,6 km/h, con un máximo de 39 km/h. Cabe destacar que las máximas velocidades se registraron al inicio (cuando se acercan al grupo) y al término (cuando se alejan del grupo) de los avistamientos.

En la RMICD se registraron 48 avistamientos durante el 2019 y 2020. De estos avistamientos, la conducta inicial predominante fue desplazamiento con un 83% (n=40), seguido de la conducta descanso con un 8% (n=4), y la alimentación y social con un 4% cada una (n=2). En el 42% (n=20) de los avistamientos los delfines no mostraron ninguna reacción a la presencia de las embarcaciones, mientras que en el 58% de los avistamientos (n=28), los delfines tuvieron alguna reacción negativa frente a las embarcaciones (e.g. cambio conductual a desplazamiento, coletazo, evasión y/o separación del grupo). En relación con eventos conductuales negativos, en 15 avistamientos (31%) se registró la evasión a la embarcación por parte de los delfines, en 8 avistamientos (16%) se registraron coletazos, en 4 avistamientos (8%) el grupo se separó y en 3 avistamientos (6%) los delfines cambiaron su conducta a desplazamiento (desde la conducta social o descanso). En cuanto a la distancia promedio de acercamiento, esta fue de 46,2 m y con una distancia mínima de 3 m y una distancia máxima de 480 m. En cuando a la conducta de los turistas, la categoría más frecuente fue “perturbador” (47%), seguido por “calmo” (33%) y en menor frecuencia “moderado” (20%). En cuanto al número de embarcaciones presentes, la mediana fue de 3 embarcaciones con un máximo de 12. La duración promedio de los avistamientos fue de 7 min, con un máximo de 15 min. La velocidad promedio de los avistamientos fue de 7,6 km/h, con un máximo de 33 km/h. Al igual que en la RMIC, las máximas velocidades se registraron al inicio (cuando se acercan al grupo) y al término (cuando se alejan del grupo) de los avistamientos.

III. Resultados del impacto de las embarcaciones turísticas en la actividad conductual de los delfines nariz de botella con cadenas de Markov a partir de las observaciones desde tierra

Se realizaron dos expediciones para la observación de comportamiento de delfines, una en isla Choros y la otra en isla Chañaral, en un total de 21 días de terreno, desde las islas observando delfines nariz de botella; 165,5 horas de esfuerzo, permitiéndonos obsérvalos por un poco más de 55 horas. Los datos obtenidos para el análisis de comportamiento fueron colectados de 19 avistamientos (Tabla 11.4.12.).

Tabla 11.4.12. Horas de esfuerzo, números de avistamientos y horas de avistamientos de los delfines nariz de botella observados y analizados.

Lugar	Isla Choros	Isla Chañaral de Aceituno
Fecha	11/12/2019 al 17/12/2019	17/01/2020 al 30/01/2020
Temporada	Baja	Alta
Esfuerzo (horas)	52	113,5
N° de avistamientos	9	10
Horas de avistamiento efectivo	4,6	51,5

De los puntos de observación, solo algunos se destacaron por la mayor parte de avistamientos de los delfines en ambas islas. En isla Choros se destacaron los miradores sureste y suroeste, sector reconocido como de alta frecuencia de avistamientos de delfines nariz de botella (Hashing 2001, Sanino & Yañez 2000, Yazdi 2005), aunque en el periodo de la presente investigación también se pudieron observar hacia el este, principalmente hacia el sur de isla Gaviota. No hubo observaciones de delfines con embarcaciones turísticas (Figura 11.4.1). En Isla Chañaral, por otra parte, se destacó claramente el mirador suroeste por la mayor presencia de los delfines (Figura 11.4.1). Ahora bien, es importante mencionar que durante las observaciones desde la isla Chañaral los delfines permanecen días enteros en un solo lugar en específico. Cuando aparecen las embarcaciones turísticas nadan por sus alrededores, pero cuando éstas no están, ellos tienden a estar todo momento tras el espumón que genera un bajo en la zona (Figura 11.4.2).



Figura 11.4.1. Porcentaje del tiempo de observación de delfines desde los diferentes miradores de Isla Chañaral de Aceituno e Isla Choros.



Figura 11.4.2. Zona específica donde se pueden observar los delfines nariz de botella en Isla Chañaral de Aceituno. El punto azul es el punto de observación. El circulo azul muestra el sector especifico donde los delfines nadan por horas en las diferentes conductas.

En ambas áreas de estudio, se observaron a los delfines en diferentes comportamientos. En isla Choros, los delfines se movían de un lugar a otro, por lo mismo los dos comportamientos más observados fueron traslado y milling[1]. En cambio, desde la isla Chañaral los delfines se observaron principalmente alimentándose y descansando (Figura 11.4.3).

[1] Milling es un estado conductual que ha sido traducido como ocio o desocupación. Es un término que no tiene una traducción especifica al español.

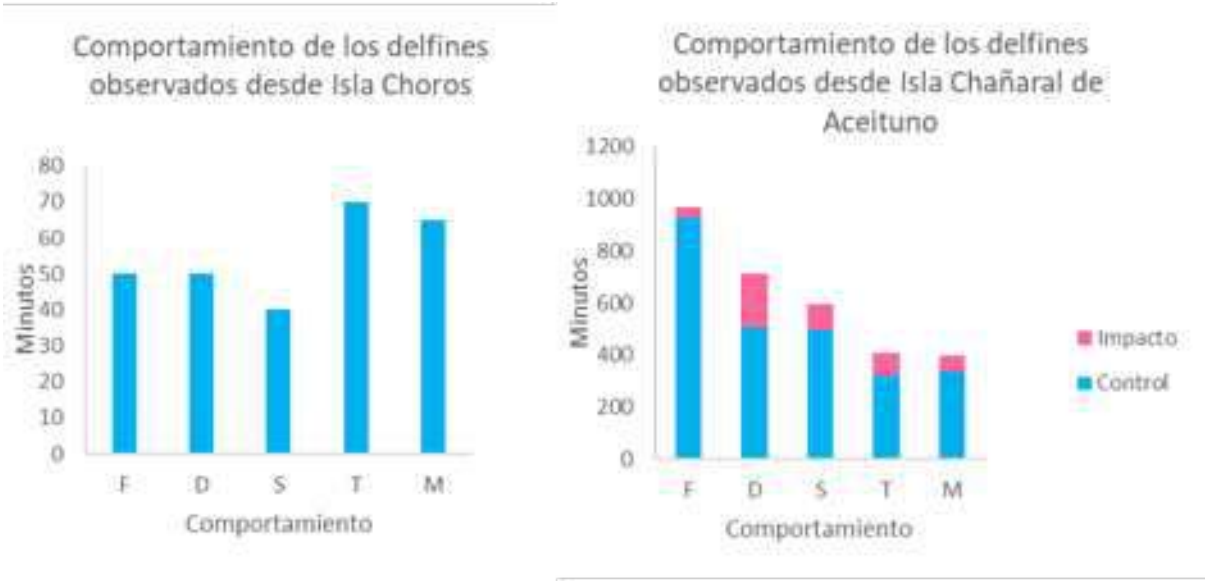


Figura 11.4.3. Tiempo (min) observado de los delfines en los diferentes comportamientos desde isla Choros e isla Chañaral. Los comportamientos forrajeo (F), descanso (D), socialización (S), traslado (T) y milling (M). Color azul, observaciones realizadas en estado control (sin embarcación turística presente), color rosa, observaciones realizadas en estado impacto (con presencia de embarcaciones turísticas).

Transiciones de comportamiento (Cadenas de Markov)

En ambos terrenos se obtuvieron datos de 19 avistamientos, los cuales correspondieron a 691 transiciones de comportamientos. De estos, 617 fueron en Control (sin embarcación turística) y 55 en Impacto (con embarcación turística). Para la robustez de los resultados estos datos fueron integrados junto a un mismo set de datos generados durante los años 2014, 2015 y 2016 de una investigación de tesis doctoral que tenía como uno de sus objetivos evaluar el impacto que generan las embarcaciones turísticas en el comportamiento de los delfines a través de las cadenas de Markov (Hernandez 2018). Por ello, el análisis se desarrolló con un total de 2665 transiciones de comportamiento de los cuales 1852 fueron en control y 813 en impacto.

La presencia de embarcaciones turísticas generó un efecto significativo en las transiciones de comportamiento en los delfines nariz de botella (X^2=1031,07 df=16 P=0,0001). La presencia de las embarcaciones afectó significativamente 14 de 25 transiciones conductuales (Figura 11.4.4).

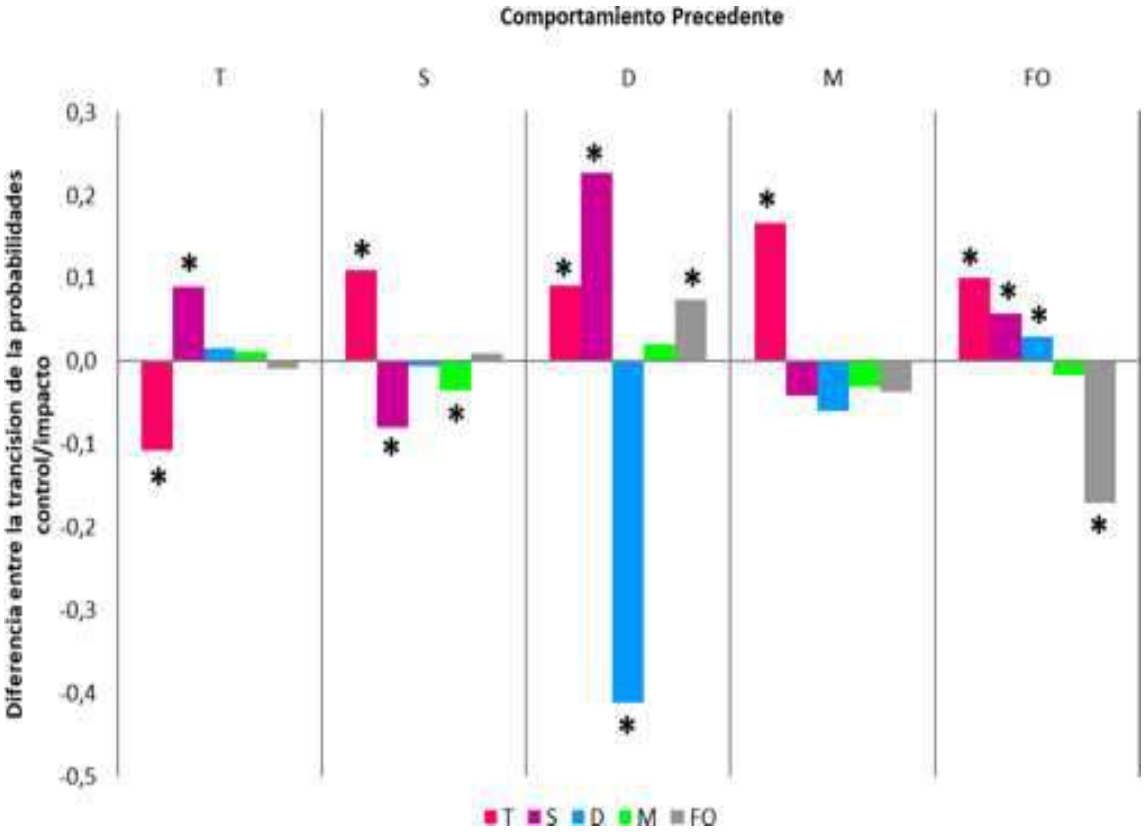


Figura 11.4.4. Diferencias en la transición de conductas entre la cadena control e impacto (p_{ij}(impacto)-p_{ij}(control)). La línea vertical separa cada estado conductual precedente, mientras el estado conductual sucesivo es representado por las barras. Los asteriscos muestran diferencias significativas en las transiciones conductuales (P<0.05).

Nueve de las transiciones aumentaron significativamente en presencia de embarcaciones: (1) traslado a socialización (Z test=8.68, P=0.0032, control=0.07%, impacto=0,16%), (2) socialización a traslado (Z test=16.1, P=0.0001, control=0.1%, impacto=0.21%), (3) descanso a traslado (Z test=8.47, P=0.0036, control=0,02%), impacto=0,11%), (4) descanso a socialización (Z test=28.38, P=0, control=0.05%, impacto=0,28%), (5) descanso a forrajeo (Z test=5.77, P=0.0163, control=0.02, impacto=0.1%), (6) milling a traslado (Z test=8.22, P=0.0042, control=0,12%, impacto=0,29%), (7) forrajeo a traslado (Z test=20.56, P=0, control=0.05%, impacto=0,15%), (8) forrajeo a socialización (Z test=14.63, P=0.0001, control=0.02%, impacto=0.07%) y (9) forrajeo a descanso (Z test=7.66, P=0.0056, control=0.01%, impacto=0.04%) (Figura 11.4.5).

Por otro lado, cinco transiciones disminuyeron significativamente: (1) traslado a traslado (Z test=6.48, P=0.0109, control=0.8%, impacto=0.7%), (2) socialización a socialización (Z test=5.78, P=0.0162, control=0.8%, impacto=0.72), (3) socialización a

milling (Z test=5.63, P=0.0177, control=0.05%, impacto=0.01%), (4) descanso a descanso (Z test=47.66, P=0, control=0.85%, impacto=0.44%) y (5) forrajeo a forrajeo (Z test=32.11, P=0, control=0.89%, impacto=0.72%) (Figura 11.4.5).

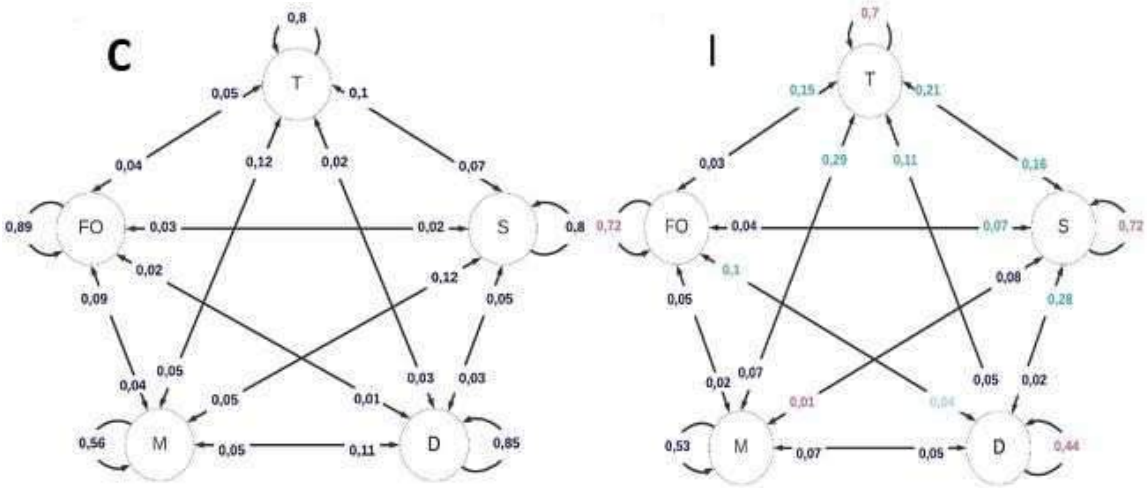


Figura 11.4.5. Matrices de transición para la cadena control (C) y cadena impacto (I). Los estados conductuales fueron T, traslado; S, socialización; D, descanso; M, milling y FO, forrajeo. Los números representan probabilidades. El color azul claro muestra como la significancia se debe a un aumento de la probabilidad de la transición conductual en impacto, el color rosa la disminución.

Proporción de tiempo en los diferentes estados conductuales

En control los delfines pasan significativamente más tiempo en forrajeo (Z test=57.54, P=0) y descanso (Z test=62.91, P=0). En cambio, en impacto pasan significativamente más tiempo en traslado (Z test=51.7, P=0) y socializando (Z test=46.44, P=0). La proporción de tiempo en miling (Z test=1.71, P=0.1905) no difiere entre impacto y control (Figura 11.4.6). La proporción de tiempo usado en los diferentes comportamientos fue significativamente afectado por la presencia de embarcaciones (Test bondad de ajuste, X^2=303.3, df=4, P<0.00001).

Duración del periodo en los diferentes estados conductuales

La duración (en minutos) de los periodos en las cinco diferentes conductas muestran una disminución significativa en presencia de embarcaciones (Figura 11.4.7). La duración de los periodos en descanso disminuyó de 34,29±0.1SE en control a 8,97±0,3SE en impacto (Student t-test=94.03, df=347, P<0,00001). También disminuyó la duración de los periodos en forrajeo en control de 44,22±0,06SE a 17,64±0,1SE en impacto. También se vieron reducidos significativamente la duración de los periodos de control a impacto en traslado (de 25,63±0,1SE a 16,52±0,2SE, Student t-test= 45,3, df=514, P<0,0001),

socialización (de 24,94±0,1SE a 17,87±0,1SE, Student t-test =44,6, df=718, P<0,0001) y milling (de 11,44±0,2SE a 10,7±0,3 SE, Student t-test =2,1, df=210, P=0,36).

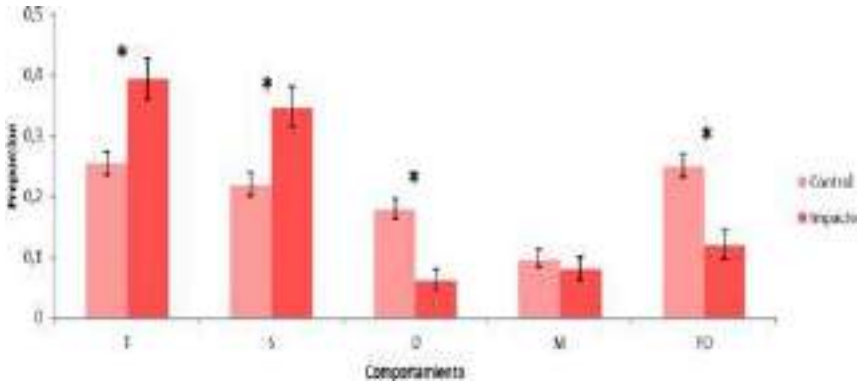


Figura 11.4.6. Proporción del tiempo de las cadenas control (color rosa claro) e impacto (color rosa oscuro). Barras de error representan intervalos de confianza del 95%. Los asteriscos indican diferencias significativas entre las transiciones conductuales (P<0.05).

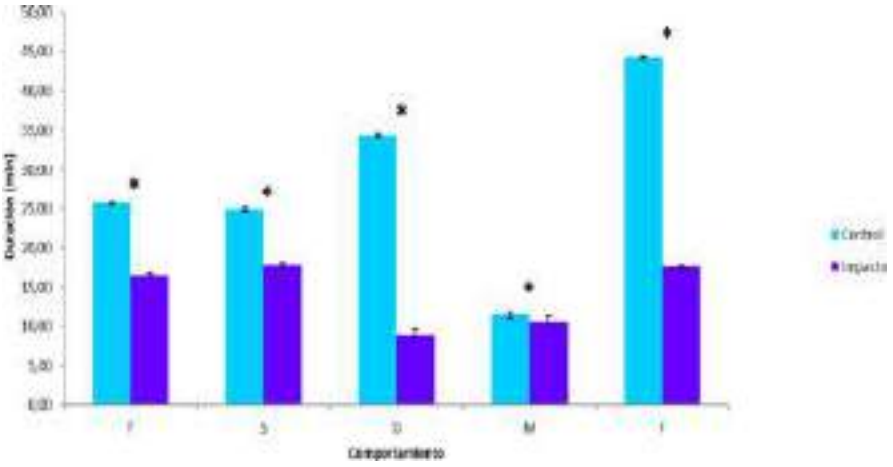


Figura 11.4.7. Duración (min) del periodo en los diferentes estados conductuales durante control (azul claro) e impacto (azul oscuro). Las barras de error representan intervalos de confianza del 95%. Los asteriscos indican diferencias significativas en los estados conductuales (P<0.05).

Los delfines pasaron un 38% del día acompañados por embarcaciones ("Nivel de Exposición"). Este nivel de exposición difiere significativamente desde el control (X^2=40.3, df= 4, P<0,00001). Traslado y descanso mostraron diferencias significativas cuando el nivel de exposición por embarcaciones turísticas fue mayor a 21%, mientras que socialización y

forrajeo mayor a un 22% diariamente. Milling no mostró diferencias significativas aun cuando las embarcaciones turísticas pasaran todo el día junto a ellos (Figura 11.4.8).

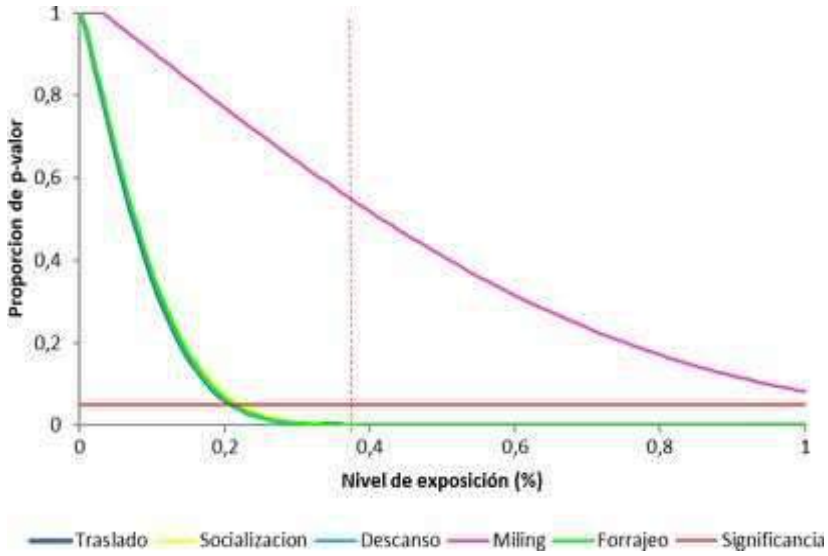


Figura 11.4.8. Efecto de las embarcaciones turísticas en la estimación creciente en la actividad conductual del delfín nariz de botella en diferentes niveles de exposición. El eje y representa el valor p de la diferencia entre la estimación creciente del estado conductual y la estimación conductual en control para los cinco estados de comportamiento (ver leyenda) en diferentes niveles de exposición (tiempo de la presencia de embarcaciones turísticas con los delfines). La línea roja continua representa el nivel estadístico de significación ($p < 0,05$). La línea roja discontinua indica el nivel actual de exposición de delfines a embarcaciones turísticas en el área de estudio.

IV. Resultados del impacto de las embarcaciones turísticas en los patrones de movimiento de la ballena fin a partir del seguimiento con teodolito desde tierra

Durante el verano del 2019 y 2020 se registraron 19 avistamientos correspondientes a la conducta de desplazamiento. Se registró solo un avistamiento donde la conducta fue de descanso, por lo que este comportamiento no pudo ser analizado.

Al realizar la comparación entre los distintos escenarios de turismo (antes, durante y después de la visita de las embarcaciones) y las variables respuestas, se obtuvo lo siguiente: La mediana de la velocidad de movimiento para la conducta de desplazamiento fue de 3,7 km/h, 3,8 km/h y 4,3 km/h, para los escenarios antes, durante y después de la llegada de las embarcaciones, respectivamente (Figura 11.4.9). Estos escenarios no presentaron diferencias significativas (H=2,4, df=2, P=0,3).

Los valores de la mediana de la reorientación fueron de 8,4° para el escenario antes, 15,8° para el escenario durante y 22,0° para el escenario después (Figura 11.4.9). Esta variable si presentó diferencias entre los escenarios (H=28,7, df=2, P<0,001), siendo el escenario antes significativamente menor que el escenario durante (P<0,001) y después (P=0,01) (Figura 11.4.9).

Los valores de la mediana de la linealidad fueron de 0,98 para el escenario antes, 0.89 para el escenario durante y de 0,77 para el escenario después (Figura 11.4.9). Esta variable también presentó diferencias significativas entre los escenarios (H=40,5, df=2, P<0,001), siendo los tres escenarios diferentes (Figura 11.4.9). El escenario después fue menor que el escenario antes (P<0,001) y durante (P=0.03), mientras que el escenario antes fue mayor al escenario durante (P<0,001) (Figura 11.4.9).

Al realizar la comparación entre el número de embarcaciones de turismo y las variables respuestas, se obtuvo que la mediana de la velocidad de movimiento para la conducta de desplazamiento fue de 3,7 km/h cuando no hay embarcaciones, 3,9 km/h cuando hay una embarcación y 3.7 km/h cuando hay 2 embarcaciones de turismo (Figura 11.4.10). No sw registraron diferencias significativas al comparar el número de embarcaciones (H=0.3, df=2, P=0,86) (Figura 11.4.10).

El valor de la mediana de la reorientación cuando no hubo embarcaciones fue de 8.4°. Cuando hubo una embarcación, fue de 10.5°, y cuando hubo dos embarcaciones fue de 33° (Figura 11.4.10). Al comparar la reorientación con el número de embarcaciones, esta variable sí presentó diferencias significativas (H=4011, df=2, P<0001) (Figura 11.4.10). Cuando no hubo embarcaciones, la reorientación fue menor en comparación a cuando había 1 (P=0.01) o 2 (P<0.001) embarcaciones, mientras que cuando hubo la presencia de 1 embarcación, la reorientación fue menor a cuando había 2 embarcaciones (P<0.001) (Figura 11.4.10).

Los valores de la mediana de la linealidad fueron de 0.98 cuando no hubo embarcaciones, 0.94 cuando hubo 1 embarcación y 0.73 cuando hubo 2 embarcaciones, mostrando diferencias significativas entre ellas (H=31.8, df=2, P<0.001) (Figura 11.4.10). Cuando no hubo embarcaciones, la linealidad fue menor en comparación cuando había 1 (P=0.03) o 2 (P<0.001) embarcacioes, mientras que cuando hubo la presencia de 1 embarcación, la reorientación fue menor a cuando había 2 embarcaciones (P<0.001) (Figura 11.4.10).

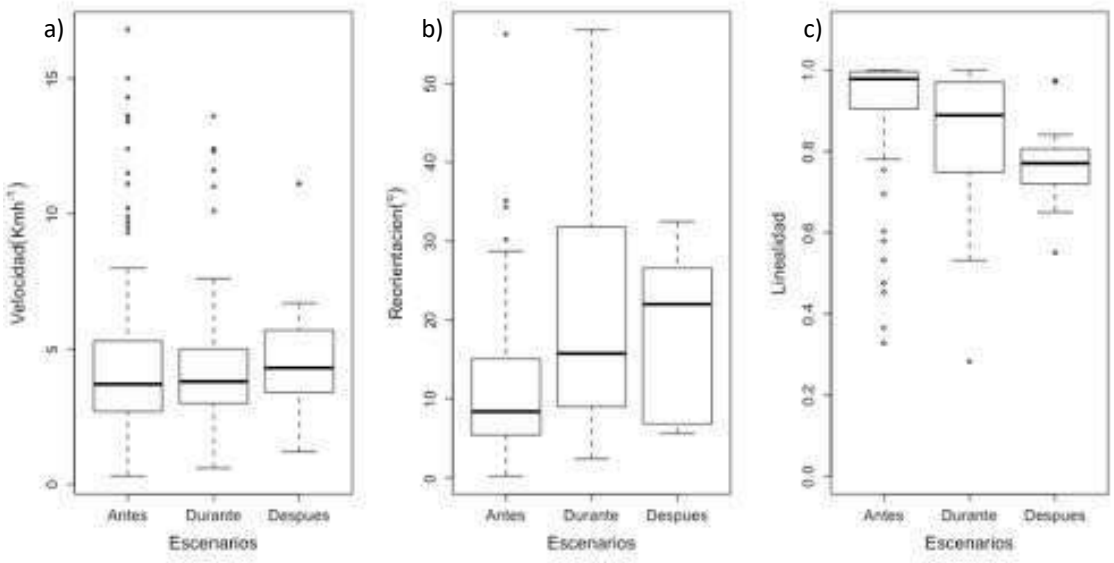


Figura 11.4.9. Variación en la a) velocidad de nado (km/h), b) reorientación (°) y c) linealidad, de la ballena fin frente a los escenarios antes, durante y después de la llegada de las embarcaciones de turismo, para la conducta de desplazamiento. Letras diferentes presentan diferencias significativas.

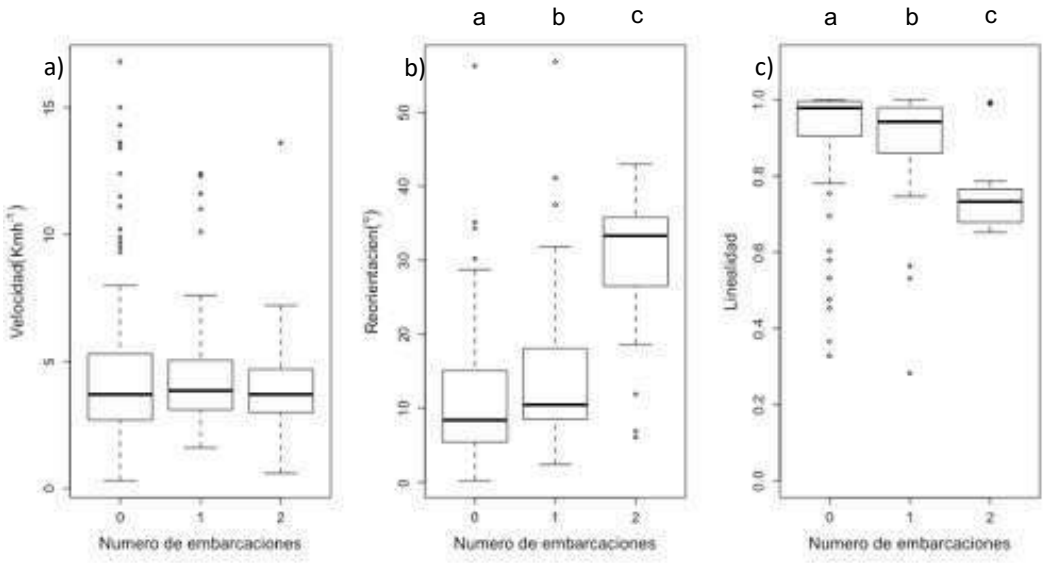


Figura 11.4.10. Variación en la a) velocidad de nado (km/h), b) reorientación (°) y c) linealidad, de la ballena fin frente al número de embarcaciones de turismo, para la conducta de desplazamiento.

V. Matriz de Leopold consolidada

De acuerdo con los resultados obtenidos en terreno, se realizó la ponderación de la intensidad (e.g. número medio de embarcaciones) y la afectación del factor ambiental (e.g.

la respuesta más frecuente frente al turismo). En la Tabla 11.4.13 se muestra la ponderación para la RMIC y en la

Tabla 11.4.14 para la RMICD. Tal como se indicó en la sección de la metodología, la afectación se estableció de acuerdo a la mayor frecuencia de la respuesta frente a las embarcaciones de turismo. De esta manera, la afectación del piquero se categorizó como baja ya que el 70% de la respuesta al turismo fue "sin reacción" (Tabla 11.4.13). Para la RMIC, el yunco y el chungungo se categorizaron con una afectación alta ya que la mayor proporción de la respuesta al turismo fue "escape" (Tabla 11.4.13). El delfín nariz de botella tanto residente como transeúnte, se categorizó con una afectación media (Tabla 11.4.13), ya que los datos tomados desde tierra indicaron que más del 50% de los avistamientos se vio afectado, mientras que, en las observaciones desde las embarcaciones, el 48% de los avistamientos se vio afectado por el turismo. El resto de las especies se categorizaron con una afectación baja. En caso de la RMICD el delfín nariz de botella residente y transeúnte, se categorizó con una afectación media ya que el 58% de los avistamientos observados desde las embarcaciones se vio afectado por el turismo (

Tabla 11.4.14). El lobo fino austral se categorizó con una afectación media ya que el 75% de las observaciones correspondieron a la respuesta "alerta" (

Tabla 11.4.14). El resto de las especies (chungungo, piquero, cormorán lile, cormorán yeco, cormorán guanay, pingüino de Humboldt, lobo marino común no reproductivo) se categorizaron con una afectación baja (

Tabla 11.4.14).

En cuanto a la intensidad de las acciones generadas por el turismo, para la RMIC, en general se identificó como baja al valor promedio de las acciones generadas por el turismo (e.g. número medio de embarcaciones, distancia media de acercamiento), a excepción del yunco para la velocidad media de acercamiento ya que se categorizó como muy alta (Tabla 11.4.13). En el caso de los valores extremos de las acciones generadas por el turismo (e.g. número máximo de embarcaciones, distancia mínima de acercamiento), la ponderación fue de media a alta para la mayoría de las especies, a excepción del número máximo de embarcaciones que se encontró entre las categorías media a baja (Tabla 11.4.13). Cabe destacar que para el lobo marino común y para el lobo fino austral la intensidad para la distancia mínima de acercamiento se categorizó como muy alta (Tabla 11.4.13). Para la RMICD las categorías asignadas a la intensidad de las acciones generadas por el turismo fueron variadas (

Tabla 11.4.14). La distancia media de acercamiento se categorizó como media o alta en todas las especies, mientras que la distancia mínima de acercamiento se categorizó como alta o muy alta en todas las especies (

Tabla 11.4.14)

A partir de la ponderación para la categoría de conservación, de acuerdo al reglamento de clasificación de especies chilenas, y a la importancia de estas especies para el turismo según lo indicado en la validación de los factores ambientales, se llevó a cabo la

valorización de la importancia de los factores ambientales. Esta valorización se muestra en la Tabla 11.4.15 para la RMIC y para la RMICD.

Tabla 11.4.13. Ponderación de la magnitud (combinación de la intensidad (I) y la afectación (A)) a la que se ven sometidas las especies afectadas por las acciones generadas por el turismo en la RMIC.

Acciones generadas por el turismo	Piquero		P	Cormorán lile		P	Cormorán yeco		P	Yunco		P	Pingüino de Humboldt		P
	I	A		I	A		I	A		I	A		I	A	
Número medio de embarcaciones presentes	Baja	Baja	1	Baja	Baja	1	Baja	Baja	1	Baja	Alta	3	Baja	Baja	1
Número máximo de embarcaciones presentes	Media	Baja	4	Baja	Baja	1	Baja	Baja	1	Baja	Alta	3	Baja	Baja	1
Distancia media de acercamiento	Baja	Baja	1	Media	Baja	4	Media	Baja	4	Media	Alta	6	Baja	Baja	1
Distancia mínima de acercamiento	Alta	Baja	7	Media	Baja	4	Alta	Baja	7	Alta	Alta	9	Media	Baja	4
Modo de aproximación	Baja	Baja	1	Baja	Baja	1	Baja	Baja	1	Baja	Alta	3	Baja	Baja	1
Velocidad media de acercamiento	Media	Baja	4	Baja	Baja	1	Baja	Baja	1	Muy alta	Alta	10	Baja	Baja	1
Velocidad máxima de acercamiento	Alta	Baja	7	Alta	Baja	7	Alta	Baja	7	Muy alta	Alta	10	Media	Baja	4
Comportamiento de los turistas	Baja	Baja	1	Baja	Baja	1	Baja	Baja	1	Baja	Alta	3	Baja	Baja	1

Acciones generadas por el turismo	Chungungo		P	Lobo marino común (R)		P	Lobo marino común (NR)		P	Lobo fino austral		P
	I	A		I	A		I	A		I	A	
Número medio de embarcaciones presentes	Baja	Alta	3	Baja	Baja	1	Baja	Baja	1	Baja	Baja	1
Número máximo de embarcaciones presentes	Media	Alta	6	Baja	Baja	1	Media	Baja	4	Media	Baja	4
Distancia media de acercamiento	Media	Alta	6	Media	Baja	4	Media	Baja	4	Media	Baja	4
Distancia mínima de acercamiento	Alta	Alta	9	Media	Baja	4	Muy alta	Baja	7	Muy alta	Baja	7
Modo de aproximación	Baja	Alta	3	Baja	Baja	1	Baja	Baja	1	Baja	Baja	1
Velocidad media de acercamiento	Baja	Alta	3	Baja	Baja	1	Baja	Baja	1	Baja	Baja	1
Velocidad máxima de acercamiento	Media	Alta	6	Muy alto	Baja	7	Alta	Baja	7	Muy alta	Baja	7
Comportamiento de los turistas	Media	Alta	6	Baja	Baja	1	Baja	Baja	1	Baja	Baja	1

Continua…

Acciones generadas por el turismo	Delfín nariz de botella residente		P	Delfín nariz de botella transeúnte		P	Ballena azul		P	Ballena fin		P
	I	A		I	A		I	A		I	A	
Número medio de embarcaciones presentes	Baja	Media	2	Baja	Media	2	Alta	Alta	9	Alta	Media	8
Número máximo de embarcaciones presentes	Alta	Media	8	Alta	Media	8	-	-	-	-	-	-
Distancia media de acercamiento	Media	Media	5	Media	Media	5	Alta	Alta	9	Alta	Alta	9
Distancia mínima de acercamiento	Muy alta	Media	5	Muy alta	Media	5	-	-	-	-	-	-
Modo de aproximación	Baja	Media	2	Baja	Media	2	Alta	Alta	9	Alta	Alta	9
Velocidad media de acercamiento	Baja	Media	2	Baja	Media	2	Alta	Alta	9	Media	Alta	6
Velocidad máxima de acercamiento	Muy alta	Media	8	Muy alta	Media	8	-	-	-	-	-	-
Comportamiento de los turistas	Baja	Media	2	Baja	Media	2	Alta	Alta	9	Alta	Alta	9
Duración media de los avistamientos	Media	Media	5	Media	Media	5	Alta	Media	8	Media	Media	5
Duración máxima de los avistamientos	Muy alta	Media	8	Muy alta	Media	8	-	-	-	-	-	-

Tabla 11.4.14. Ponderación de la magnitud (combinación de la intensidad (I) y la afectación (A)) a la que se ven sometidas las especies afectadas por las acciones generadas por el turismo en la RMICD.

Acciones generadas por el turismo	Chungungo		P	Cormorán guanay		P	Lobo fino austral		P	Cormorán lile		P	Lobo marino común (NR)		P
	I	A		I	A		I	A		I	A		I	A	
Número medio de embarcaciones presentes	Baja	Baja	1	Baja	Baja	1	Baja	Media	2	Baja	Baja	1	Baja	Baja	1
Número máximo de embarcaciones presentes	Baja	Baja	1	Muy alta	Baja	7	Baja	Media	2	Muy alta	Baja	7	Alta	Baja	7
Distancia media de acercamiento	Alta	Baja	7	Media	Baja	4	Alta	Media	8	Alta	Baja	7	Alta	Baja	7
Distancia mínima de acercamiento	Muy alta	Baja	7	Alta	Baja	7	Alta	Media	8	Muy alta	Baja	7	Muy alta	Baja	7
Modo de aproximación	Baja	Baja	1	Baja	Baja	1	Baja	Media	2	Baja	Baja	1	Baja	Baja	1
Velocidad media de acercamiento	Baja	Baja	1	Media	Baja	4	Baja	Media	2	Media	Baja	4	Media	Baja	4
Velocidad máxima de acercamiento	Media	Baja	4	Alta	Baja	7	Alta	Media	8	Muy alta	Baja	7	Muy alta	Baja	7
Comportamiento de los turistas	Baja	Baja	1	Media	Baja	4	Media	Media	5	Baja	Baja	1	Alta	Baja	7

Continua…

Acciones generadas por el turismo	Pingüino de Humboldt		P	Piquero		P	Cormorán yeco		P
	I	A		I	A		I	A	
Número medio de embarcaciones presentes	Baja	Baja	1	Baja	Baja	1	Baja	Baja	1
Número máximo de embarcaciones presentes	Media	Baja	4	Alta	Baja	7	Media	Baja	4
Distancia media de acercamiento	Media	Baja	4	Alta	Baja	7	Media	Baja	4
Distancia mínima de acercamiento	Alta	Baja	7	Muy alta	Baja	7	Alta	Baja	7
Modo de aproximación	Baja	Baja	1	Baja	Baja	1	Baja	Baja	1
Velocidad media de acercamiento	Baja	Baja	1	Baja	Baja	1	Baja	Baja	1
Velocidad máxima de acercamiento	Muy alto	Baja	7	Muy alta	Baja	7	Alta	Baja	7
Comportamiento de los turistas	Baja	Baja	1	Baja	Baja	1	Baja	Baja	1

Acciones generadas por el turismo	Delfín nariz de botella residente		P	Delfín nariz de botella transeúnte		P	Ballena azul		P	Ballena fin		P
	I	A		I	A		I	A		I	A	
Número medio de embarcaciones presentes	Media	Media	5	Media	Media	5	Alta	Alta	9	Alta	Alta	9
Número máximo de embarcaciones presentes	Muy alta	Media	8	Muy alta	Media	8	-	-	-	-	-	-
Distancia media de acercamiento	Media	Media	5	Media	Media	5	Alta	Alta	9	Alta	Alta	9
Distancia mínima de acercamiento	Muy alta	Media	8	Muy alta	Media	8	-	-	-	-	-	-
Modo de aproximación	Baja	Media	2	Baja	Media	2	Alta	Alta	9	Alta	Alta	9
Velocidad media de acercamiento	Baja	Media	2	Baja	Media	2	Alta	Alta	9	Alta	Alta	9
Velocidad máxima de acercamiento	Muy alta	Media	8	Muy alta	Media	8	-	-	-	-	-	-
Comportamiento de los turistas	Alta	Media	8	Alta	Media	8	Media	Media	5	Media	Media	5
Duración media de los avistamientos	Baja	Media	2	Baja	Media	2	Media	Baja	4	Media	Baja	4
Duración máxima de los avistamientos	Media	Media	5	Media	Media	5	-	-	-	-	-	-

Tabla 11.4.15. Listado de las especies y la ponderación de la importancia en la a) RMIC y b) RMICD. Se indica el nombre común, nombre científico, categoría de conservación, importancia según la categoría de conservación e importancia para el turismo.

a)

Especie	Categoría de conservación	Ponderación Categoría de conservación	Ponderación importancia para el turismo	Importancia
Piquero	Preocupación Menor	Baja	Media	2
Cormorán lile	Casi Amenazada	Media	Media	5
Cormorán yeco	Preocupación Menor	Baja	Baja	1
Yunco	En Peligro	Alta	Media	8
Pingüino de Humboldt	Vulnerable	Alta	Alta	9
Chungungo	Vulnerable	Alta	Alta	9
Lobo marino común (R)	Preocupación menor	Baja	Alta	3
Lobo marino común (NR)	Preocupación menor	Baja	Alta	3
Lobo fino austral	Casi Amenazada	Media	Alta	6
Delfín nariz de botella (R)	En Peligro	Alta	Alta	9
Delfín nariz de botella (T)	Preocupación Menor	Baja	Alta	3
Ballena azul	En Peligro	Alta	Alta	9
Ballena fin	En Peligro crítico	Muy alta	Alta	10

Continua…

b)

Especie	Categoría de conservación	Ponderación Categoría de conservación	Ponderación importancia para el turismo	Importancia
Piquero	Preocupación Menor	Baja	Media	2
Cormorán lile	Casi Amenazada	Media	Media	5
Cormorán yeco	Preocupación Menor	Baja	Baja	1
Pingüino de Humboldt	Vulnerable	Alta	Alta	9
Chungungo	Vulnerable	Alta	Alta	9
Lobo marino común (NR)	Preocupación menor	Baja	Media	2
Lobo fino austral	Casi Amenazada	Media	Media	5
Delfín nariz de botella (R)	En Peligro	Alta	Alta	9
Delfín nariz de botella (T)	Preocupación Menor	Baja	Alta	3
Ballena azul	En Peligro	Alta	Alta	9
Ballena fin	En Peligro crítico	Muy alta	Alta	10

Debido a que el desarrollo turístico difiere entre la RMIC y la RMICD, la matriz de Leopold se realizó de forma independiente para cada Reserva Marina y para aquellas especies que son comunes en ambas reservas.

En la Tabla 11.4.16a y Tabla 11.4.17a se observa el resultado de la matriz de Leopold, que muestra de manera resumida la ponderación para la importancia y la magnitud de las acciones generadas por el turismo para las especies en la RMIC y RMICD, respectivamente. En la Tabla 11.4.16b y la Tabla 11.4.17b se muestran los resultados consolidados de la matriz de Leopold para la RMIC y RMICD, respectivamente.

A partir de la matriz consolidada de la RMIC se observó que el piquero, el cormorán yeco, el lobo marino común no reproductivo son especies con un bajo nivel impacto de la actividad turística (valores menores a 100) (Tabla 11.4.16b). En estas especies se conjuga el factor común es que todas se categorizan con una importancia baja para la conservación (categorías consideradas como de preocupación menor), y a su vez la magnitud de las acciones también es baja (Tabla 11.4.16b). El pingüino de Humboldt, el lobo fino austral y el delfín nariz de botella transeúnte son especies con un nivel de impacto medio, ya que sus valores se encuentran entre los 100 y 200 (Tabla 11.4.16b), mientras que el chungungo y el delfín nariz de botella residente suman valores superiores a los 300 (Tabla 11.4.16b), y por tanto se consideran como especies con un impacto mayor. Entre las acciones generadas por el turismo, las que suponen un menor impacto (valores menores a 100) para las especies son el número medio de embarcaciones, el modo de aproximación y la velocidad media de acercamiento (Tabla 11.4.16b). Las acciones que significarían un impacto medio (valores superiores a 100 e inferiores a 200) para las especies son la distancia media de acercamiento y el comportamiento de los turistas, mientras que las acciones que significan un impacto mayor (valores superiores a 200) son el número máximo de embarcaciones, la distancia mínima de acercamiento y la velocidad máxima de acercamiento (Tabla 11.4.16b).

Para la RMICD, se observó que el piquero y el cormorán yeco, son especies sometidas a un bajo nivel impacto de la actividad turística (valores menores a 100) (Tabla 11.4.17b). El cormorán lile, el lobo marino común no reproductivo y el delfín nariz de botella transeúnte son especies con un nivel de impacto medio, ya que sus valores se encuentran entre los 100 y 200 (Tabla 11.4.17b), mientras que el pingüino de Humboldt, el chungungo, el lobo fino austral y el delfín nariz de botella residente suman valores superiores a los 200 (Tabla 11.4.17b), y se consideran por tanto como especies con un impacto mayor. Entre las acciones generadas por el turismo, las que suponen un menor impacto (valores menores a 100) para las especies son el modo de aproximación y la velocidad media de acercamiento (Tabla 11.4.17b). Las acciones que significarían un impacto medio (valores superiores a 100 e inferiores a 200) para las especies son el número medio de embarcaciones presentes y el comportamiento de los turistas, mientras que las acciones que significarían un impacto mayor (valores superiores a 200) son el número máximo de embarcaciones, la distancia media y mínima de acercamiento y la velocidad máxima de acercamiento (Tabla 11.4.17b).

Comparando los totales de las sumatorias de ambas reservas y a modo general, la RMICD estaría sometida a una mayor presión turística que la RMIC, ya que la RMICD totaliza 1687, mientras que la RMIC 1477 (Tabla 11.4.16b y Tabla 11.4.17b).

De esta manera y en términos generales, la mayoría de las especies necesitarían ser abordadas con medidas de mitigación, excepto el piquero y el yeco. A través del análisis de la matriz de Leopold, las especies más sensibles al turismo son el pingüino de Humboldt, el chungungo, el lobo fino austral y el delfín nariz de botella residente. El cormorán lile, el lobo marino y el delfín nariz de botella transeúnte, son especies que se podrían considerar como medianamente afectadas por el turismo. Asimismo, las acciones que deberían regularse con medidas de mitigación son disminuir los valores máximos del número de embarcaciones, aumentar la distancia media y mínima de acercamiento y disminuir la velocidad máxima de acercamiento. De la misma manera, es importante incentivar el silencio durante los avistamientos y mantenerlos en un nivel calmo.

El yunco fue una de las especies más afectadas ya que presentó un alto porcentaje de respuesta “escape”, mientras que la distancia (promedio y mínima) y la velocidad de acercamiento (promedio y máxima) se consideraron con una afectación alta o muy alta. Por lo tanto, se requieren medidas que regulen estos aspectos. En el caso del análisis de comportamiento de la ballena fin y que puede ser atribuible al resto de los grandes cetáceos, se observó la alteración de la conducta en dos de los tres factores analizados. Es por esto que se recomienda regular el número de embarcaciones, el modo de aproximación y velocidad de aproximación y alejamiento. Estos aspectos serán desarrollados en el objetivo específico 5 donde se desarrolla el programa de manejo de los servicios de observación y avistamiento de fauna, considerando los resultados de este objetivo.

En el caso de la ballena azul y fin, se analizaron en matrices de forma independiente ya que se basaron en los resultados obtenidos en el taller de “Validación de las acciones del avistamiento de fauna y de los componentes de los factores ambientales con los servicios públicos presentes en el territorio y que tienen relación con la actividad turística”, donde participaron funcionarios de Sernapesca y Conaf de la Región de Atacama y Coquimbo. De esta manera, estas matrices no cuentan con los mismos campos que las matrices de las otras especies, ya que la actividad de validación se llevó a cabo antes de que se realizara el análisis detallado de los resultados obtenidos en terreno.

A partir de la matriz consolidada de la RMIC se observó que la duración de los avistamientos es la acción con una menor ponderación para ambas especies de ballenas (Tabla 11.4.18b). La velocidad de acercamiento es otra acción con una menor ponderación, pero solo para la ballena fin (Tabla 11.4.18b). En esta reserva, las acciones con mayor ponderación fueron la distancia media de acercamiento, el modo de aproximación, y el comportamiento de los turistas (Tabla 11.4.18b).

En el caso de la RMICD, las acciones con una menor ponderación fueron la duración de los avistamientos y el comportamiento de los turistas para ambas especies (Tabla 11.4.19b). En esta reserva, las acciones con mayor ponderación fueron el número de

embarcaciones, la distancia de acercamiento, el modo de aproximación, y la velocidad de acercamiento (Tabla 11.4.18b).

Comparativamente, la RMIC presentó una ponderación total superior a la RMICD.

Tabla 11.4.16. Resultados de a) matriz de Leopold y b) el consolidado, para la RMIC.

a)

M / I	Número medio de embarcaciones presentes	Número máximo de embarcaciones presentes	Distancia media de acercamiento	Distancia mínima de acercamiento	Modo de aproximación	Velocidad media de acercamiento	Velocidad máxima de acercamiento	Comportamiento de los turistas	Duración media de los avistamientos	Duración máxima de los avistamientos
Piquero	1/2	4/2	1/2	7/2	1/2	4/2	7/2	1/2		
Cormorán lile	1/5	1/5	4/5	4/5	1/5	1/5	7/5	1/5		
Cormorán yeco	1/1	1/1	4/1	7/1	1/1	1/1	7/1	1/1		
Pingüino de Humboldt	1/9	1/9	1/9	4/9	1/9	1/9	4/9	1/9		
Chungungo	3/9	6/9	6/9	9/9	3/9	3/9	6/9	6/9		
Lobo marino común (NR)	1/3	4/3	4/3	7/3	1/3	1/3	7/3	1/3		
Lobo fino austral	1/6	4/6	4/6	7/6	1/6	1/6	7/6	1/6		
Delfín nariz de botella residente	2/9	8/9	5/9	5/9	2/9	2/9	8/9	2/9	5/9	8/9
Delfín nariz de botella transeúnte	2/3	8/3	5/3	5/3	2/3	2/3	8/3	2/3	5/3	8/3

b)

	Número medio de embarcaciones presentes	Número máximo de embarcaciones presentes	Distancia media de avistamiento	Distancia mínima de acercamiento	Modo de agrupamiento	Velocidad media de avistamiento	Velocidad máxima de avistamiento	Comportamiento de los turistas	Subtotal	Duración media de los avistamientos	Duración máxima de los avistamientos	Total
Piquero	2	8	2	14	2	8	14	2	52			52
Comunán lile	5	5	20	20	5	5	35	5	100			100
Cormorán yeco	1	1	4	7	1	1	7	1	23			23
Pingüino de Humboldt	9	9	9	36	9	9	36	9	126			126
Chungungo	27	54	54	81	27	27	54	54	378			378
Lobo marino común (NR)	3	12	12	21	3	3	21	3	78			78
Lobo fino austral	8	24	24	42	8	8	42	8	156			156
Delfín nariz de botella residente	18	72	45	45	18	18	72	18	306	45	72	423
Delfín nariz de botella transeunte	6	24	15	15	6	6	24	6	102	15	24	141
Subtotal	**77**	**209**	**185**	**281**	**77**	**83**	**305**	**104**		**60**	**96**	**1477**

Tabla 11.4.17. Resultados de a) matriz de Leopold y b) el consolidado, para la RMICD

a)

M / I	Número medio de embarcaciones presentes	Número máximo de embarcaciones presentes	Distancia media de acercamiento	Distancia mínima de acercamiento	Modo de aproximación	Velocidad media de acercamiento	Velocidad máxima de acercamiento	Comportamiento de los turistas	Duración de los avistamientos	Duración de los avistamientos
Piquero	1/2	7/2	7/2	7/2	1/2	1/2	7/2	1/2		
Cormorán lile	1/5	7/5	7/5	7/5	1/5	4/5	7/5	1/5		
Cormorán yeco	1/1	4/1	4/1	7/1	1/1	1/1	7/1	1/1		
Pingüino de Humboldt	1/9	4/9	4/9	7/9	1/9	1/9	7/9	1/9		
Chungungo	1/9	1/9	7/9	7/9	1/9	1/9	4/9	1/9		
Lobo marino común (NR)	1/3	7/3	7/3	7/3	1/3	4/3	7/3	7/3		
Lobo fino austral	2/6	2/6	8/6	8/6	2/6	2/6	8/6	5/6		
Delfín nariz de botella residente	5/9	8/9	5/9	8/9	2/9	2/9	8/9	8/9	2/9	5/9
Delfín nariz de botella transeúnte	5/3	8/3	5/3	8/3	2/3	2/3	8/3	8/3	2/3	5/3

b)

	Número medio de embarcaciones presentes	Número máximo de embarcaciones presentes	Distancia media de acercamiento	Distancia mínima de acercamiento	Modo de aproximación	Velocidad media de acercamiento	Velocidad máxima de acercamiento	Comportamiento de los turistas	Subtotal	Duración media de los avistamientos	Duración máxima de los avistamientos	Total
Pingüino	2	14	14	14	2	2	14	2	**64**			**64**
Cormorán lile	5	35	35	35	5	20	35	5	**175**			**175**
Cormorán yeco	1	4	4	7	1	1	7	1	**26**			**26**
Pingüino de Humboldt	9	36	36	63	9	9	63	9	**234**			**234**
Chungungo	9	9	63	63	9	9	35	9	**207**			**207**
Lobo marino común (hR)	3	21	21	21	3	12	21	21	**123**			**123**
Lobo fino austral	12	12	48	48	12	12	48	30	**222**			**222**
Delfín nariz de botella residente	45	72	45	72	18	18	72	72	**414**	18	45	**477**
Delfín nariz de botella transeúnte	15	24	15	24	6	6	24	24	**138**	6	15	**159**
Subtotal	**101**	**227**	**281**	**347**	**65**	**89**	**320**	**175**		**24**	**60**	**1687**

Tabla 11.4.18. Resultados de a) matriz de Leopold y b) el consolidado, para la ballena azul y fin en la RMIC

a)

M / I	Número de embarcaciones presentes	Distancia de acercamiento	Modo de aproximación	Velocidad de acercamiento	Comportamiento de los turistas	Duración de los avistamientos
Ballen azul	9 / 9	9 / 9	9 / 9	9 / 9	9 / 9	8 / 9
Ballena fin	8 / 10	9 / 10	9 / 10	6 / 10	9 / 10	5 / 10

b)

	Número de embarcaciones presentes	Distancia de acercamiento	Modo de aproximación	Velocidad de acercamiento	Comportamiento de los turistas	Duración de los avistamientos	
Ballen azul	81	81	81	81	81	72	**477**
Ballena fin	80	90	90	60	90	50	**460**
Subtotal	**161**	**171**	**171**	**141**	**171**	**122**	**937**

Tabla 11.4.19. Resultados de a) matriz de Leopold y b) el consolidado, para la ballena azul y fin en la RMICD

a)

M / I	Número de embarcaciones presentes	Distancia de acercamiento	Modo de aproximación	Velocidad de acercamiento	Comportamiento de los turistas	Duración de los avistamientos
Ballen azul	9 / 9	9 / 9	9 / 9	9 / 9	5 / 9	4 / 9
Ballena fin	9 / 10	9 / 10	9 / 10	9 / 10	5 / 10	4 / 10

b)

	Número de embarcaciones presentes	Distancia de acercamiento	Modo de aproximación	Velocidad de acercamiento	Comportamiento de los turistas	Duración de los avistamientos	
Ballen azul	81	81	81	81	45	36	405
Ballena fin	90	90	90	90	50	40	450
Subtotal	**171**	**171**	**171**	**171**	**95**	**76**	**855**

11.5 Objetivo Específico 5. Elaborar programa de manejo de los servicios de observación y avistamiento de fauna

Esta sección esta desarrollada en el ANEXO 5 PROGRAMA DE MANEJO DE LOS SERVICIOS DE OBSERVACIÓN Y AVISTAMIENTO DE FAUNA.

12. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

12.1 Objetivo Específico 1

12.1.1 DELFÍN NARIZ DE BOTELLA Y OTROS CETÁCEOS

En el presente estudio se da cuenta de la presencia de individuos que conforman la población residente de delfines nariz de botella descrita para el área de estudio e individuos asociados al grupo no residente. La población residente de delfines nariz de botella estuvo compuesta por individuos "históricos", es decir aquellos encontrados anteriormente en el área de estudio de los cuales algunos tienen registros de permanencia por más de 15 años (Silva 2015, Thomas 2005, Pérez-Alvarez et al. 2018) y por individuos identificables no históricos, es decir, que presentan algún tipo de marca natural, pero que no han sido registrados previamente en el área. Estos últimos podrían ser potencialmente individuos más jóvenes de la población residente que recientemente están adquiriendo marcas o individuos que hayan ingresado de otros grupos que se encuentran de tránsito en el sector.

A modo de caracterización de esta población, el tamaño de la población estimado (Índice de Chapman) es de 7 individuos con un intervalo de confianza al 95% entre 5 y 12 individuos. En base a la experiencia y a los datos capturados creemos que se registró la totalidad de los individuos identificables de la población residente, estando ésta conformada por 10 individuos, lo que es considerado una población de tamaño reducido. Aún cuando internacionalmente han sido descritas poblaciones pequeñas de delfines residentes (10 ± SD 7,6 individuos, Augusto et al. 2008), el tamaño poblacional registrado en este estudio para la población residente puede fluctuar en el tiempo. Lo anterior basado en que para el área completa de estudio, históricamente se ha descrito y validado fotográficamente una población de aproximadamente 20 – 33 individuos (Gibbons 1992, Thomas 2005, Pérez et al. 2018) la cual se ha desplazado entre Isla Chañaral e Isla Choros-Damas e incluso dividido entre ambas Reservas Marinas (Thomas 2005). Actualmente, durante todo el desarrollo de este proyecto, se avistaron grupos de delfines nariz de botella en la RMICD. Sin embargo, estos estaban principalmente compuestos por animales desconocidos (catalogados como No Residentes) y solamente dos residentes históricos. La presencia de delfines históricos en esta agrupación podría sugerir una nueva agrupación en vías de ser residentes al área, sin embargo, es necesaria mayor continuidad de registros para respaldar esta propuesta. Es posible que el grupo residente se haya separado y efectivamente este subgrupo encontrado en la RMICD esté desarrollándose de manera paralela al grupo de Isla Chañaral. Sin embargo, la discontinuidad de sus avistamientos (ya que no fueron observados en todas las prospecciones marinas y la gente local concuerda con que no se observa siempre) y el escaso número de delfines residentes históricos que la componen nos lleva a plantear, desde una aproximación más conservadora, que el grupo residente se encuentra efectivamente en Isla Chañaral y el grupo de RMICD no puede aún ser catalogado. Esta composición mixta (delfines residentes históricos con delfines desconocidos) podría dar cuenta de interacciones entre individuos residentes y

no residentes lo que ha sido previamente descrito para la zona, y lo que probablemente permite aportar variabilidad genética a la población (Pérez-Álvarez et al. 2018).

En relación a la preferencia o selección de área de los delfines nariz de botella residentes, los resultados del presente estudio sugieren una preferencia por la zona suroeste (expuesta) de Isla Chañaral, denominada La Erizada. Lo anterior dada la mayor cantidad de registros de presencia del grupo en el área, sumado a que en esta zona los delfines mostraron una mayor variedad de conductas (dentro de la que destaca alimentación, conducta social y descanso) que en el resto del área de estudio (donde principalmente se registró desplazamiento). En otros estudios de odontocetos, la conducta de alimentación ha sido relacionada a un área con mayor presencia de presas y la de descanso con un área seleccionada por los animales por presentar protección frente a los depredadores (Bräger et al. 2003, Hartel 2010), características óptimas de un ambiente para poder ser elegido. Cabe mencionar que no fue el objetivo principal de este estudio realizar un estudio etológico de los animales, sino más bien, de manera complementaria, registrar conductas grupales mediante la metodología de seguimiento focal grupal desde una embarcación (Mann 1999) que permita ver si estas varían espacialmente. Lo anterior considera la aplicación de un protocolo de aproximación y trabajo con el grupo de delfines que minimice el potencial impacto de la embarcación. Sin embargo, siempre está presente la posibilidad que la presencia de la propia embarcación altere de alguna manera la conducta del grupo (Mann 1999, Constantine et al. 2004), error que de igual manera estaría estandarizado para todo el estudio. Una alta presencia de delfines nariz de botella residentes en el sector suroeste de Isla Chañaral ha sido reportado previamente por Thomas (2005) quien, si bien reporta avistamientos del grupo residente tanto en la RMICD como en la RMIC entre los años 2003 y 2004, la mayoría de los avistamientos ocurridos fueron en el sector suroeste de Isla Chañaral, lo que según el autor podría relacionarse a una menor presencia de embarcaciones de avistamiento de cetáceos en el área.

A modo de caracterización de esta zona de preferencia en particular, el estudio de Gaymer et al. (2008) muestra que el fondo marino posee una profundidad de entre 0 y 60 m e imágenes satelitales muestran una pendiente de 20° aproximadamente, lo que coincide con otros estudios realizados para la especie, por ejemplo, en grupos residentes de delfín nariz de botella en Australia, donde se ha observado una preferencia por aguas costeras poco profundas y de baja pendiente, lo cual podría asociarse a la distribución de sus presas y posible protección frente a depredadores o amenazas (Bilgmann et al. 2019). Sin embargo, a modo general se ha descrito que los delfines nariz de botella habitan en una gran diversidad de ambientes con distintas características oceanográficas lo que sugiere plasticidad y adaptabilidad a diferentes ambientes (Ingram & Rogan 2002, Bilgmann et al. 2019).

Adicionalmente, tal como fue mencionado con anterioridad, también se avistaron agrupaciones de individuos no residentes en el área de estudio. La presencia de delfines no residentes ha sido reportado por distintos investigadores denominándolos de diferentes formas (e.g. pelágicos por Hanshing (2001), no residentes por Thomas (2005) y transeúntes por Santos-Carvallo et al. (2015 y 2018). Los avistamientos en el área de

estudio son frecuentes a lo largo del año, sin mostrar una marcada estacionalidad (Santos-Carvallo et al. 2018), por lo que no es poco frecuente observarlos durante verano, otoño e invierno. La conducta predominante registrada para estos delfines fue el desplazamiento y los tamaños grupales fluctuaron entre siete y 90 individuos. Tanto la conducta de desplazamiento como el tamaño grupal concuerda con lo descrito por Santos-Carvallo et al. (2018) para este tipo de delfines en la misma área de estudio, sugiriendose que esta correspondería a una zona de tránsito. Resultados similares son reportados por Barco (1995) en la costa de Virginia y por Toth et al. (2011) en la costa de New Jersey, en Estados Unidos, donde ambos autores sugieren que las áreas serían utilizadas como un corredor por parte de los delfines nariz de botella.

Como fue mencionado anteriormente, en este estudio se consideró bajo el concepto de “otros cetáceos” aquellos avistados que no correspondan a los delfines nariz de botella residentes, y que tienen una probabilidad incierta de ser avistados. Para lo anterior, se procedió según protocolo establecido, es decir, aproximándose al grupo o individuo minimizando la potencial perturbación por la presencia del bote de investigación y registrando tamaño estimado grupal (mínimo, máximo y número estimado), conducta grupal focal y registro de foto-identificación de los individuos cuando esto era posible. Cabe reforzar que para estas especies no se diseñó una metodología de estimación de abundancia (captura o recaptura fotográfica o distance sampling) dada la incerteza de la probabilidad de encuentro, siendo más aplicable la metodología indicada.

Durante el período de estudio se registró la presencia de delfín oscuro, cachalote, y calderón gris entre agosto y noviembre de 2019, y ballena fin, desde noviembre 2019 hasta enero de 2020 (cabe mencionar que ese fue el último terreno realizado en el área de estudio, y no que necesariamente no estuviese presente la especie en la zona después del mes de enero). Estas especies han sido descritas con anterioridad en el área de estudio (Capella et al. 1999, Pérez et al. 2006, Sepúlveda et al. 2016, Toro et al. 2016, Sepúlveda et al. 2018). En cuanto al tamaño grupal de las especies avistadas, estas se caracterizaron por ser agrupaciones pequeñas (*P. macrocephalus* un ind, *G. griseus* cuatro a cinco inds, *B. physalus* uno a cuatro inds) y agrupaciones grandes (>200 individuos, *L. obscurus*). Lo anterior concuerda con lo descrito previamente para la zona donde la presencia de cachalotes ha sido mencionada en base a avistamientos ocasionales por embarcaciones de turismo en la zona y en base a registros de varamientos y restos óseos (Capella et al. 1999, Moraga et al. 2008), mientras que los delfines oscuros han sido avistados en grupos numerosos (Capella et al. 1999).

En cuanto a las conductas observadas en estas especies, los delfines oscuros se avistaron alimentándose y desplazándose en sectores ubicados entre ambas Reservas Marinas y también al norte de la Isla Chañaral. Estas actividades son frecuentes en agrupaciones que se trasladan por el área y aprovechan de realizar un uso activo de ésta (alimentación) dada la alta productividad de la zona (Camus et al. 2001). Sin embargo, no se ha registrado permanencia de esta especie en el área de estudio. El cachalote se registró en constante desplazamiento, en la zona norte de Isla Chañaral y donde se determinó una profundidad de 380 m aproximadamente, siendo complejo realizar un seguimiento del individuo dada sus largas apneas, características de la especie (con una

duración promedio de 45 minutos, Whitehead 2018). Finalmente, el calderón gris fue registrado principalmente descansando cerca del continente frente a Isla Chañaral. Registros de esta especie son frecuente en el área (Moraga et al. 2008), aunque por lo general se avistan en grupos de mayor tamaño.

Como se menciono anteriormente, el único misticeto registrado en el área durante el período de estudio fue la ballena fin. Esta especie se registró en noviembre de 2019 tanto en la RMIC como en la RMICD, y posteriormente se registró su presencia en enero de 2020 en la RM Isla Chañaral. La temporalidad de estos avistamientos coincide con la época donde sus registros han sido más frecuentes en la costa de Chile, cuando las ballenas se desplazarían a estas latitudes a alimentarse. Conductas de alimentación han sido descritas para esta especie en la zona, y se ha identificado la zona de las RM Isla Chañaral e Islas Choros y Damas como un área importante de alimentación para la especie (Pérez et al. 2006, Toro et al. 2016, Sepúlveda et al. 2018). Las observaciones directas de la actividad dan cuenta de alimentación en superficie, donde los individuos abren la boca para envolver a sus presas mientras sus pliegues ventrales se expanden. En el estudio de Pérez et al. (2006), se observó que la ballena fin se encontraba depredando sobre el eufáusido *Euphausia mucronata* principalmente, en aguas cercanas a Isla Chañaral e Isla Choros.

La presencia de la ballena fin en la zona estudio, durante el verano austral, ha sido registrada desde 1995 (Capella et al. 1999), lo cual ha sido ampliamente vinculado a la disponibilidad y abundancia de sus potenciales presas. Ambas Reservas Marinas están inmersas dentro del sistema de la corriente de Humboldt, siendo un ecosistema altamente dinámico donde ocurren fenómenos locales de surgencia, generando así un área altamente productiva (Camus 2001). Adicionalmente, existe evidencia de que algunos individuos de ballena fin se mantendrían en esta zona (y en latitudes de la costa central de Chile) durante el verano austral, en vez de seguir su desplazamiento hacia mayores latitudes, probablemente para alimentarse (Sepúlveda et al. 2018).

Características propicias del ambiente han contribuido a que individuos de la ballena fin muestren cierta permanencia mensual y/o retorno al área de estudio a nivel intra e interanual. Así es el caso de tres individuos foto-identificados durante el presente proyecto que se han registrado anteriormente en la zona. Uno de ellos retornó al área de estudio con al menos cinco años de diferencia puesto que se registró durante el año 2014 en ambas Reservas Marinas y se re-avistó durante noviembre de 2019 en la RMICD. Un segundo individuo se avistó durante el año 2006 en el área, posteriormente durante el año 2014 y recientemente durante el año 2019 (13 años entre el primer y último avistamiento) y finalmente un tercer individuo se avistó con 10 años de diferencia, registrándose por primera vez durante el año 2010 y recientemente en enero de 2020. Retorno de individuos al área han sido descritos previamente por Toro et al. (2016), quienes sugieren que esta zona podría estar dentro de la ruta de migración de la especie, aunque esta hipótesis no explicaría la permanencia mensual de algunos individuos en el área a menos que sea un periodo prolongado de detención mientras siguen su desplazamiento a altas latitudes como ha sido descrito para ballenas jorobadas en el estrecho de Magallanes (Gibbons et al. 2003, Acevedo et al. 2007, Capella et al. 2008) y ballenas azules en el Golfo del Corcovado (Hucke-Gaete et al. 2003). La potencial

migración de la especie a altas latitudes ha sido recientemente discutida por Sepúlveda et al. (2018), quienes mediante marcaje satelital evidenciaron que cinco de seis individuos instrumentados permanecieron en la zona central de Chile. Si bien esos resultados no excluye que ciertos individuos puedan migrar a mayores latitudes, si sugiere que al menos una porción de ellos permanecerían en latitudes intermedias. Finalmente, como se ha mencionado previamente y en la literatura, la alta diversidad de especies de cetáceos presentes en el área es plausible por la alta productividad registrada en el área de estudio relacionada a la presencia de surgencia costera (Montecino et al. 1996, Marín & Delgado 2003, Thiel et al. 2007).

12.1.2 PINGUINO

En esta sección se discuten los resultados obtenidos en el estudio de las aves marinas en general (pingüinos, yuncos, etc). En primer lugar, se presentan los resultados relacionados con el Pingüino de Humboldt, las abundancias de las colonias de aves marinas que nidifican en Choros, y luego se discuten los resultados del estudio de la reacción de las aves frente a la presencia de los botes con turistas.

I. Pingüino de Humboldt *Spheniscus humboldti*

I.I. Características de los tipos de nidos

En la colonia del pingüino en isla Choros se registraron diversos tipos de nido. El tipo de nido cubierto por vegetación fue dominante (entre 29%–37% de las veces) y la planta rabo de zorro *Ophryosporus triangularis* la especie más común. Otros nidos comunes fueron protegidos por roca (19–24%), cubierto por roca (12–24%), protegido por vegetación (13–17%) y cueva de roca (7–12%). En la isla Chañaral el tipo de nido cubierto por vegetación también fue dominante (96% de las veces), siendo el cactus *Euchlinia acida var procumbens* la especie más frecuente en los nidos. Esto concuerda con los resultados registrados por Ellenberg et al. (2006) y Simeone et al. (2018) quienes realizaron una detallada caracterización de los nidos en estas dos colonias reproductivas, éste último utilizando el mismo criterio de la categoría utilizada en este estudio.

I.II. Fenología y población reproductiva

La actividad reproductiva del Pingüino de Humboldt tienes dos picks anuales, uno en otoño/invierno y otro en primavera/verano, pero es posible encontrar individuos reproduciéndose durante todo el año. En este estudio observamos parejas con huevos entre septiembre y noviembre de 2019, pero el máximo de nidos con huevos se registró en octubre, y el número máximo de polluelos se observó en diciembre. Nuestros resultados coinciden con aquellos reportados por Simeone et al. (2002), quienes describen que el periodo reproductivo del pingüino durante la primavera se inicia en agosto con la presencia de adultos en las colonias, un pick de puesta en octubre y fin de la reproducción en enero, aunque la estadía de los pollos volantones se puede extender hasta febrero o

marzo. Para el caso de los volantones de la temporada 2018-2019 (este estudio) se observó un pick de volantones en enero pero en febrero también observamos algunos volantones que seguramente correspondían a las posturas más tardías (diciembre).

En isla Choros se registró un aumento importante en la cantidad y tamaño de los parches de nidos, en comparación a las observaciones de 2009 contenidas en el Plan de Manejo de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt (CONAF 2009). En general, determinamos que la distribución de las colonias en isla Choros no fue uniforme, ya que más del 61% del total de las colonias (n=13) se concentraron en la zona norte de la isla con un área de nidificación de ~ 0.295 km^2. En contraste, en el sector oeste de la isla Choros se observó una marcada ausencia de parches de pingüinos. En el caso de la isla Chañaral, las áreas de nidificación del pingüino de Humboldt parecen similares en términos de área y distribución a aquellas reportadas por Mattern et al. (2004) y por el plan de manejo de la reserva (CONAF 2009). CONAF (2009) reporta también la existencia de un sector localizado en el centro de la isla Chañaral en el cual no hay nidos de pingüinos, debido a la existencia de una importante colonia de gaviota dominicana.

El número de parejas reproductivas se estimó en 2430±585 y 4055±1322 en Choros y Chañaral, respectivamente. En el caso de Chañaral el intervalo de confianza sugiere un alto valor de la varianza de la distancia entre las líneas de transectos y los nidos, a pesar del esfuerzo aplicado (n = 186 transectos) en la obtención de los datos. La razón entre la varianza y la media aritmética de la distancia (6.80/4.65 ~ 1.5) es mayor que 1, lo cual sugiere un patrón de distribución en parches de los nidos (Krebs 1989). En efecto, en isla Chañaral los nidos forma parches que se encuentra separados unos de otros dejando espacios en los cuales no se encuentra nidos. Algunos parches se encuentran incluso separados por un colonia de Gaviota dominicana. En isla Choros, la razón entre la varianza y la media (6.48/5.60 ~1.2) es concordante con el hecho que no se observa un patrón de nidos agrupados en parches, y tienden a una distribución aleatoria. Estudios futuros acerca del patrón de distribución de los nidos y de los elementos fisiográficos (geomorfología, área, altura etc) y de las comunidades vegetacinales de ambas islas, podría aportar más antecedentes acerca de la distribución espacial de los nidos de pingüino de Humboldt.

En cuanto a las estimaciones de la abundancia de parejas reproductivas, la información disponible (ver Figura 12.1.1) muestra que el número de parejas en Choros aumentó de 360 en 2001-2002 (Simeone et al. 2003) a 2859 en 2017-2018 (Simeone et al. 2018). El número de parejas encontradas en este estudio (2430) es comparable al valor reportado para la temporada 2017, ya que fueron estimadas usando la misma metodología. La diferencia de ~430 parejas, entre estas dos temporadas, no puede ser explicada con la información disponible, aunque una posibilidad es que se deba a fluctuaciones naturales entre años. En isla Chañaral, sin embargo, llama la atención la gran fluctuación en el número de parejas reproductivas (Figura 12.1.1). De 9000 parejas estimadas en 2002-2003, el número disminuyó dramáticamente a 1045 parejas en la temporada de 2017. En la presente temporada registramos un aumento de casi 4 veces en el número de parejas. Estas fluctuaciones podrían corresponder a procesos demográficos locales de ambas islas, en un escenario en el cual el número de parejas reproductivas en

Chile ha disminuido en todo el territorio nacional (Simeone et al. 2018). Las causas de esta disminución se desconocen, pero podrían estar relacionadas con fluctuaciones en las condiciones ambientales en el mar que a su vez provocan cambios en la disponibilidad de alimento para las aves. De allí la importancia de establecer un programa de monitoreo de las poblaciones de pingüinos de Humboldt para, por un lado, aproximarse a una mejor comprensión de las fluctuaciones poblaciones y, por otro lado, evaluar el efecto de los esfuerzos de conservación en la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt y otras islas costeras en las cuales nidifica el Pingüino de Humboldt.

En cuanto al éxito de volantones (59%), nuestras resultados difieren significativamente de lo reportado previamente para isla Choros por Ellenberg et al. (2006). Estos autores reportaron que el éxito de volantón en isla Choros se encuentra en un rango entre 81–96%. Como se indicó más arriba, el valor reportado por nosotros considera individuos observados hasta fines de enero de 2020, cuando aún habían nidos con pollos que eran alimentados por sus padres. Así, es posible que el éxito de volantón de la última temporada reproductiva haya sido mayor a 59%.

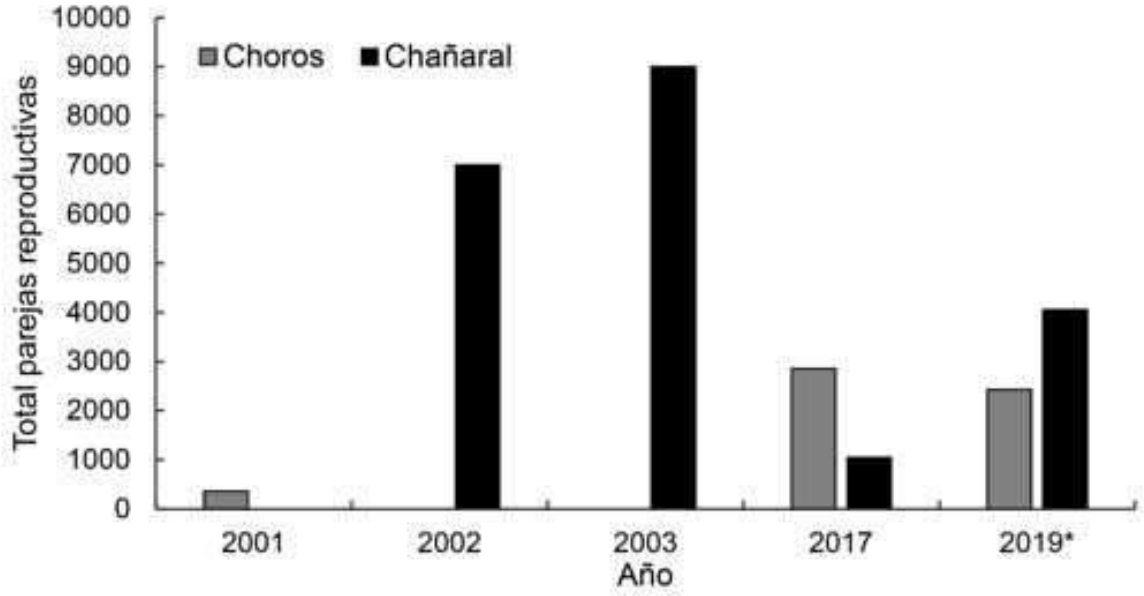


Figura 12.1.1. Registro histórico (2001–2017) del número de parejas reproductivas de Pingüino de Humboldt en las islas Choros y Chañaral (Simeone et al. 2003, Mattern et al. 2004, Simeone et al. 2018). *Este estudio.

I.III. Abundancia de pingüinos de Humboldt durante la muda del plumaje

Durante el periodo de muda la distribución espacial de los individuos en la isla Choros no fue uniforme. La distribución estuvo centrada en el sector norte y este de la isla, con presencia únicamente de un grupo pequeño de pingüinos en la cosa oeste de la isla. El grupo con el mayor número de pingüinos mudando se observó en isla Choros con ca. 78

animales. En la isla Chañaral los pingüinos tendieron a utilizar casi todo el perímetro de la isla. Sin embargo, más del 66% de los grupos observados en Chañaral tenían menos de 10 individuos, y el grupo más numeroso registrado fue de 28 individuos. Para el total de pingüinos mudando, nuestros resultados (429 en Choros y 149 en Chañaral) mostraron una disminución dramática en comparación a lo reportado por Wallace & Araya (2015) de 1818 pingüinos en Choros y 12768 en Chañaral. Se ha determinado que no todas las islas en que nidifica el pingüino de Humboldt se comportan de manera similar en cuanto a la estabilidad del número de pingüinos que utilizan las colonias para la muda (Simeone et al. 2018). Sin embargo, las colonias de Chañaral y Choros mantenían un número relativamente estable de pingüinos que utilizaban estas colonias para mudar (Simeone et al. 2018). Pero, en este caso, la disminución en el número de animales mudando es dramático, y aunque la información no es comparable, es similar a la disminución de la población reproductiva, especialmente en el caso de Chañaral. De acuerdo a Wallace & Araya (2015) y Culik (2001) estos cambios podrían explicarse en términos de la oferta alimentaria, esto es, que los pingüinos buscan sitios donde el alimento es más abundante, lo cual les permitirá no sólo almacenar nutrientes antes de la muda sino recuperarse después de las dos semanas de ayuno. Cercano a las islas Choros y Chañaral, se localizan otras pequeñas islas costeras hacia el sur (e.g. Tilgo, Pájaros 1 y 2). A pesar que esas islas no fueron consideradas en el estudio, es probable que los pingüinos que nidificaron en Choros y Chañaral se hayan se desplazado a esas islas u otras más al norte de Chañaral, tales como la isla Grande Atacama o Pan de Azúcar. Estos desplazamientos son perfectamente posibles considerando su alta capacidad de desplazamiento en el mar (Culik & Luna-Jorquera 1997).

II. Abundancia de aves marinas en Isla Choros

Desde el año 2003 no se realizaba en la isla Choros una actualización del número de parejas reproductivas de las especies de aves marinas como el piquero, lile, guanay y yeco. En aquel entonces se estimaron un total de 170 parejas de piqueros, 100 parejas de yecos, 20 parejas de liles, además de 1550 parejas de yuncos (Simeone et al. 2003). En el plan de manejo de la reserva se reportaron para 2009 un total de 1895 adultos de piqueros, 594 nidos activos de yuncos (1188 parejas) y se reportó la nidificación de la gaviota dominicana, el lile y el yeco en isla Choros (CONAF 2009). En el presente estudio, se logró determinar un total de 722 parejas reproductivas de piqueros, lo cual parece indicar un aumento del número de parejas en comparación al año 2003. Sin embargo, en el caso de los cormoranes yeco (88 parejas) y lile (16 parejas) este número de parejas parece mantenerse en comparación a lo reportado por Simeone et al. (2003). En el estudio de Simeone et al. (2003) no se habían registrado parejas de guanayes en isla Choros. En 2015, se registró la presencia de guanayes en isla Choros reportando un total de 487 y 1197 individuos en el año 2014 y 2015, respectivamente (Munizaga et al. 2015). Nuestro estudio registró la misma colonia de cormorán guanay en el sector sur de la isla, con ca. 2000 parejas reproductivas.

Otra especie que no había sido registrada nidificando antes es el gaviotín monja. Debido a la ubicación de la colonia no se pudo tener confirmación visual de nidos. Sin embargo, la presencia constante de adultos y el registro de individuos juveniles en enero y febrero indican la existencia de una colonia activa. No logramos registrar la presencia de nidos de gaviota dominicana como previamente se había registrado en el estudio de Simeone et al. (2003) y en el plan de manejo de la reserva (CONAF 2009). Sin embargo, la gaviota fue una especie común de observar sobrevolando la isla principalmente posadas en las colonias de yunco. En noviembre de 2019 observamos dos gaviotas depredando sobre polluelos de yuncos – en dos eventos independientes. Advertimos que al menos un polluelo fue capturado por la gaviota directamente del nido. En ambos casos, se observó que jotes de cabeza negra se ubicaron alrededor de la gaviota (mientras se alimentaba del pollo) y posteriormente, el jote le "arrebató" el polluelo muerto a la gaviota. Un evento adicional se observó cuando dos jotes se alimentaban de un pollo en su nido, aunque no se pudo confirmar si fue una captura (como ocurrió en el caso de la gaviota) o un pollo que ya había muerto antes. A pesar que este es un registro anecdótico se suma al chungungo (Mattern et al. 2002) y al pequén *Athene cunicularia* (Cruz-Jofré & Vilina 2014) como depredadores naturales del yunco.

En el caso del número de parejas de yunco, cabe resaltar que estudios previos ya indicaban un aumento de la colonia reproductiva en isla Choros durante los últimos años y en la última estimación realizada en el año 2014 se habían registrado un total de 10789 (IC95%: 9136–12441) parejas reproductivas (Fernández et al. 2019). En nuestro estudio se estimaron 9922 (IC95%: 8540–11303) parejas reproductivas. Considerando la sobreposición de los intervalos de confianza de ambos valores, se observa que la población reproductiva no ha variado significativamente en los últimos 6 años. Se registraron nuevos parches de nidos de no más de ~33 nidos en el sector norte y este de la isla. La mayoría de los parches se localizaron en el sector oeste de la isla, donde el tipo de sustrato presenta poca vegetación y un tipo de suelo más suave y arenoso en comparación al sector este que se encuentra dominado por abundante vegetación y un sustrato más duro.

12.1.3 CHUNGUNGOS

En el presente estudio se registró la presencia de chungungos en isla Chañaral, isla Choros e isla Damas. En isla Chañaral se estimó una densidad promedio de 6 ind/km de costa (45 individuos en total), mientras que en isla Choros se estimó una densidad de 3,7 ind/km (21 individuos en total). El único antecedente sobre presencia y abundancia de chungungos en las tres islas corresponde al proyecto FIP 2006-56 (Gaymer et al. 2008), donde solamente se registró la presencia de cuatro individuos en isla Choros, no registrándose la especie en isla Chañaral ni isla Damas. Cabe destacar que, en el estudio previamente mencionado, se utilizó la metodología de transectos por el borde costero de las islas para estimar abundancia. Si comparamos con otros sitios de la costa de Chile, los estudios de abundancia de chungungos son escasos considerando el amplio rango de distribución de la especie. Los estudios publicados muestran que la densidad varía entre 0,04 ind/km en el

canal Beagle (Castilla 1982) y 10 ind/km en Chiloé (Rozzi & Torres-Mura 1990). Entre las regiones de Atacama y Coquimbo, la densidad de individuos varía entre 1 ind/km (Castilla 1982) y 2,7 ind/km en el islote Pan de Azúcar (Ebensperger & Castilla 1991). De acuerdo con estos antecedentes, la densidad de chungungos registrada en isla Choros e isla Damas, aplicando la metodología de observación desde punto fijo, sería la más alta para la zona norte del país (entre Arica y Coquimbo). No obstante, se debe considerar que estas estimaciones publicadas en la literatura se realizaron mediante transectos por el borde costero, lo cual podría significar una subestimación en la densidad de individuos. En el caso del estudio de Medina-Vogel et al. (2006), quienes proponen la metodología utilizada en el presente proyecto, registraron en promedio 3,8 ind/km en el sur de Chile (39°40'S). Esta densidad es similar a lo encontrado en isla Choros, y menor a lo estimado para isla Chañaral.

En cuanto al análisis por periodo del día, no se encontraron diferencias en la densidad de individuos entre mañana, mediodía y tarde, ni en isla Chañaral ni en isla Choros. Esto podría indicar que no existen diferencias en el patrón de actividad durante el día, lo cual es consistente con lo reportado por Medina-Vogel et al. (2007) en Chile central. En cuanto a la conducta, en isla Chañaral e isla Choros la conducta más frecuente fue desplazamiento, y en segundo lugar la conducta de buceo en Isla Chañaral y descanso en isla Choros. Estos resultados contrastan con lo reportado por Medina-Vogel et al. (2006), quienes en un estudio realizado en Quintay (Región de Valparaíso) observaron que la conducta más frecuente de los chungungos fue alimentación, y en segundo lugar desplazamiento. En cuanto al tiempo de asignación a diferentes actividades, en isla Chañaral los individuos asignaron más tiempo al buceo y descanso, mientras que en isla Choros, asignaron más tiempo a descanso y alimentación. Estos resultados contrastan con lo reportado por Gutiérrez et al. (2019), quienes registraron que chungungos observados en las costas de Quintay y Cachagua (Región de Valparaíso) ocupan una mayor cantidad de tiempo en desplazamiento, seguido de buceo y por último alimentación. Cabe destacar que estos autores no reportaron el comportamiento descanso. No obstante, Medina-Vogel et al. (2007) indican que los chungungos permanecen 80% del tiempo en tierra, preferentemente descansando cerca de sus madrigueras.

En el presente estudio se pudo aplicar la metodología propuesta por Medina-Vogel et al. (2006) para la estimación de abundancia de chungungos en la totalidad del borde costero de isla Chañaral, con excepción de la punta sur, donde los acantilados presentan una gran altura (>100 m). El método propuesto por estos autores se basa en el conteo de las "nutrias observables", por lo tanto, si debido a la topografía no se puede tener una visión adecuada de los individuos (en este caso por la distancia), puede ocurrir una subestimación del conteo de individuos. Algo similar ocurrió en isla Damas, pero por el motivo contrario, ya que en este caso la isla posee una altura muy baja. Los puntos más altos de isla Damas se encuentran en la punta norte (donde está el mirador de CONAF) y en la punta sur, por lo que las observaciones se realizaron desde allí, aunque no se pudo cubrir todo el borde costero de la isla debido a que no existen zonas adecuadas para la observación. Además, los sitios de observación utilizados (y disponibles) no fueron lo suficientemente altos como para realizar una adecuada observación del borde costero. La

forma de la isla es irregular, con presencia de playas y roqueríos, lo que dificultó aún más la observación. En el caso de la punta sur de la isla, dos de los puntos de observación de este sitio se encontraban alejados del borde costero, lo que también dificultó las observaciones. Por estos motivos, en isla Damas solamente se contabilizaron 3 chungungos en los dos sitios prospectados para estimar abundancia, respecto a los 17 chungungos observados durante la prospección de septiembre. En isla Choros fue posible aplicar la metodología en la punta noreste y en el costado protegido de la isla (oeste). En este caso no fue posible aplicar la metodología en el costado protegido de la isla (este), debido a la alta abundancia de sitios de nidificación y muda de pingüino de Humboldt. Por este motivo, esta zona iba a ser prospectada en el mes de marzo de 2020, periodo de menor abundancia de pingüinos, lo cual no pudo realizarse por la contingencia nacional ya que Conaf cerró el ingreso a todas las áreas silvestres protegidas bajo su jurisdicción.

12.2 Objetivo Específico 2

Distancia de huida

Seguimiento focal de individuos

El chungungo y el yunco fueron las especies que presentaron la mayor frecuencia de respuesta escape. Para el chungungo se estimó una distancia de huida de 27,7 m en promedio en la RMIC, aunque ya desde los 55 m se registró escape de animales, mientras que en la RMICD se estimó una distancia de huida de 16,5 m, aunque en este caso ya desde los 28 m se registró el escape de los individuos. A nuestro conocimiento, no existen estudios previos que hayan evaluado el efecto del turismo en el chungungo. No obstante, la perturbación humana es una de las mayores amenazas para la especie (Valqui 2012). Asimismo, Pizarro-Neyra (2008) menciona que la perturbación humana causada por el turismo podría explicar la baja densidad de individuos registrados en una localidad de Perú. Estos antecedentes son consistentes con el bajo número de chungungos avistados durante el tour en bote en Punta de Choros (2 avistamientos en 62 salidas durante el verano de 2020). Por lo tanto, esta es una de las especies que podría estar viéndose más afectada por las embarcaciones de turismo. El pingüino de Humboldt fue la especie que reaccionó a la mayor distancia (desde más lejos) de las embarcaciones en ambas reservas marinas. En este caso, los individuos reaccionaron en alerta desde los 46,8 m y 39,3 m en promedio, en la RMIC y la RMICD, respectivamente. Asimismo, los individuos reaccionaron en escape en promedio a los 43,7 m y 34,4 m en la RMIC y la RMICD, respectivamente. El grado de respuesta de los individuos se relacionó con la distancia mínima a la cual se aproximaron los botes de turismo en la RMIC. Esto quiere decir que a una menor distancia de observación se produce una respuesta de mayor magnitud por parte de los animales. En el punto anterior se discute acerca de los posibles efectos de la perturbación humana sobre la fisiología de la especie.

Respuesta conductual de la colonia

Este estudio presenta los primeros antecedentes que se tienen de la distancia de reacción de las aves marinas con respecto al acercamiento de los botes de turismo en isla Choros. Estudios previos señalan que la presencia humana tiene efectos en las respuestas conductuales o fisiológicas de diversas especies de mamíferos y aves marinas (Burger & Gochfeld 1993, Pavez et al. 2015), pero destaca para los fines de este estudio el realizado por Ellenberg et al. (2006). Dicho estudio se llevó a cabo en la isla Choros y consistió en la medición de la frecuencia cardiaca de los pingüinos en distintas condiciones basales y de aproximamiento de personas. En diferentes especies de aves marinas se ha determinado que los efectos de la presencia humana en las colonias reproductivas pueden incluir el riesgo de deserción del nido, aumento del riesgo de depredación (de huevos y pollos), disminución del éxito de eclosión y aumento del riesgo de que los pollos se pierdan en el camino cuando no son capaces de regresar a sus nidos después de haber escapado (Robert & Ralph 1975, Safina & Burger 1983, Burger & Gochfeld 1993, Mallory 2016). El estudio de Ellenberg et al. (2006) reportó que el acercamiento de una persona caminando a 150 m de un nido de un pingüino de Humboldt incubando provoca un aumento importante en su frecuencia cardiaca, cuyo tiempo de recuperación puede extenderse hasta más de media hora. En el mismo estudio se determinó que el alto número de turistas en la isla Damas sería la principal causa de deserción de los nidos de pingüinos en esa isla. En nuestros resultados, determinamos que la distancia de reacción varió entre las especies de aves marinas: el pingüino de Humboldt fue la especie menos tolerante al acercamiento de los botes, mientras que el cormorán lile y guanay presentaron una distancia de reacción menor. En el caso particular de las distancias de reacción estimadas para el pingüino de Humboldt es importante señalar que esta se determinó sólo durante la etapa de muda, cuando los animales estuvieron agrupados en la costa. Estudios futuros podrían estudiar la posible relación entre el aumento en el número de turistas que visitan Isla Choros y la disminución en el número de animales durante la muda del plumaje, periodo en el cual los pingüinos requieren condiciones libres de perturbaciones antrópicas.

Considerando las distancias de reacción de las especies nidificantes en el acantilado (el piquero, los cormoranes, el gaviotín monja y el huairavo) se determinó que el gaviotín monja presentó el nivel de tolerancia más bajo (i.e. reacción a una mayor distancia) al acercamiento de los botes. En este estudio no se registró la tasa de éxito de eclosión y de volantón de estas especies nidificando en acantilados. Sin embargo, futuros estudios podrían dilucidar si el acercamiento de los botes de turismo tiene un impacto directo en su éxito reproductivo. En particular, en la colonia del gaviotín monja que no había sido reportada anteriormente pero su persistencia podría verse afectada por el impacto del turismo. Nuestros resultados sugieren que el acercamiento de los botes con turistas produce un efecto sobre las aves marinas de Isla Choros. Salvo en el caso del pingüino de Humboldt, la reacción fisiológica de esta perturbación y su impacto en la viabilidad de estas colonias aún no ha sido evaluada en detalle. Sin embargo, dado el carácter crónico de la perturbación, que además se concentra en el periodo estival que coincide con la reproducción de las aves, es posible anticipar la ocurrencia de alteraciones fisiológicas y de comportamiento que impacten en algún rasgo a nivel reproductivo.

Propuesta de zonificación

La metodología utilizada en el presente estudio permitió identificar zonas sensibles a las distintas actividades que ocurren dentro de las reservas marinas. Las actividades que afectan en un mayor grado a las especies son la actividad extractiva en áreas de libre acceso y el tour de avistamiento de fauna marina. La primera, es una actividad no permitida en las reservas marinas, y por lo tanto no es posible aplicar medidas de ordenamiento espacial. Por ende, la existencia de esta actividad de manera ilegal plantea la necesidad de evaluar la real magnitud del posible efecto de esta actividad sobre las distintas especies de aves y mamíferos marinos. La segunda activida tiene un impacto alto o medio sobre la mayoría de las especies de las reservas marinas, aunque con diferencias entre ambas reservas marinas. Por lo tanto, las medidas de conservación estuvieron enfocadas en disminuir los efectos negativos que esta actividad tiene sobre las especies objeto de conservación. En este sentido, se propuso la creación de dos anillos alrededor de las islas, donde se restringe la velocidad de navegación de todas las embarcaciones. El principal objetivo de esta medida es proteger a las especies de aves y mamíferos marinos que se reproducen en las islas, las cuales están siendo perturbadas por las embarcaciones. Entre estas especies destaca el chungungo, que utiliza la zona marina más cercana al borde costero (Ebensperger & Castilla 1991). La segunda medida establece zonas de restricción del acceso de las embarcaciones de turismo y buceo en sitios específicos alrededor de las islas. Estos sitios son frecuentemente visitados por los botes ya que allí se encuentran colonias de aves y lobos marinos, y de acuerdo con los datos del presente proyecto, no se están respetando las distancias mínimas de acercamiento establecidas en el D.S. N°38/2011. Por este motivo, se propuso que en estos lugares las embarcaciones no se aproximen a menos de 50 m del borde costero, lo cual es concordante con los resultados acerca de las distancias mínimas de reacción de las especies. Asimismo, se busca proteger a las especies que no están consideradas en dicho reglamento, como los piqueros y cormoranes. La única excepción a esta medida fue un sitio de observación de lobo fino austral ubicado en la punta norte de isla Chañaral. Se consideró que, por tratarse de un apostadero, las embarcaciones podrían acercarse a no menos de 15 m, siempre y cuando el acercamiento sea lento y emitiendo la menor cantidad de ruido posible. Esta medida podría quitarle presión turística a las otras dos colonias de lobos finos que se encuentra en la isla, y que corresponden a sectores reproductivos. La medida se propone extender desde octubre a marzo, y considera el periodo reproductivo de las especies de aves y mamíferos marinos que se reproducen en las islas. La tercera medida fue la definición de un área de protección para la población residente de delfines nariz de botella, las cuales se encuentran en la punta suroeste de isla Choros y de Isla Chañaral. En estos lugares es donde frecuentemente se avistan los delfines residentes, aunque los últimos años la población ha permanecido más frecuentemente en la RMIC. En estas zonas se propuso una restricción en la velocidad de navegación de las embarcaciones, que no podrá ser superior a los 5 nudos en toda esta área que se extiende desde el borde externo de las reservas marinas hasta el borde costero de las islas.

La propuesta de zonificación fue difundida con los usuarios de las reservas marinas a través de contacto telefónico y correo electrónico, con la finalidad de generar una instancia de consulta de la propuesta de zonificación. Esto se hizo en reemplazo de los talleres de validación que se habían propuesto en la propuesta técnica del proyecto, y que no fue posible realizarlos debido a la pandemia. Asimismo, se realizaron presentaciones de la propuesta a Conaf y Sernapesca de Atacama y Coquimbo, donde también se recibieron comentarios. En general la propuesta tuvo buena aceptación entre las personas que respondieron, siendo las zonas de resguardo para aves y mamíferos marinos el punto más debatido por las personas, particularmente en Punta de Choros. Estas personas consideran que, si se restringe la distancia a 50 m, sería perjudicial para la actividad turística en el sentido de que los turistas observarían desde muy lejos los animales y se generaría un conflicto entre el turista y el operador turístico. De acuerdo con su relato, una distancia de 20 m es apropiada para realizar las observaciones sin afectar a los animales. No obstante, según la información levantada en terreno, los individuos son afectados desde una distancia superior a 20 m. Como comentario final, se hace hincapié en la necesidad de que, en caso de que el Servicio decida implementar estas medidas en las reservas marinas, sea a través de un proceso participativo donde se incluya a los usuarios de las reservas marinas, la academia, las organizaciones comunitarias del sector, y otros servicios públicos que se encuentren trabajando en el territorio. Esto es primordial para que las restricciones sean cumplidas por los usuarios.

12.3 Objetivo Específico 3

Caracterización de la flota de embarcaciones

El origen de la información recopilada para la construcción de una base de datos única que contenga el registro de todas las embarcaciones menores dedicadas al turismo, es diversa y no consistente en algunos casos particulares. Este hecho demuestra una falencia en la coordinación que existe entre los distintos organismos que operan con esta información. Cada uno de ellos solo se preocupa de su ámbito, lo cual incide en la eficiencia de fiscalización del estado como conjunto. Esta situación se presenta, en parte, porque existen ámbitos de acción y potestad en cada institución que les impide realizar acciones conducentes a desarrollar fiscalizaciones integrales y coordinadas. Sin embargo, en terreno se observa la voluntad de los profesionales de cada institución para la coordinación inter-institucional.

El hecho de que cada dueño de embarcación menor dedicada al turismo deba interactuar por separado con las instituciones para acreditar el desempeño de su actividad dentro de los marcos legales, hace que sea más engorroso el estar “al día”, lo cual puede significar un desincentivo para regularizarse, acompañado al hecho que los procesos de fiscalización muchas veces dependen de la disponibilidad de personal en cada institución, que no siempre cuentan con la cantidad de personal ideal.

La construcción de la base de datos de embarcaciones y tripulantes, junto a las diversas conversaciones con distintos actores del territorio permitió constatar la situación que

ocurre en las temporadas altas, que llegan tripulantes y guías temporales de otros lugares. Esta realidad tiene varias consecuencias. Por una parte, no es posible registrar a estas personas fuera de temporada, y por otra tampoco es posible evaluar la calidad de su discurso frente al turista o si conocen los reglamentos que rigen a la reserva marina. De esta manera, el diseño de un plan de capacitaciones en temporada baja les dejaría fuera de adquirir estos conocimientos. Por lo tanto, difícilmente se podrá mejorar la calidad del servicio si el esfuerzo se hace para capacitar y entrenar a tripulantes y guías locales que no necesariamente están trabajando en temporada alta, cuando se recibe el mayor volumen de turistas.

En este contexto, es altamente recomendable que se cuente con una base de datos única, que sea llevada a cabo por una sola institución, o por medio de una mejor coordinación de las distintas instituciones con competencia en la materia.

Registro de movimientos, zarpes y traslados

El registro de movimientos de las embarcaciones en las RMIC y RMICD presenta dificultades en su homogenización, rigurosidad y disponibilidad. En el caso del principal registro de los zarpes, éste se realiza a través de las autorizaciones que entrega el alcalde mar y que es informada a la vez a la Armada de Chile. Estos zarpes no son registrados día a día, sino que más bien son autorizaciones para periodos amplios determinados a nivel mensual o cada quince días, por lo cual no permite cuantificar la frecuencia de movimientos de las embarcaciones, ya que al ser un registro amplio impide determinar movimientos promedios y una cuantificación real. Además, la solicitud de estos registros conlleva un proceso engorroso a través de la Ley de Transparencia con las capitanías de los puertos de Huasco y Coquimbo y donde la información obtenida no se ajusta a los requerimientos solicitados.

Las asociaciones gremiales de pescadores tanto de Punta de Choros como de Chañaral de Aceituno mantienen el registro de las salidas de embarcaciones adheridas al sistema de colectivo o línea. Este registro no es formal y no cuenta con la rigurosidad que se requiere para considerarlo como un real insumo de información que permita cuantificar y caracterizar los movimientos de las embarcaciones.

En el caso de CONAF en Punta de Choros, el registro lo realizan con el fin de mantener el control y análisis de la cantidad de embarcaciones que zarpan y desembarcan en Isla Damas, mientras que, en Caleta Chañaral de Aceituno, el registro es periódico con el fin de mantener el control y análisis de la cantidad de embarcaciones que zarpan y registran avistamientos de cetáceos. Por lo tanto, los resultados obtenidos son aproximaciones considerando los datos disponibles.

De esta manera, se hace perentorio implementar un sistema de registro único y detallado, capaz de cuantificar de manera efectiva los movimientos de las embarcaciones. Este registro debe ser parte de la norma de funcionamiento de navegación en ambas Reservas, con el fin de que se encuentre disponible para la toma de decisiones, permitiendo proyectar nuevas medidas que disminuyan la presión de la actividad turística

sobre el ecosistema. En este registro juegan un rol fundamental las administraciones de las caletas, tanto a nivel de organización gremial como de las alcaldías de mar. En el caso de la administración de las caletas, ambas asociaciones de pescadores mantienen un sistema de organización de los paseos náuticos por medio del sistema de "línea" o "colectivo", manteniendo al control del número salidas y pasajeros. Sin embargo, el registro resultante debe ser ordenado, sistematizado y exigido por la autoridad fiscalizadora competente, para que éste registro sea parte del control, mensual o por temporada, de las administraciones de las Reservas.

Caracterización del nivel de conocimiento y la calidad del servicio ofrecido.

La duración promedio de los paseos náuticos se mostró similar en ambas localidades, sin embargo, en Punta Choros tiende a ser algo menor y más variable que en Chañaral de Aceituno. El promedio de tripulantes y turistas por embarcación es muy similar en ambas localidades y prácticamente constante en todos los paseos náuticos. Se aprecia cierta diferencia en el promedio de avistamiento de cetáceos por paseo, siendo algo mayor en Chañaral de Aceituno. Esta diferencia podría estar influida por un factor estacional (la muestra de Punta Choros tiene registros más tardíos en el año). Sin embargo, se aprecia que aún se mantiene, aunque en menor medida, comparando los registros de ambas localidades en época similar.

En la muestra de turistas encuestados se ve una ligera mayor presencia de mujeres. Esta diferencia, que podría deberse a un sesgo en la disponibilidad a contestar la encuesta, se condice con registros de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt (CONAF, 2012). El nivel educacional de los encuestados es similar en ambas localidades y se caracteriza por valores muy altos de educación superior (70%) y superior profesional o posgrado (57%).

La motivación de los encuestados para realizar el paseo náutico se relacionó principalmente con la observación de fauna en general y de cetáceos en particular, así como con la experiencia de la navegación. Se aprecia también una muy importante presencia de motivos menos específicos que las alternativas consideradas por la encuesta, tales como "conocer", "por recomendación", entre otros. Esta categoría se aprecia de manera mucho más notable en Chañaral de Aceituno que en Punta Choros.

La evaluación que hicieron los turistas del paseo náutico fue marcadamente positiva en todos los aspectos medidos, y muy similar entre ambas localidades. Los aspectos relacionados con el discurso del guía fueron evaluados con un promedio de 6,6, y 6,7 el resto de los aspectos (ambos en escala de 1 a 7). La evaluación global respecto a la relación precio calidad también fue marcadamente positiva, con un promedio de 2,7 en escala de 1 a 3. En esta última medición se aprecia cierta diferencia entre localidades, obteniéndose en Chañaral de Aceituno mayor valoración.

Los turistas señalaron principalmente especies de aves y mamíferos marinos como aquellas que fueron mencionadas por los guías de los paseos náuticos. En total se registraron 26 especies. Las más mencionadas son consistentes en ambas localidades, siendo las de mayor frecuencia pingüino de Humboldt, lobo marino, delfín nariz de botella,

chungungo y cormoranes en general. Fueron mencionadas en muy baja medida especies de peces, moluscos, crustáceos, algas y plantas. Llama la atención que la ballena fin no haya sido mencionada en Chañaral de Aceituno, ya que es una de las especies icónicas para observar. Esto puede estar relacionado a que en el verano 2019 hubo un cambio en la distribución de esta especie, manteniéndose lejos de la costa, con una disminución dramática en el número avistado durante los viajes turísticos.

Los resultados de las fichas de observación de paseos náuticos, por su parte, registraron la mención de 31 especies (1,2 veces más que las recordadas por los turistas) y 26 superiores al 6% (1,4 veces más que los turistas). Las especies más mencionadas aquí también son mayoritariamente aves y mamíferos marinos, en especial pingüino de Humboldt, lobo marino, chungungo y cormorán yeco, coincidiendo los primeros lugares en gran medida con los señalados por los turistas. El cetáceo con mayor frecuencia de menciones es el delfín nariz de botella. Las ballenas muestran relativamente baja frecuencia de mención, en torno al 13% en general y 20% en Chañaral de Aceituno. Especies de peces, moluscos y algas como Congrio, Erizo, Huiro negro y Huiro palo aparecen con bajas frecuencias, pero en mayor medida que en las menciones de turistas y en mayor medida en Chañaral de Aceituno.

Los turistas señalaron los temas abordados por el guía en su discurso, mencionando la conservación de especies y la biodiversidad con las más altas frecuencias. La Reserva Nacional Pingüino de Humboldt fue mencionada en más de la mitad de los casos. En tanto las reservas marinas se mencionan menos del 40%, en el total, y solo la RMICD se menciona con alta frecuencia en Punta Choros (57%). Los temas relacionados con recursos pesqueros se mencionan más en Chañaral de Aceituno (74%) que en Punta Choros (29%). Los temas relativos a historia, cultura local y pueblos originarios, están presentes en torno al 50% de los casos, siendo ligeramente más altos en Chañaral de Aceituno que en Punta Choros.

Los mismos temas abordados por los guías (en base al mismo listado), fueron registrados por los observadores, mostrando resultados algo diferentes a los mencionados por turistas. Los temas relativos a biodiversidad también tienen aquí de las mayores frecuencias, pero cobran mayor relevancia aquellos temas relacionados con las tres áreas protegidas (las dos reservas marinas y la reserva nacional), con una notoria mayor mención de la RMIC en Chañaral de Aceituno.

Respecto a la caracterización del nivel de conocimiento y la calidad del servicio ofrecido, las características de los paseos náuticos como número de tripulantes, el número de turistas y duración, se muestran en términos generales bastante similares en todos los registros recogidos. Por su parte, los turistas se caracterizan por un alto nivel educacional, y que muestran motivaciones diversas para realizar los paseos. Sus motivaciones incluyen razones relacionadas con la biodiversidad del lugar. Los turistas evalúan en general muy bien los paseos, y no se muestran críticos de ningún aspecto en particular.

A partir de la comparación de los resultados obtenidos por los dos diferentes instrumentos y en las dos localidades, se puede señalar que las especies mencionadas por los guías corresponden en gran medida a aves y mamíferos marinos, entre ellos delfín

nariz de botella, chungungo, pingüino de Humboldt, y en menor medida otros cetáceos. La relativamente baja mención de especies de otros grupos se puede explicar por el especial interés local que suscitan las especies mencionadas, pero puede verse también en ello una falta de un enfoque más amplio de la biodiversidad local. No hay grandes diferencias entre localidades, sin embargo, como es esperable, los registros de observación directa (hechos durante el paseo) contienen alrededor de 1,4 veces más especies mencionadas que los de turistas (registrados inmediatamente después del paseo). La diferencia entre estos registros puede interpretarse como una idea aproximada del nivel de retención del contenido del discurso por parte de los turistas en este aspecto en particular.

Por otro lado, en cuanto a los temas abordados en el discurso de los guías, en general destacan aquellos relativos a la biodiversidad y la conservación de especies. En el caso de los registros de turistas hay una presencia algo mayor de la mención de amenazas al medio ambiente, al tiempo que en los registros de observación directa hay una notoria mayor presencia de los temas relacionados a las áreas protegidas. Esta diferencia puede interpretarse como un sesgo en la interpretación y/o en la retención del contenido del discurso por parte de los turistas. Comparadas ambas localidades destaca una mayor presencia de temas relacionados con pueblos originarios (Changos, canoeros) y los recursos pesqueros en Chañaral de Aceituno. Si a esto se agrega la también leve tendencia a mayor mención de especies propias de las pesquerías locales en Chañaral de Aceituno, se puede interpretar aquí una tendencia general de un discurso más asociado a la cultura de la pesca artesanal, que lo que se muestra en Punta Choros.

Formación y actualización de contenidos para guías-tripulantes.

El programa de capacitaciones consideró en términos generales las temáticas relacionadas a la biodiversidad e historia natural de especies emblemáticas de las Reservas y adicionalmente abordando buenas prácticas en turismo de intereses especiales, con la finalidad de entregar las herramientas necesarias para capitanes, boteros, tripulantes y guías de turismo, para que puedan desarrollar una actividad sostenible con su entorno. El programa se adaptó a los requerimientos locales, tanto a observaciones realizadas por las instituciones regulatorias locales y recogiendo las indicaciones de dirigentes y tripulantes-boteros.

El enfoque metodológico consideró una instancia participativa, logrando la participación de tripulantes que trabajan exclusivamente en temporada alta y que no residen durante el año en la zona. Son ellos quienes protagonizan las experiencias turísticas frente una alta demanda de visitantes, por lo que se requiere que surjan iniciativas posteriores de actualización de contenidos focalizadas en este segmento. Es por esto que cada jornada de capacitación fue grabada y distribuida como material de apoyo digital para un constante repaso y para que la información pueda ser compartida de manera sencilla entre los miembros de cada organización de pescadores. Se sugirió que este material sea utilizado por los propietarios de embarcación como insumo a la inducción de nuevos tripulantes/guías.

Los resultados de la evaluación colectiva aplicada al final de los talleres de capacitación, permite identificar una asimetría en el conocimiento local, en especial de aquellos guías-tripulantes que se desempeñan en cada temporada, los cuales en algunos casos manejan bastante información, pero con escasa precisión. Este grupo principalmente corresponden a profesionales del ámbito del ecoturismo o biólogos marinos que se desempeñan como guías en cada temporada. Sin embargo, dentro del mismo grupo, existe un segmento correspondiente a familiares de propietarios de embarcaciones, los cuales apoyan el trabajo de alta temporada, participando como guías. Esta última situación ocurre principalmente en Punta de Choros, quienes no tienen una formación e inducción adecuada y son los que mantienen la mayor cantidad de falencias tanto en dominio de la información como en la manera de conducir y comunicar una experiencia turística interpretativa.

De esta manera, se recomienda que exista un programa continuo de formación que permita actualizar los conocimientos de todos los actores involucrados en las experiencias turísticas que se realizan en ambas reservas marinas. Este programa se debe nutrir a partir de los distintos trabajos de investigación que se realizan en el sector junto a técnicas de interpretación o mediación del patrimonio natural y cultural. Actualizando por lo menos una vez por año los contenidos que nutren a los relatos de guías y tripulantes. Este programa debe ser constante en el tiempo, como una instancia permanente de inducción y actualización, tanto para actuales como para nuevos guías-tripulantes y donde las asociaciones gremiales deben tomar un rol activo y de interés por mejorar las condiciones de su servicio, tomando estas acciones como parte de los compromisos y obligaciones de sus socios que trabajan en los paseos náuticos.

Las jornadas de capacitación deben establecer espacios de discusión en el que participen los actores involucrados, con el fin de que exista una colaboración mutua, compartiendo saberes locales y conocimientos técnicos, además de incluir temáticas e índole cultural (asentamientos precolombinos, arte de pesca, tradiciones locales, entre otros) junto a técnicas de guiado (interpretación-mediación del patrimonio y estrategias de comunicación principalmente) y primeros auxilios.

Paralelamente, deben existir herramientas que refuercen los contenidos, para que se establezcan insumos oficiales para el proceso de inducción de nuevos guías-tripulantes como: productos de divulgación científica, guías de campo, recursos de mediación, productos audiovisuales, entre otros.

Finalmente, es importante destacar que, si bien la propuesta original no contempló un plan de monitoreo e impacto de las capacitaciones, ni tampoco fue solicitado en las Bases Técnicas de la licitación, consideramos que es importante el incorporar este aspecto en proyectos o actividades futuras. Esta tarea es fundamental para mejorar continua y constantemente el desarrollo de la actividad turística y con ello lograr la conservación de la biodiversidad en la zona de intervención. Se sugiere que esta tarea se realice a través del trabajo coordinado y articulado de los servicios públicos, en especial SERNATUR, CONAF y SERNAPESCA, con el apoyo de otras instituciones, como la academia y las Organizaciones No Gubernamentales. En este sentido, es importante que futuras

iniciativas contemplen financiamiento para realizar acciones de formación y fiscalización permanente en la zona de intervención, de manera de fortalecer una cultura de buenas prácticas en el turismo, con base en el conocimiento y considerando el bueno manejo en terreno para la protección de las especies y sus ecosistemas, permitiendo de esta manera el desarrollo de esta actividad económica con una mirada de largo plazo. La certificación, tanto de operadores como de guías turísticos, como requisito para realizar la actividad, donde se demuestre el aprendizaje obtenido durante las capacitaciones, podría ser un instrumento a implementar que garantice el impacto positivo de las capacitaciones.

12.4 Objetivo Específico 4

Evaluar *in situ* el impacto ambiental que genera la observación de fauna marina es primordial para establecer medidas de manejo específicas para el área sometida a esta actividad. Estas medidas de manejo deberán velar por la sustentabilidad de la actividad mediante recomendaciones de buenas prácticas y regulaciones más claras. Por esto, el presente proyecto busca caracterizar la actividad del avistamiento de fauna marina y las respuestas que tienen las especies frente a esta actividad. Un método simple para identificar los efectos de una actividad sobre el medio ambiente es la matriz de Leopold (Leopold 1974). Este método es fácil y económico de aplicar, es una manera de presentar de forma esquemática las acciones de un proyecto y sus posibles efectos sobre factores ambientales, siendo fácil de comprender. Sin embargo, cuenta con una serie de desventajas. Por ejemplo, considera las interacciones de forma lineal (efectos primarios), sin poder identificar interacciones complejas entre acciones o entre factores ambientales o efectos acumulativos. Otra de sus principales debilidades es la subjetividad en la definición de los impactos, así como en la asignación de magnitud e importancia. Esta es la desventaja más importante, ya que el investigador hace las asignaciones según su criterio (Arboleda 2008). Para superar la desventaja de la subjetividad en la asignación de la magnitud, se realizó una modificación a la matriz de Leopold tradicional, con la finalidad de poder incorporar datos colectados en terreno para así tratar de caracterizar la realidad actual del turismo que se desarrolla en ambas reservas marinas. La matriz de grandes presas, que es una modificación de la matriz de Leopold, permite una evaluación más detallada de los impactos generados por una actividad. Asigna una probabilidad de ocurrencia del impacto (Ciertos, Probables, Improbables o Desconocidos), se indica su duración (Temporal, Permanente), del plazo en que se manifestarán (Corto, Mediano, Largo) (Arboleda 2008). La importancia del Proyecto se califica como Menor, Moderada o Mayor y los Impactos en Benéficos o Positivos, Dañinos o Negativos, Neutros y Predecibles, pero difíciles de calificar (Arboleda 2008). Si bien la matriz de grandes presas es más detallada que la matriz de Leopold, se necesitan expertos que cuenten con una importante base de información acerca de las acciones y de los efectos en los componentes ambientales. Igualmente, esta matriz queda a criterio de los expertos que participen y de sus conocimientos (y posibles sesgos).

En este proyecto, la caracterización del turismo que se desarrolla en la RMICD y RMIC fue sometida bajo la matriz de Leopold para identificar aquellas especies que se ven más afectada por esta actividad e identificar las acciones que podrían tener mayor impacto

sobre las especies. El primer paso fue identificar y conceptualizar las acciones que genera la actividad de avistamiento de fauna sobre las especies objetivos. Luego se realizó la validación de las especies expuestas al turismo y a las acciones que genera esta actividad, por parte de los servicios públicos presentes en el territorio. Finalmente, se realizó la toma de datos para ver el grado de exposición de las especies al turismo y su posterior análisis mediante la matriz de Leopold.

Validación de los factores ambientales. De esta actividad pudimos desprender que las especies evaluadas son las correctas, según la consulta que se le realizó a Sernapesca y CONAF, de las regiones de Coquimbo y Atacama. La única especie que no sería importante estudiar, según estas dos regiones, sería el yeco. Asimismo, existe una concordancia entre lo planteado por este proyecto y la percepción de los servicios públicos en cuanto al estado de conservación de las especies y la importancia del turismo. Algunas excepciones fueron el delfín nariz de botella no residente, el cual fue considerado en una categoría de conservación alta, siendo que según el reglamento de clasificación de especies lo considera en una categoría de conservación baja al ser catalogado como de preocupación menor. Esto se puede deber a que esta especie representa un importante recurso turístico para estas localidades, por ende, su estado de conservación debería ser alto. De este ejercicio también se pudo desprender que la apreciación entre ambas localidades (Coquimbo y Atacama) es similar para la mayoría de las especies. Si bien, la cantidad de personas que participaron de esta actividad puede parecer limitado (12 personas, 6 por cada región), estas personas son las más idóneas para caracterizar de que manera se desarrolla la actividad turística en las reservas marinas. Dentro de los integrantes de esta actividad se encontraron los guardaparques de Conaf (de ambas regiones) quienes están presentes constantemente en el territorio y de alguna manera son parte de la actividad turística, ya que son ellos quienes monitorean constantemente, ya sea en las embarcaciones de turismo o desde las islas, lo que ocurre con los turistas, con los operadores turísticos y con las especies presentes en las islas. Por ejemplo, los guardaparque, mediante observaciones *in situ*, pueden realizar una adecuada caracterización de la conducta de los turistas para la observación de los animales. Por otro lado, los representantes de Sernapesca son los encargados de realizar las mesas de la Reserva en las comunidades y están en continuo contacto con los pescadores que realizan los servicios turísticos, y por lo demás son quien están a cargo de las fiscalizaciones. Al igual que los guardaparques de Conaf, los representantes de Sernapesca en la actividad son aquellos que están presentes en el territorio continuamente y tienen como responsabilidad conocer el desarrollo de la actividad turística, sus faltas y de las buenas practicas que aquí se puedan realizar. Por lo tanto, la visión que tienen estos representantes está nutrida por la dinámica actual del turismo en ambas reservas marinas, siendo participantes activos de esta. Un potencial sesgo de estos representantes es que puedan tener una postura más prohibitiva respecto a lo que sucede con el turismo, con la finalidad de asegurar la conservación de las especies presentes.

A partir de los datos tomados en terreno, en términos generales, las especies evaluadas se mostraron mayoritariamente sin reacción frente al turismo, con algunas excepciones (e.g. yunco, delfín nariz de botella, chungungo). Sin embargo, al someterlas a evaluación

mediante la matriz de Leopold, observamos que la presión del turismo varía para cada especie. Solo para el piquero, el yeco y el lobo marino común (este último solo en la RMIC) se podría considerar que la presión del turismo es baja, ya que se conjugan los factores que no presentaron una reacción adversa al turismo, tienen una importancia media o baja para el turismo, la categoría de conservación es de preocupación menor y la magnitud de las acciones que las afectan se encuentran en un rango medio-bajo. En el otro extremo, las especies con mayor presión turística serían el delfín nariz de botella residente, el chungungo y el pingüino de Humboldt (este último solo en la RMICD). Estas especies tiene como factor común una ponderación alta en relación con su categoría de conservación, una alta importancia para el turismo, presentaron signos de perturbación frente a la actividad turística y la magnitud de las acciones que las afectan se encuentran en un rango medio-alto. Por lo tanto, los esfuerzos por disminuir los impactos que genera el turismo deberían enfocarse en estas especies. No obstante, y debido a que todas las especies cohabitan en un mismo sistema, es importante que las regulaciones que se puedan establecer para una especie sean atribuibles y extendidas para el resto. De esta manera, la discusión se enfocará en las acciones generadas por el turismo y el nivel recomendable a mantener en el futuro.

Las acciones del turismo con menor impacto sobre las especies fueron el número medio de embarcaciones presentes, el modo de aproximación (ya que no se pudo identificar ningún efecto), la velocidad media de acercamiento y el comportamiento de los turistas. Todas estas acciones presentaros valores cercanos a los recomendables. Por ejemplo, la velocidad media de acercamiento fue cercana o menor a 10 km/h para la mayoría de las especies (a excepción del yunco ya que se encuentra durante la navegación hacia la isla y para el chungungo donde se registró una velocidad media de 13,5 km/h). En el caso del número de embarcaciones presentes, la mediana fue de 1 para la mayoría de las especies, lo que se encuentra en un rango bajo para esta acción. En el caso del delfín nariz de botella (residentes y no residentes) la mediana de las embarcaciones presentes fue de 2 y 3 embarcaciones (para la RMIC y RMICD, respectivamente). En términos generales, y dado que analizamos el comportamiento promedio de la actividad turística, se podrían considerar como adecuado los niveles de estas acciones y se deberían mantener en estos rangos.

Cuando se analizan los rangos máximos y mínimos de estas acciones, la situación cambia. Las acciones del turismo con mayor preponderancia dentro de la matriz de Leopold y que son atribuibles a ambas Reservas Marinas fueron el número máximo de embarcaciones presentes, la distancia media y mínima de acercamiento y la velocidad máxima de acercamiento. Estas acciones se encontraron en una magnitud desde media a muy alta. Aquí es donde se deben enfocar los esfuerzos de mitigación para que estos rangos máximos y mínimos se acerquen a los valores adecuados. Por ejemplo, la distancia media y mínima de acercamiento, es un factor relevante para ser considerado y analizado. La distancia entre las actividades humanas y la vida silvestre es un factor importante para determinar si las especies exhiben comportamientos que toleran la perturbación o huyen de ella y cuándo lo hacen (Willimans et al. 2009, Burger et al. 2010, Hoyt & Parson 2014, Marcella et al. 2017). Según nuestros resultados, para el pingüino de Humboldt la

distancia mostró diferencias importantes. Mientras más se acercaban las embarcaciones los animales reaccionaban adversamente llegando en algunos casos al escape. Esto concuerda con otros estudios, donde las aves son especialmente sensibles a la distancia de aproximación de las embarcaciones (Carney & Sydeman 1999, Ronconi et al. 2002, Burger et al. 2010, Marcella et al. 2017). En la mayoría de las especies, la distancia de acercamiento fue menor a la estipulada en el "Reglamento General de observación de mamíferos, reptiles y aves hidrobiológicas y del registro del avistamiento de cetáceos", y si se observa la distancia mínima de acercamiento, esta distancia es mucho menor, llegando incluso a los 6m de distancia. Por este motivo se debe incentivar a los operadores turísticos para que realicen las observaciones de las especies a una mayor distancia a la acostumbrada. Delimitar áreas de amortiguación o de retroceso (es decir, la distancia entre humanos y aves reproductoras que no tendrá un impacto apreciable en las aves), ha sido ampliamente propuesto para reducir los efectos adversos en aves (Rodgers & Schwikert 2002, Ikuta & Blumstein 2003). La distancia de acercamiento siempre ha sido un asunto controversial para los operadores de las embarcaciones. Ellos mencionan que observar aves, lobos marinos y delfines a más de 50m es mucha distancia. A través de los datos obtenidos en terreno, se puede apreciar que hay ciertas especies que podrían tolerar una distancia de aproximación menor. Un ejemplo de esto es el lobo marino común y el lobo fino austral. Los datos muestran que las embarcaciones se acercaron hasta 6m sin que estos animales se perturbaran. Una propuesta podría ser que en el caso de las loberas no reproductivas de lobo marino común y el lobo fino austral el acercamiento podría ser hasta 15m, pero en absoluto silencio y a una velocidad menor a 5 nudos (menos de 10 km/h). En el caso de las loberas reproductivas se propone respetar la distancia del reglamento (50 m). Hacer la distinción entre loberas reproductivas y no reproductivas es importante, ya que en las loberas reproductivas como es de esperar se encuentra la presencia de crías y se debe tener especial cuidado de no provocar que los animales se desplacen rápidamente en la lobera para evitar el aplastamiento de las crías. Ya sea para loberas reproductivas como no reproductivas, si un animal muestra signos de perturbación se deben retirar lentamente. Asimismo, en ninguna circunstancia se debería aceptar que los animales se arrojen al agua.

En cuanto a la velocidad acercamiento, se estableció que una velocidad menor a 10 km/h es adecuada. Por ejemplo, Carlson (2012) estableció que una baja velocidad de 5 nudos (9.2 km/h) es lo recomendable para el avistamiento de cetáceos. Por lo tanto, un acercamiento a una baja velocidad (10 km/h) pude ser adecuado para el resto de las especies presentes en las reservas marinas. En distintas especies la velocidad máxima reportada es mayor a lo recomendado, llegando a duplicar y triplicar esta velocidad. Es importante incentivar que el tránsito de las embarcaciones dentro de las Reservas Marinas sea a una velocidad moderada, de esta manera mantener bajas velocidades pueden tener como consecuencia mejores acercamientos a las especies y por ende mejor avistamiento de estas.

El número máximo de embarcaciones presentes fue variable según la especie, llegando hasta 6 embarcaciones (excepto para el delfín nariz de botella). Se recomienda que solo se encuentren 2 embarcaciones simultáneamente por cada sector. Para el caso de las aves

marinas, limitar el número de embarcaciones que utilizan una determinada área parece ser una mejor opción de gestión en comparación, por ejemplo, establecer zonas de exclusión (es decir, establecer de áreas reservadas libres de tráfico de embarcaciones) (Velando & Munilla 2011).

El caso del delfín nariz de botella, el número máximo de embarcaciones presentes es excepcionalmente alto en la RMICD, llegando a las 12 embarcaciones. Este número es demasiado elevado, más aún si son tamaños grupales pequeños. Es importante que se establezca un número máximo de embarcaciones e intentar no sobrepasar este número. Para el caso de pequeños cetáceos se recomienda hasta 3 embarcaciones presentes. En caso de que la presencia de embarcaciones sea muy alta, el tiempo de avistamiento por embarcación se debería acortar. En ese sentido, el tiempo de avistamiento para el delfín nariz de botella fue de 11 minutos en la RMIC y de 7 minutos en la RMICD, valores menores a lo dictado por la Res.Ex. N° 6248/2017 que "Establece las condiciones para el ingreso a la Reserva Marina Isla Chañaral y regula las actividades de turismo de avistamiento y buceo recreativo", la cual indica "No podrán estar más de dos embarcaciones al mismo tiempo realizando paseo náutico y observación de flora y fauna sobre un ejemplar o un grupo de cetáceos, al interior de la zona de Reserva Marina, como tampoco podrán permanecer las embarcaciones más de 20 minutos por ejemplar o grupos de cetáceos". A partir de la revisión realizada por Carlson (2012) sobre las regulaciones y lineamiento del turismo de cetáceos en el mundo y por observaciones del equipo de trabajo, se recomienda que los avistamientos duren como máximo 10 minutos en el caso de los pequeños cetáceos. En caso de que la presencia de embarcaciones sea elevada, los avistamientos debiesen ser más cortos que los 10 minutos propuestos, por ejemplo 5 minutos.

Otro aspecto relevante a ser discutido es el comportamiento de los turistas. La conducta predominante de los turistas fue calmo para la mayoría de las especies. Estos resultados son similares a los encontrados por Pavez et al. (2015) en un estudio realizado en el lobo marino común en la lobera reproductiva de Isla Chañaral, donde utiliza las mismas categorías. Cabe destacar que el comportamiento de los turistas sería un factor importante a considerar para evaluar la respuesta de los animales. Se constató en terreno que una conducta perturbadora de los turistas donde estos aplauden, gritan o silban fuerte, genera una afectación de mayor magnitud. Por ejemplo, en los chungungos se observó que a pesar de que las embarcaciones estaban cerca de un individuo, este no cambio de comportamiento hasta que un turista emitió un silbido fuerte. El chungungo cambio drásticamente su actividad y escapó al agua. En este mismo sentido, de las especies evaluadas pudimos observar que el chungungo fue una de las más impactadas por la presencia de las embarcaciones, presentando la conducta de escape en ambas localidades. Esta situación se puede atribuir a una conducta natural de los chungungos que están en continuo movimiento ya sea para relaciones sociales, acicalamiento o alimentación (Medina-Vogel et al 2006) o porque son más sensibles a la presencia ya sea por la cercanía a los botes o por el ruido que genera la embarcación y los turistas.

En el caso de la ballena fin, se observó que la conducta de desplazamiento se vio afectada en dos de tres de los factores analizados. Los factores que sí se vieron afectados

fueron la reorientación y la linealidad. La reorientación aumenta (movimientos más erráticos) mientras que la linealidad disminuye (se pierde la trayectoria rectilínea en el movimiento), en la situación “durante” la visita de las embarcaciones en comparación con la situación “antes” de la llegada de las embarcaciones. Esta diferencia se hace aún mayor cuando se compara la situación “antes” y “después” de la visita de las embarcaciones. Esto podría indicar una estrategia de evasión de las embarcaciones por parte de las ballenas (por ejemplo en ballenas jorobadas, Schaffar et al. 2010, Stamation et al. 2010). Llama la atención la marcada diferencia en la situación “después” que las embarcaciones dejaran de observar las ballenas en comparación con el resto de los escenarios, lo cual podría estar relacionada con la forma que las embarcaciones se alejan de los animales. A lo largo de las observaciones en terreno se apreció que las embarcaciones se alejan rápidamente al terminar el avistamiento. Estos cambios de velocidad podrían estar afectando significativamente la conducta de las ballenas fin provocando cambios marcados en su rumbo. La velocidad de nado para el desplazamiento no presentó diferencia entre los escenarios antes, durante y después de la visita de las embarcaciones, lo que sugiere que las ballenas no estarían utilizando una estrategia energéticamente costosa para evitar a las embarcaciones, si no que solo las evitan con el cambio de rumbo. De esta manera, es importante indicar que tanto la aproximación como el alejamiento de las ballenas se debe realizar lentamente y siguiendo el protocolo establecido en el “Reglamento General de observación de mamíferos, reptiles y aves hidrobiológicas y del registro del avistamiento de cetáceos”. Esto es, permanecer a más de 100 m y como máximo 2 embarcaciones por individuo o grupo. En cuanto al tiempo de avistamiento de ballenas, la Res.Ex. N° 6248/2017 establece 20 minutos, sin embargo, consideramos que este tiempo debería ser inferior considerando de que los buceos promedios son de 3 minutos, por lo tanto, en un lapso de 15 minutos se podrían observar al menos 3 intervalos en superficie lo que sería suficiente para observar a las ballenas.

Los resultados de la evaluación de comportamiento de delfines desde las islas muestran que el comportamiento de la población residente del delfín nariz de botella se ve significativamente afectado por las interacciones con las embarcaciones turísticas. Las cadenas de Markov demostraron que las transiciones y estados de comportamiento cambiaron significativamente durante las interacciones entre delfines y embarcaciones. Es muy probable que los delfines, al interactuar con una embarcación turística, cambien al comportamiento de traslado o socialización en lugar de permanecer en el estado de forrajeo o descanso, que disminuyó en presencia de embarcaciones. Los comportamientos de traslado y socialización son comportamientos de alto consumo de energía, por lo tanto, cuando los delfines se ven obligados a aumentar la proporción de comportamiento de traslado para evitar embarcaciones, conduciría a mayores demandas energéticas (Bejder et al., 1999). Asimismo, los delfines pasaron una menor proporción de su tiempo alimentándose y descansando como efecto de la presencia de embarcaciones. La disminución de tiempo en los comportamientos de forrajeo y descanso puede reducir la ingesta de energía y, en última instancia, causar consecuencias a largo plazo como la reducción de la salud animal, supervivencia y éxito reproductivo (Lusseau 2003, Constantine et al. 2004, Lusseau et al. 2006, Williams et al. 2006, Dans et al. 2008, Bas et al. 2017).

Cuando la intensidad del turismo de observación de cetáceos es demasiado alta, la única forma en que los delfines podrían lidiar con el aumento de los costos energéticos es cambiando a una estrategia de evitación de área a largo plazo (Lusseau 2003). Evitar el área significa que los delfines se alejan temporalmente de un área utilizada durante los períodos en que la intensidad del turismo es alta (Allen & Read 2000, Bejder et al. 2006), o dejan un área por completo para trasladarse a otra área donde puedan permanecer (Lusseau 2003, Bejder et al. 2006). Esto podría estar ocurriendo en el área de estudio y ser una de las razones por las que actualmente se observan los delfines residentes, que eran comúnmente observados en la RMICD, en las aguas adyacentes a isla Chañaral, donde el turismo de avistamiento es menos intenso.

En resumen, la actividad conductual de los delfines está siendo seriamente afectada por las embarcaciones turísticas, muchas veces forzándolos a cambiar su conducta a escape, traslado y socialización, que en el fondo es una "falsa socialización" ya que es una socialización con las embarcaciones. Preocupa que forrajeo y descanso se vean altamente afectados, siendo comportamientos vitales.

Considerando lo antes mencionado es importante destacar que en Chañaral de Aceituno el turismo aun no es tan intensivo, y los delfines tienen un nivel de exposición mucho menor en comparación con Punta de Choros. Cabe destacar el turismo en Chañaral de Aceituno está enfocado al avistamiento de ballenas, por lo que no todas las embarcaciones van en busca de los delfines. Con los datos de la presente investigación solo se observó una embarcación a la vez junto a los delfines, mientras que la media del tiempo entre una embarcación que sale y entra otra es de 46 minutos (con un mínimo de 6 min), es decir, el tiempo que los delfines pasan sin embarcaciones.

En Punta de Choros la atracción principal es la población residente de delfines nariz de botella, y en temporada estival el turismo es intenso. Hernández (2018) identificó que el numero de embarcaciones que interactúa en el área de 50 metros alrededor de un grupo de delfines fue entre 1 y 21 al mismo tiempo, con una media de 6,2 ± 8,9. También expresa que principalmente en febrero hay días que desde las 9:00 AM hasta las 18:00PM los delfines se encuentran acompañados por embarcaciones turísticas todo el tiempo. Esto quiere decir que el nivel de exposición a las embarcaciones es 100% durante este tiempo, y como ha sido registrado, desde un 21-22% de tiempo de exposición ya hay un efecto significativo en la actividad conductual de los delfines.

Poder regular el tiempo acumulativo que pasan los delfines nariz de botella expuestos al turismo o establecer un tiempo entre avistamientos parece ser un aspecto crítico. Sin embargo, en la revisión realizada por Carlson (2012) sobre las regulaciones y lineamiento del turismo de cetáceos en el mundo, no existe ningún país que defina un tiempo acumulativo máximo para los cetáceos o el tiempo entre avistamientos. Si bien ambos aspectos han sido mencionados, este tiempo no ha sido cuantificado. Debido a la gran demanda por el avistamiento de delfines nariz de botella, principalmente en Punta de Choros, definir un tiempo acumulativo máximo para los cetáceos y/o el tiempo entre avistamientos debería ser evaluado y analizado entre los operadores turísticos (pescadores), organizaciones gubernamentales relacionados con la materia y la

comunidad científica, con la finalidad de que sea una propuesta que pueda ser implementada.

Un concepto importante a tener en cuenta cuando se interpretan los resultados de la respuesta de los animales frente a perturbaciones antropogénicas es la "habituación" y la "tolerancia" (Bedjer et al. 2009). La interpretación de la habituación indica que una perturbación en particular tiene poco o ningún efecto debido a la ausencia de respuesta frente a perturbaciones antropogénicas (Bedjer et al. 2009). La habituación es, por tanto, un proceso que implica una reducción de la respuesta a lo largo del tiempo a medida que los individuos aprenden que no hay consecuencias adversas ni beneficiosas de la ocurrencia del estímulo (Bedjer et al. 2009). Sin embargo, esto no siempre es así. La habituación puede tener consecuencias negativas para la vida silvestre, ya que los animales están expuestos a una mayor cantidad de enfermedades o presentan una pérdida de la capacidad de reaccionar frente a posibles amenazas, por ejemplo, el choque con embarcaciones (Stone & Yoshinaga 2000, Woodford et al. 2002). A su vez, la tolerancia se define como la intensidad de la perturbación que un individuo tolera sin responder de una manera definida (Nisbet 2000). La tolerancia es la reacción instantánea del individuo frente a una perturbación. Por ejemplo, si un animal se retira rápidamente cuando esta en presencia de una embarcación, este tiene una baja tolerancia. Al salir de esta área perturbada, se reduce la densidad promedio de los animales en el área (Nellemann et al. 2000, Bejder et al. 2006). Por lo tanto, hay que tener en cuenta aquellas zonas donde se ha evidenciado una disminución de la cantidad de animales. Un ejemplo de esto podría tener relación con la disminución de los delfines residentes reportados en el área de estudio. Asimismo, los pingüinos parecen ser menos tolerantes que otras especies de aves tales como los piqueros y los yecos. Esto podría estar determinado por las interacciones previas entre humanos y pingüinos. Antiguamente (antes de la promulgación de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt) se podía desembarcar en las islas de ambas reservas marinas y a modo de subsistencia las personas consumían huevos de pingüino. Por otro lado, si un animal permanece en el sitio cuando se acerca una embarcación, este tiene una alta tolerancia. Si la tolerancia permanece en el tiempo, el animal termina por habituarse al lugar. En el caso de la habituación es posible que los animales no tengan otra opción que quedarse en ese lugar si las perturbaciones se concentran en un hábitat crítico (por ejemplo, un sitio de reproducción obligado), independientemente de las posibles consecuencias a largo plazo (Gill et al. 2001). Este podría ser el caso de la mayoría de las aves analizadas en este estudio, a excepción del pingüino y del yunco.

12.5 Objetivo Específico 5

El Programa de manejo aquí propuesto busca ser un aporte en el conocimiento científico de las especies objeto de conservación en ambas reservas marinas, así como entregar herramientas de gestión y manejo que permitan asegurar la sustentabilidad de las especies bajo un modelo adaptativo en el cual participen los distintos actores relevantes (operadores turísticos, pescadores artesanales, instituciones de gobierno,

academia, ONG, comunidad en general). En tal sentido, en este proyecto se ha producido información original y relevante en relación a la ecología, el comportamiento, la distribución y el impacto de embarcaciones turísticas sobre distintas especies de aves y mamíferos marinos presentes en las RMIC y RMICD. Como parte de los resultados de este proyecto, se cuenta con un Programa de Manejo a ser transferido al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, como institución encargada de velar por la gestión y regulación para la actividad de observación de mamíferos y aves marinas, de manera que estas actividades no perturben a la fauna marina presente.

A partir de la información recopilada en los demás Objetivos Específicos y, particularmente sobre la base del análisis de impacto de las distintas acciones sobre las especies (Objetivo Específico 4), se identificaron una serie de medidas que buscan prevenir los impactos de la actividad turística sobre los animales objeto de conservación. Una de ellas se relaciona con la distancia de acercamiento, que en el caso de grandes cetáceos incluye dos anillos de entre 300 y 500 m, y entre 100 y 300 m, para cetáceos menores dos anillos de entre 150 y 300 m y entre 40 y 150 m, y para las demás especies (chungungos, lobos marinos y aves marinas) es de 50 m. Esta distancia sigue los lineamientos del "Reglamento general de observación de mamíferos, reptiles y aves hidrobiológicas y del registro de avistamiento de cetáceos en Chile" (D.S. Nº38/2011), que exige la mantención de una distancia mínima de 100m para cetáceos mayores y de 50m para cetáceos menores y otras especies, y esta acorde con recomendaciones a nivel internacional (e.g. Amerson & Parsons 2018).

Una segunda medida propuesta se relaciona con la distancia de acercamiento a los cetáceos, en que se recomienda que sea en forma paralela, tal como es establecido por el Reglamento antes mencionado. Tal como se comentó en el Objetivo Específico 4, los animales se ven afectados según el modo de aproximación de las embarcaciones, y particularmente cuando lo hacen de manera perpendicular a el o los animales (Gutiérrez 2017). Por ello, diversos reglamentos a nivel nacional e internacional (e.g. Ecuador, México, Argentina y Costa Rica) establecen que la forma correcta de acercarse a los cetáceos es desde atrás y de forma paralela, ya que no ocasiona cambios bruscos de los animales (Arias 2019). De manera similar a lo anterior, al momento de alejarse del animal (o de los animales), se recomienda que la embarcación salga en el sentido opuesto a la trayectoria del animal o del grupo de animales, incrementando la velocidad de manera gradual, y siempre manteniendo la vista en el comportamiento y trayectoria de los animales visitados. Esto permite al capitán evaluar en todo momento la conducta y trayectoria de los animales avistados, y de ese modo evitar cualquier riesgo de choque o perturbación mayor sobre ellos.

En relación a la velocidad, se recomienda que no se superen los 10 nudos en los anillos de mayor distancia (300-500 m para grandes cetáceos y 150-300 para pequeños cetáceos). Relacionado con este mismo, se recomienda que las embarcaciones mantengan las Revoluciones Por Minuto (RPM) a menos de 3000 rpm durante el avistamiento de fauna, de acuerdo a lo sugerido por Buchan & Yori (2019). Junto con esta emisión de sonido, estos mismos autores recomiendan de que la velocidad sea menor a los 10 nudos en una zona con presencia de ballenas, y en situaciones con ballenas más cerca, mantener una

velocidad de 5 nudos y menos de 2000 RPM.

Otra de las medidas que fueron sugeridas en este programa de manejo fue la regulación del comportamiento de los turistas. Tal como lo señala la literatura (e.g. Higginbottom 2004, Pavez et al. 2015), y como fue evidenciado en terreno, el ruido ocasionado por los turistas a bordo de la embarcación es uno de los principales efectos perturbadores sobre los animales. En este sentido, mantener una conducta de calma y silencio ante los animales avistados. En este sentido, el educar a los turistas de manera previa al avistamiento se ha propuesto como una medida efectiva para asegurar la calidad de un buen avistamiento, no sólo porque mantendrían un comportamiento adecuado ante la presencia de animales, sino porque además ejercerían una menor presión sobre los operadores turísticos para acercarse a menor distancia de los animales (Mallard 2019).

El tiempo de permanencia con animales es otra de las medidas sugeridas de implementación en este proyecto. Nuestro estudio sugiere un tiempo de permanencia máximo de 15 min para grandes cetáceos, y de 10 min para las demás especies. Este tiempo propuesto se ajusta o es incluso menor a la señalado por otros autores (e.g. Amerson & Parsons 2018) y por el Reglamento nacional (ver discusión Objetivo 4).

Es importante considerar que las recomendaciones aquí propuestas deben monitorearse a lo largo del tiempo para determinar el nivel de implementación por parte de los operadores locales y la tasa de éxito en la prevención del impacto negativo. Asimismo, debe considerarse que estas medidas no deben ser implementadas de manera aislada, sino que de manera complementaria (e.g. distancia con velocidad).

Todas estas medidas fueron considerados como indicadores de turismo dentro del programa de manejo. Además de estos indicadores, como parte de la evaluación y seguimiento del programa de manejo, y a partir de las recomendaciones de límites para un turismo sustentable sobre las especies, se establecieron una serie de indicadores biológicos y de turismo que pueden ser monitoreados en el tiempo para evaluar el grado de cumplimiento de la actividad de turismo.

Acorde con lo planteado en los Planes Generales de Administración de ambas reservas marinas, se incorporaron los indicadores de abundancia y distribución y de estudios de investigación. Además de ello se sumó un tercer indicador, el de tendencia poblacional. Los indicadores de abundancia y distribución, así como el de tendencia poblacional son indicadores frecuentemente utilizados en el monitoreo de las abundancias poblacionales, y que han sido igualmente planteados para las especies que se encuentran en las RMIC y RMICD (Gaymer et al. 2008). El indicador número de estudios de investigación es un indicador poco utilizado, debido a que los estudios de investigación no necesariamente se asocian a un mayor o menor grado de cumplimiento de la actividad turística, ya que existen otras variables que pueden afectar el número de estudios en un período determinado (como por ejemplo la disponibilidad financiera). Por ello, si bien se considera este indicador dentro del programa, su aplicación debe ser considerada con precaución.

Es necesario destacar la gran importancia de la participación de los operadores turísticos en el Programa de Manejo. En otros estudios se ha visto que en la medida que

más operadores turísticos participen de las mesas de trabajo y de las jornadas de capacitaciones, mayor es el éxito en la implementación de las medidas propuestas. De esta manera, para mejorar la actividad de avistamiento de fauna marina en las RMIC y RMICD sugerimos a que las propuestas acá hechas sean discutidas y consensuadas con los operadores turísticos, pescadores y comunidad en general, en donde los pescadores colaboren con las autoridades en la gestión del recurso natural, compartiendo información y experiencia entre sí y experimentando con nuevos enfoques de gestión, cuyos efectos se controlan para desarrollar prácticas más eficaces (Dimmock et al. 2014, Mallard 2019). Esto permitirá lograr acuerdos en la implementación de estas medidas, en beneficio no sólo de los animales, sino que además de la calidad de la actividad turística.

Finalmente, es también muy importante mencionar que, si bien este Programa de manejo tiene un enfoque sobre las especies objeto de conservación, es necesario que los esfuerzos de conservación se orienten hacia una perspectiva multidisciplinaria, en donde el foco no solo sea el conservar a las especies, sino que además a los ecosistemas en que ellas habitan (Chávez & de la Cueva 2009). Bien manejado, la observación de fauna marina en las RMIC y RMICD puede convertirse en un ejemplo nacional e internacional de turismo sostenible, una forma de turismo que se centra principalmente en el medio ambiente en su estado natural; colocando un fuerte énfasis en la educación y la conservación, e impulsado por la población local (Mallard 2019), siendo un complemento (y no necesariamente un reemplazo) de las actividades tradicionales que se desarrollan en las comunidades de Caleta Chañaral de Aceituno y Punta Choros.

A partir de la información analizada en este proyecto, las recomendaciones para que el turismo se desarrolle de mejor manera serían las siguientes:

- Mantener una velocidad moderada de 10 km/h (5 nudos) al aproximarse a las distintas especies que habitan las Reservas Marinas y aguas adyacentes.
- Evitar las aproximaciones a una distancia muy reducida y respetar la distancia indicada en el “Reglamento General de observación de mamíferos, reptiles y aves hidrobiológicas y del registro del avistamiento de cetáceos”.
- En el caso de visitas a loberas no reproductivas del lobo marino común y del lobo fino austral, se podrían permitir aproximaciones a una menor distancia a lo dictado en el “Reglamento General de observación de mamíferos, reptiles y aves hidrobiológicas y del registro del avistamiento de cetáceos” y que podría llegar a los 15 m. En el caso de las loberas reproductivas se debe respetar a lo indicado en el reglamento.
- No superar 2 embarcaciones simultáneas para las especies de aves, lobos marinos, chungungos y ballenas.
- No superar 3 embarcaciones simultaneas para el avistamiento del delfín nariz de botella.
- No superar los 10 minutos para el avistamiento del delfín nariz de botella y de 15 min para las ballenas.

- Surge la necesidad de establecer un tiempo máximo acumulado de observación y/o establecer un tiempo de descanso entre avistamientos, principalmente para los delfines nariz de botella ya que están expuestos al turismo constantemente. Esta recomendación debería ser analizada principalmente para la observación de delfines nariz de botella en Punta de Choros debido a la gran demanda por avistar estos animales.

12.6 Recomendaciones para la continuidad de este proyecto

Una vez finalizado este estudio, corresponderá a los servicios públicos, y particularmente al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, el implementar las propuestas aquí generadas. A modo general, para contribuir en la implementación de las medidas propuestas, queremos dar algunas recomendaciones finales que esperamos contribuyan al éxito del Programa de Manejo y sus distintas aristas:

- Para el monitoreo de la abundancia de las especies, se recomienda utilizar la metodología propuesta en las guías de monitoreo. Las estimaciones de abundancia deberían ser llevadas a cabo una vez al año, en la estación del año más adecuada para cada especie (e.g. en primavera para chungungos y lobo fino austral, y en verano para cetáceos y lobo marino común).
- Se recomienda asimismo que previo al inicio de los monitoreos, así como una vez finalizadas las campañas de terreno, se sostengan reuniones con la academia de modo de resolver dudas, aunar criterios, y posteriormente analizar los resultados obtenidos.
- Para el caso de la zonificación, se recomienda que su implementación no sea una imposición de la autoridad pesquera, sino que se realice a través de un proceso participativo donde se incluya a los usuarios de las reservas marinas, la academia, las organizaciones comunitarias del sector, y otros servicios públicos que se encuentren trabajando en el territorio. En este proceso se debe traspasar la información a la comunidad para que internalicen la importancia de la aplicación de esta medida de manejo, lo cual es primordial para que las restricciones sean cumplidas por los usuarios.
- En relación a las especies más sensibles a la actividad turística, se recomienda enfocar los esfuerzos por disminuir los impactos que genera el turismo principalmente en el delfín nariz de botella residente, el chungungo y el pingüino de Humboldt
- Asimismo, los esfuerzos de mitigación deberían enfocarse principalmente en el número máximo de embarcaciones presentes, la distancia media y mínima de acercamiento y la velocidad máxima de acercamiento, ya que estas acciones fueron los factores de mayor relevancia para las especies monitoreadas.
- Para monitorear el éxito de la implementación de estas medidas, se recomienda realizar un programa de fiscalización que incluya el registro de las rutas de desplazamiento de las embarcaciones para determinar el cumplimiento de las

medidas de restricción espacial, así como la medición de la velocidad de desplazamiento de los botes dentro de las reservas marinas.

- Asimismo, se recomienda repetir el estudio sobre la distancia mínima de reacción de las especies objeto de conservación. Este estudio debe considerar la estimación de las distancias de acercamiento de las embarcaciones de turismo a las distintas especies, así como el efecto en la conducta de los individuos. Esto permitirá comparar los datos obtenidos en el presente proyecto en un escenario "sin zonificación" con los datos que se obtengan una vez que la medida haya sido aplicada en un escenario "con zonificación".
- Se recomienda que se cuente con una base de datos única del registro de embarcaciones, que sea llevada a cabo por una sola institución, o en su defecto que exista una mejor coordinación de las distintas instituciones con competencia en la materia.
- Para poder estimar de manera adecuada la capacidad de carga de los ecosistemas, se requiere con suma urgencia el implementar un sistema de registro único y detallado, capaz de cuantificar de manera efectiva los movimientos de las embarcaciones.
- En relación a las capacitaciones, es fundamental incorporar un programa continuo de formación que permita actualizar los conocimientos de todos los actores involucrados en las experiencias turísticas que se realizan en ambas reservas marinas Se sugiere que esta tarea se realice a través del trabajo coordinado y articulado de los servicios públicos, en especial SERNATUR, CONAF y SERNAPESCA, con el apoyo de otras instituciones, como la academia y las Organizaciones No Gubernamentales.
- Considerando que el alto recambio de personas que actúan como tripulantes y guías impide una adecuada capacitación en la actividad turística, se recomienda incorporar una certificación, tanto de operadores como de guías turísticos, como requisito para realizar la actividad, donde se demuestre el aprendizaje obtenido durante las capacitaciones.

Por último, es importante destacar que para mejorar la actividad de avistamiento de fauna marina en las RMIC y RMICD, las recomendaciones acá formuladas deben ser analizadas, discutidas y consensuadas con los operadores turísticos, pescadores y comunidad en general, en donde los pescadores colaboren con las autoridades en la gestión del recurso natural, compartiendo información y experiencia entre sí y experimentando con nuevos enfoques de gestión. Esto a través de una participación activa en las mesas de trabajo y en las jornadas de capacitaciones. Asimismo, se requiere una participación activa y comprometida de la academia, que contribuya con la generación de datos que permitan validar y/o modificar, en caso necesario, las medidas propuestas. Tal como se mencionó anteriormente, este trabajo conjunto entre operadores turísticos, academia y servicios públicos permitirá lograr acuerdos en la implementación de estas medidas, situación que confiere estabilidad y sustentabilidad en el tiempo en una situación post-proyecto.

13 CONCLUSIONES

Objetivo Específico 1:

- Durante el período de estudio se registraron delfines nariz de botella residentes y no residentes en el área de estudio. Dentro de los delfines residentes se identifican delfines históricos (10 individuos) que conformarían el grupo residente presente en la Reserva Marina Isla Chañaral (RMIC).
- Se sugiere una preferencia de los delfines residentes por la zona suroeste (expuesta) de Isla Chañaral, denominada La Erizada, basado principalmente en la mayor frecuencia de avistamiento de los delfines en esa área y en la mayor variedad de conductas observadas, donde destaca alimentación, conducta social y descanso, en comparación a otras áreas donde solo se resgistra desplazamiento.
- Los delfines no residentes fueron principalmente avistados en la Reserva Marina Isla Choros-Damas (RMICD) y el comportamiento registrado con mayor frecuencia para esta categoría fue el de desplazamiento. Los registros correspondieron a seis grupos, cinco de los cuales conformados por menos de 20 individuos y un grupo de mayor tamaño conformado por 80 individuos. Se registra la presencia de crías entre los individuos no residentes.
- Se registró la presencia de delfín oscuro, cachalote, calderón gris, y ballena fin en el área de estudio.
- En cuanto al tamaño grupal de las especies avistadas, estas se caracterizaron por agrupaciones pequeñas (*P. macrocephalus* uno ind, *G. griseus* cuatro o cinco inds, *B. physalus* uno a cuatro inds) y agrupaciones grandes (>200 individuos, *L. obscurus).*
- Se identificaron 17 individuos de ballena fin en el área de estudio (considerando ambas Reservas Marinas) y el comportamiento registrado con mayor frecuencia para la especie fue el de alimentación, como ha sido descrito previamente para la especie en la zona.
- Al comparar individuos identificados de ballena fin con catálogos históricos se encuentran tres individuos que han retornado al área con al menos cinco, 10 y 13 años de diferencia respectivamente, uno de los cuales fue observado en conductas de alimentación.
- Se determinó que la abundancia reproductiva de pingüino de Humboldt en isla Choros fue de 2430 parejas y en isla Chañaral de 4055 parejas.
- Estos valores de abundancia reproductiva se consideran muy bajos para el caso de isla Chañaral si se compara con la población reportada de 9000 parejas en 2004. En el caso de Choros el número de parejas es comparable al registrado en 2017.
- No se conoce la causa de las fluctuaciones observadas ni para el caso de la población reproductiva y tampoco para el caso de los animales en muda de plumaje. Se recomienda la implementación de un plan de monitoreo a largo plazo con el fin de determinar las posibles causas de la disminución de pingüinos de Humboldt.
- La reproducción estival del pingüino de Humboldt se extendió entre agosto de 2019 y enero de 2020. La incubación tuvo su pick en octubre, la eclosión en diciembre y la

presencia de volantones en enero. La tasa de volantones no pudo ser estimada hasta el final del periodo reproductivo y se considera que fue >59%.

- En cuanto a la abundancia de otras especies de aves marinas, la situación es auspiciosa debido a que, en general, se observa un aumento en las abundancias de varias especies registradas con anterioridad a este estudio. Otras especies parecen mantenerse estables. Además, se determinó que especies no registradas con anterioridad han formado colonias de nidificación en la isla Choros.
- Durante la campaña prospectiva, se registró la presencia de 83 chungungos, de los cuales 38 se avistaron en isla Chañaral, 28 en isla Choros y 17 en isla Damas. Además, se registraron 55 madrigueras (Chañaral = 35 madrigueras, Choros = 16 madrigueras; Damas = 4 madrigueras) y 268 signos de presencia de chungungos, tales como defecaderos, fecas, huellas, entre otros.
- Durante las campañas de estimación de abundancia se contabilizaron 45 chungungos en isla Chañaral, 21 en isla Choros y 3 en isla Damas. La densidad promedio para las tres islas fue de 6,0 ± 3,3 ind/km, 3,7 ± 1,8 ind/km y 1,2 ± 0,2 ind/km, en las islas Chañaral, Choros y Damas, respectivamente.
- No se encontraron diferencias en la densidad de individuos entre mañana, mediodía y tarde, en isla Chañaral ni en isla Choros.
- Las categorías más frecuentes de comportamiento de chungungos fueron desplazamiento (34,8%) y buceo (31,7%) en isla Chañaral, y desplazamiento (25,3%) y descanso (25,3%) en isla Choros. No se consideró isla Damas debido al bajo número de observaciones registradas.
- Las nutrias de isla Chañaral ocuparon más tiempo buceando (30,6%) y descansando (30,4%), mientras que en isla Choros, los chungungos asignaron más tiempo a descanso (57,7%) y alimentación (16,1%).

Objetivo Específico 2:

- En relación al acercamiento de los botes con turistas a las colonias de aves de isla Choros, se observó que la norma actual que rige en la RNPH no es respetada por los operadores de turismo. Se observaron distintos grados de sensibilidad de las aves frente a la presencia de las embarcaciones con turistas.
- Las actividades que causan un impacto de mayor nivel sobre las especies objeto de conservación son la actividad extractiva en áreas de libre acceso (pesca) y el tour de avistamiento de fauna marina. El impacto de la actividad turística es mayor en la RMICD.
- La propuesta de zonificación considera los siguientes aspectos: (1) anillos de restricción de velocidad máxima alrededor de las tres islas (10 nudos de velocidad a 300 m del borde costero; 5 nudos de velocidad a 100 m del borde costero); (2) zonas de resguardo para aves y mamíferos marinos (zonas donde se restringe el acceso de las embarcaciones a menos de 50 m del borde costero, excepto en la punta norte de isla Chañaral, donde esta distancia disminuye a 15 m); y (3) zona de protección de delfines (velocidad de navegación no superior a 5 nudos).
- En general la propuesta tiene buena aceptación por los usuarios de las reservas marinas, siendo las zonas de resguardo para aves y mamíferos marinos el punto más

debatido por las personas, particularmente en Punta de Choros. Los usuarios consideran que esta distancia afectaría el turismo, y creen que una distancia adecuada para la observación de la fauna es 20 m.

Objetivo Específico 3:

- Es necesario que exista una coordinación entre las principales instituciones que regulan y monitorean la actividad turística de observación en Punta de Choros y Chañaral de Aceituno, de manera de manejar un registro único y hacer más eficiente su labor.
- Existe un número indeterminado de tripulantes y patrones que no son titulares de las embarcaciones catastradas, no residen en las localidades, donde el trabajo en turismo es de carácter oportunista. El mayor contingente de tripulantes afuerinos trabaja durante la temporada de verano. Se sugiere crear una base de datos de guías y tripulantes residentes y de temporada, que se actualice permanentemente.
- Se sugiere llevar un registro de zarpes diario en cada caleta. Una opción podría ser llevar este registro en las boleterías de cada caleta.
- Se sugiere realizar capacitaciones frecuentes en temporada alta y baja para guías y patrones, que les permita mejorar su desempeño y que esto se vea reflejado en la base de datos de guías, patrones y tripulantes residentes y de temporada.
- Se sugiere habilitar un registro de guías, patrones y tripulantes, donde se indique su nivel de capacitaciones que lo habilita con el conocimiento mínimo para desarrollar la función que realizan (su interacción con el turista entregando información).
- Sería importante poder contar con algún tipo de marco legal que permita un trabajo integrado entre instituciones, ya sea para fiscalización conjunta o bien para acciones conjuntas, por ejemplo, de capacitación, de manera de potenciar las acciones y tener así un mayor impacto. Esto también podría potenciar una mayor participación local.
- Se sugiere impartir capacitaciones con contenidos que enfaticen la complejidad de las interrelaciones entre especies y grupos de especies de seres vivos y su importancia para el equilibrio ecosistémico. Esto debe incluir contenidos sobre las amenazas al ecosistema y la biodiversidad presente en las áreas naturales protegidas, tales como la reserva nacional y las reservas marinas, como forma de resguardo ante estas amenazas.

Objetivo Específico 4:

- En términos generales y considerando la condición promedio de la actividad turística, se podrían considerar como adecuado los niveles de las acciones evaluadas y se deberían mantener en estos rangos.
- Comparativamente la Reserva Marina Isla Choros-Damas se encuentra sometida a una mayor presión turística que la Reserva Marina Isla Chañaral.
- Las especies menos sensibles al turismo son el piquero y el yeco, mientras que las más sensibles son el delfín nariz de botella residente, el chunguno y el pingüino de Humboldt (este último solo en la RMICD).

- Las acciones del turismo con mayor preponderancia dentro de la matriz de Leopold son el número máximo de embarcaciones presentes, la distancia media y mínima de acercamiento, y la velocidad máxima de acercamiento.
- La distancia de acercamiento es especialmente importante para el pingüino de Humboldt ya que, a una menor distancia mayor es la reacción adversa del individuo a las embarcaciones.
- El número de embarcaciones presentes para los delfines nariz de botella en la Reserva Marina Isla Choros-Damas es particularmente alto, llegando a un máximo de 12 embarcaciones simultáneamente.

Objetivo Específico 5:

- Se confeccionó un Programa de Manejo adaptativo de los servicios de observación y avistamiento de fauna a través de la incorporación de "estándares abiertos", los que se estructuraron en las etapas de: (1) Conceptualización de lo que se desea alcanzar, (2) Planificación de las acciones y del monitoreo, (3) Implementación de las acciones y del monitoreo, (4) Análisis de datos y evaluación de la efectividad de las actividades realizadas, y (5) Comunicación de los resultados con audiencias externas e internas para promover el aprendizaje.
- la visión de este programa de manejo es que las RMIC y RMICD se proyectan a desarrollar un turismo sustentable, liderado por las comunidades locales en un territorio propio.
- Se plantearon cinco objetivos específicos: (1) Promover el desarrollo de un turismo sustentable de alta calidad, llevado a cabo por las comunidades locales, (2) Fortalecer y promover un marco institucional, normativo y legal para el manejo efectivo de las Reservas Marinas, (3) Desarrollar un sentido de apropiación de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros-Damas, a través de la representatividad e integración de todos los actores, (4) Utilizar las informaciones existentes y generar nuevos datos científicos que sean utilizados como base de un programa de manejo adaptativo y con enfoque ecosistémico, y (5) Formular y desarrollar proyectos de infraestructura física y educacional orientados a la pesca, educación y turismo.
- Para los avistamientos de grandes cetáceos, se propone la incorporación de dos anillos de observación, entre 300 y 500 m, y entre 100 y 300 m. La velocidad máxima en el anillo de 300-500 m debe ser de 10 nudos. En el caso del anillo 100-300 m esta velocidad debe disminuir a 7 nudos como máximo.
- Para los avistamientos de cetáceos menores, se propone la incorporación de dos anillos de observación, entre 150 y 300 m, y entre 50 y 150 m. La velocidad máxima en el anillo de 150-300 m debe ser de 10 nudos. En el caso del anillo 50-150 m esta velocidad debe disminuir a 7 nudos como máximo.
- Para los avistamientos de aves marinas, chungungos y lobos marinos en tierra, la embarcación no debe acercarse a menos de 50 m de distancia del animal. La velocidad de acercamiento o distanciamiento no debe superar los 5 nudos. No se requiere regular el modo de acercamiento o de distanciamiento de estos animales.
- En caso de aves marinas en el agua, y particularmente de los yuncos, se propone la incorporación de dos anillos de observación, entre 100 y 300 m, y entre 50 y 100 m.

La velocidad máxima en el anillo de 100-300 m debe ser de 7 nudos. En el caso del anillo 50-100 m esta velocidad debe disminuir a 5 nudos como máximo.

- Durante los avistamientos, tanto de animales en tierra como en el agua, se debe guardar silencio y evitar movimientos bruscos dentro de la embarcación. Asimismo, se debe evitar llamar la atención de los animales mediante gritos o golpes en el agua y/o a la embarcación.
- Para el caso de cetáceos mayores, se recomienda que el tiempo de permanencia máximo con un animal o grupo de animales sea de 15 min. En tanto, para los demás grupos (cetáceos menores, lobos marinos, chungungos y aves marinas) se recomienda que el tiempo de permanencia no supere los 10 minutos de observación.
- Para el caso de las ballenas, aves marinas, lobos marinos y chungungos se recomienda un máximo de dos embarcaciones con un animal o grupo de animales. Para el caso de los delfines, se recomienda un máximo de tres embarcaciones con un animal o grupo de animales.
- Se recomienda mantener las Revoluciones Por Minuto (RPM) a menos de 3000 rpm. Dentro de los anillos de observación de grandes cetáceos, se recomienda una velocidad máxima de 10 nudos y de menos de 3000 rpm en el anillo de 300-500 m, y una velocidad máxima de 7 nudos y menos de 2000 rpm en el anillo de 100-300 m.
- Para la evaluación y seguimiento para evaluar el grado de cumplimiento de la actividad de turismo se incorporaron los indicadores biológicos de: (1) abundancia y distribución, (2) estudios de investigación, y (3) tendencia poblacional. Asimismo se incorporaron los siguientes indicadores de turismo: (1) Nº de embarcaciones en Reservas Marinas, (2) Duración de los avistamientos, (3) Distancia de acercamiento, (4) Velocidad de acercamiento, (5) Modo de aproximación y (6) Comportamiento de los turistas.

14 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Aasen, E. & J. Medrano. 1990. Amplification of the ZFY and ZFX genes for sex identification in humans, cattle, sheep and goats. Nature Biotechnology 8: 1279-1281.

Acevedo, J., A. Aguayo-Lobo & W. Sielfeld. 2003. Eventos reproductivos del león marino común, *Otaria flavescens* (Shaw 1800), en el norte de Chile (Pacífico suroriental). Revista de Biología Marina y Oceanografía 38: 69-75.

Acevedo, J., K. Rasmussen, F. Félix, C. Castro, M. Llano, E. Secchi, M. Saborío, A. Aguayo-Lobo, B. Haase, M. Scheidat, L. Dalla-Rosa, C. Olavarría, P. Forestell, P. Acuña, G. Kaufman & L. Pastene. 2007. Migratory destinations of humpback whales from the Magellan Strait feeding ground, Southeast Pacific. Marine Mammal Science 23(2): 453-463.

Aldana, A.A. & J.B. Bosque. 2008. Cambios ocurridos en la cobertura/uso de la tierra del Parque Nacional Sierra de la Culata. Mérida-Venezuela. período 1988–2003. Geofocus 8: 139 – 168.

Aljanabi, S. & I. Martinez. 1997. Universal and rapid salt-extraction of high quality genomic DNA for PCR-based techniques. Nucleic Acids Research 25: 4692-4693.

Allen, M. C., & A. J. Read. 2000. Habitat selection of foraging bottlenose dolphins in relation to boat density near Clearwater, Florida. Marine Mammals Science 16: 815–824.

Altmann J. 1974. Observational study of behaviour: Sampling methods. Behaviour 49: 227-265.

Amerson, A. & E.C.M. Parsons. 2018. Evaluating the sustainability of the gray-whale-watching industry along the pacific coast of North America. Journal of Sustainable Tourism 26: 1362-1380.

Angulo, J. 2005. Effectiveness of a Cuban marine protected area in meeting multiple management objectives. PhD Thesis, Dalhousie University, Canada, 284 pp.

Andrews, R.D., R.W. Baird, J. Calambokidis, C.E.C. Goertz, F.M.D. Gulland et al. 2019. Best practice guidelines for cetacean tagging. Journal of Cetacean Research and Management 20: 27-66.

Ansmann, I., J. Lanyon, J. Seddon & G. Parra. 2013. Monitoring dolphins in an urban marine system: total and effective population size estimates of Indo-Pacific Bottlenose Dolphins in Moreton Bay, Australia. PLOS One 8(6):ec5239.

Arboleda, J. (2008). Manual de evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades. Manual de evaluciòn de impaacto ambiental de proyectos, obras o actividades. Medellín

Arcangeli, A., R. Crosti, A. del Leviatano & I. Rome. 2009. The short-term impact of dolphin-watching on the behaviour of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Western Australia. Journal of Marine Animals and their Ecology 2: 3-9.

Arias, M. 2019. Distribución, comportamiento y evaluación del impacto de las embarcaciones turísticas sobre la ballena franca austral Eubalaena australis en el Golfo de San Matías. Tesis presentada para optar al título de Doctor de la Universidad de Buenos Aires. 179 p.

Augusto, J., P. Lopes & M. Dos Santos. 2008. Composition and group structure of a small endangered resident population of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). En: Proceedings of the 22nd Annual Conference of the European Cetacean Society. Egmond aan Zee, The Netherlands (pp. 10-12).

Avila, I.C., L. M. Correa & E.C.M Parsons. 2015. Whale-Watching activity in Bahía Málaga, on the Pacific coast of Colombia, and its effect on Humpback Whale (*Megaptera novaeangliae*) behavior. Tourism in Marine Environments 11**:** 19-32.

Badilla, M. & M. George-Nascimento. 2009. Conducta diurna del chungungo *Lontra felina* (Molina, 1782) en dos localidades de la costa de Talcahuano, Chile: ¿efectos de la exposición al oleaje y de las actividades humanas? Revista de Biología Marina y Oceanografía 44: 409-415.

Barco, S. 1995. Population patterns of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the nearshore waters of Virginia Beach, Virginia. James Madison University, Harrisonburg, Virginia.

Barco, S., W. Swingle, W. McLellan, R. Harris & D. Pabst. 1999. Local abundance and distribution of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the nearshore waters of Virginia Beach, Virginia. Marine Mammal Science 15:394 – 408.

Barilari, F. 2018. Respuestas conductuales de la ballena fin (*Balaenoptera physalus*) frente a la actividad de turismo de avistamiento de cetáceos (whale-watching) en Isla Chañaral, norte de Chile. Tesis de Biología Marina, Universidad de Valparaíso, Valparaíso. 90 pp.

Bartheld, J.L., H. Pavés, F. Contreras, C. Vera, C. Manque, D. Miranda, D. Sepúlveda, P. Artacho & L. Ossman. 2008. Cuantificación poblacional de lobos marinos en el litoral de la I a IV Región. Informe Final Proyecto FIP N° 2006-50, 124 pp.

Bas, A. A., F. Christiansen, B. Öztürk & C. Mclntosh. 2017. The effects of marine traffic on the behaviour of Black Sea harbour porpoises (*Phocoena phocoena relicta*) within the Istanbul Strait, Turkey. Public Library of Science 12: 1-20.

Baumgartner, N. 2008. Distribution, diving behaviour and identification of the North Atlantic Minke whale in Northeast Scotland. Magister Thesis, School of Biological Sciences, University of Aberdeen, Escocia, 114 pp.

Bearzi, G., G. Notarbartolo-Di-Sciara & E. Politi. 1997. Social ecology of bottlenose dolphins in the Kvarneric (Northern Adriatic Sea). Marine Mammal Science 13: 650 – 668.

Bejder, L., A.M. Samuels, H.A. Whitehead, N. Gales, J. Mann, R. Connor, M. Kruetzen. 2006. Decline in relative abundance of bottlenose dolphins exposed to long-term disturbance. Conservation Biology 20: 1791-1798.

Bejder, L., A. Samuels, H. Whitehead & N. Gales. 2006. Interpreting short-term behavioural responses to disturbance within a longitudinal perspective. Animal Behaviour 72: 1149–1158.

Bejder, L., A. Samuels, H. Whitehead, H. Finn & A. Allen. 2009. Impact assessment research: use and misuse of habituation, sensitisation and tolerance in describing wildlife responses to anthropogenic stimuli. Marine Ecology Progress Series 395: 177-185.

Bejder, L., S.M. Dawson & J.A. Harraway. 1999. Responses by Hector's dolphins to boats and swimmers in Porpoise Bay, New Zealand. Marine Mammal Science 15: 738-750.

Bertulli, C. 2010. Minke whale (*Balaenoptera acutorostrata*) and white-beaked dolphin (*Lagenorhynchus albirostris*) feeding behavior. Magister Thesis, University of Iceland, School of Engineering and Natural Sciences, Reykjavik, 239 pp.

Bilgmann, K., G. Parra, L. Holmes, K. Peters, I. Jonsen & L. Möller. 2019. Abundance estimates and habitat preferences of bottlenose dolphins reveal the importance of two gulfs in South Australia. Scientific reports 9 (1): 1-14.

Borrego, R. 2011. Propuesta de zonificación para los ecosistemas marinos costeros del área protegida "Punta Francés". Tesis de Magíster, Universidad de La Habana, Cuba, 118 pp.

Bräger, S., J. Harraway & B. Manly. 2003. Habitat selection in a coastal dolphin species (*Cephalorhynchus hectori*). Marine Biology 143(2): 233-244.

Brown, M.R., Corkeron, P.J., Hale, P.T., Schultz, K.W., and Bryden, M.M. (1994). Behavioral responses of east Australian humpback whales *Megaptera novaeangliae* to biopsy sampling. Marine Mammal Science 10**:** 391-400.

Buchan, S. & A. Yori. 2019. Comparación de ruido subacuático emitido por motores de bencina y gas. Informe de Investigación, Ceaza.

Buckland, S.T., S.J. Marsden & R.E. Green. 2008. Estimating bird abundance: making methods work. Bird Conservation International 18: S91–S108.

Burger, J. & M. Gochfeld. 1993. Tourism and short-term behavioural responses of nesting masked, red-footed, and blue-footed, boobies in the Galapagos. Environmental Conservation 20: 255-259.

Burger, J., M. Gochfeld, C.D. Jenkins & F. Lesser. 2010. Effect of approaching boats on nesting black skimmers: using response distances to establish protective buffer zones. The Journal of Wildlife Management 74: 102-108.

Buscaglia, A. 2006. Zonificación de las áreas naturales de uso público según impactos ambientales del uso recreativo, comuna de San José de Maipo, Región Metropolitana. Tesis de pregrado, Universidad de Chile, Santiago, 184 pp.

Buultjens, J., I. Ratnayke & A. Gnanapala. 2016. Whale watching in Sri Lanka: Perceptions of sustainability. Tourism Management Perspectives 18: 125-133.

Camus, P. 2001. Biogeografía marina de Chile continental. Revista Chilena de Historia Natural, 74: 587 – 617.

Capella, J., Y. Vilina & J. Gibbons. 1999. Observación de cetáceos en isla Chañaral y nuevos registros para el área de la reserva nacional Pingüino de Humboldt, Norte de Chile. Estudios. Oceanológicos 18: 57-64.

Capella, J., J. Gibbons, L. Flórez-González, M. Llano, C. Valladares, V. Sabaj & Y. Vilina. 2008. Migratory round-trip of individually identified humpback whales of the Strait of Magellan: Clues on transit times and phylopatry to destinations. Revista Chilena de Historia Natural 81: 547-560.

Carlson, C. 2012. A review of whale watch guidelines and regulations around the world version 2012. Report to the International Whaling Commission.

Carney, K.M. & W.J. Sydeman. 1999. A review of human disturbance effects on nesting colonial waterbirds. Waterbirds 22: 68-79.

Castilla, J.C. 1982. Nuevas observaciones sobre conducta, ecología y densidad de *Lutra felina* (Molina, 1782) (Carnivora, Mustelidae) en Chile. Publicación Ocasional Museo Nacional de Historia Natural (Chile) 38: 197-206.

Castilla, J.C. & I. Bahamondes. 1979. Observaciones conductuales y ecológicas sobre *Lutra felina* (Molina 1782) (Carnivora: Mustelidae) en las zonas central y centro-norte de Chile. Archivos de Biología y Medicina Experimentales 12: 119-132.

Chapman, D. 1951. Some Properties of the Hypergeometric Distribution with Applications to Zoological Sample Censuses. University of California Publications in Statistics. Berkeley and Los Angeles, CA: University of California Press 1(7): 131-160.

Chávez, R. & H. de la Cueva. 2009. Sustentabilidad y regulación de la observación de ballenas en México. Revista Legislativa de Estudios Sociales y de Opinión Pública 2: 231-262.

Christiansen, F., D. Lusseau, E. Stensland & P. Berggren. 2010. Effects of tourist boats on the behaviour of Indo-Pacific bottlenose dolphins off the south coast of Zanzibar. Endangered Species Research, 11, 1: 91-99.

Cicin-Sain, B. & R.W. Knecht. 1998. Integrated coastal and ocean management: concepts and practices. Island Press, Washington D.C., 517 pp.

CONAF. 2009. Plan de manejo de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt. Departamento de áreas protegidas y Medio Ambiente Regiones de Atacama y Coquimbo, CONAF, 681 pp.

Constantine, R. 2002. The behavioural ecology of the bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) of northeastern New Zealand: a population exposed to tourism. Doctoral dissertation, University of Auckland, 195 pp.

Constantine, R., D.H. Brunton & T. Dennis. 2004. Dolphin-watching tour boats change bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) behavior. *Biological Conservation* 117: 299-307.

Corkeron, P.J. 1995. Humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in Hervey Bay, Queensland: Behaviour and responses to whale-watching vessels. Canadian Journal of Zoology 73**:** 1290-1299.

Cristofari, R., P. Plaza, C.E. Fernández, E. Trucchi, N. Gouin, C. Le Bohec, C. Zavalaga, J. Alfaro-Shigueto & G. Luna-Jorquera. 2019. Unexpected population fragmentation in an endangered seabird: the case of the peruvian diving-petrel. Scientific Reports 9: 2021.

Cruz-Jofré, F. & Y.A. Vilina. 2014. Ecología trófica de *Athene cunicularia* (Aves: Strigidae) en un sistema insular del norte de Chile: ¿Posible respuesta funcional y numérica frente a *Pelecanoides garnotii* (Aves: Pelecanoididae)? Gayana (Concepción) 78: 31-40.

Culik, B. 2001. Finding food in the open ocean: foraging strategies in Humboldt penguins. Zoology 104: 327-338.

Dalebout, M., K. Robertson, A. Frantzis, D. Engelhaupt, A. Mignucci-Giannoni, R. Rosario-Delestre & C. Baker. 2005. Worldwide structure of mtDNA diversity among Cuvier's beaked whales (*Ziphius cavirostris*): Implications for threatened populations. Molecular Ecology 14: 3353-3371.

Dans, S. L., E. A. Crespo, S. N. Pedraza, M. Degrati & G. V. Garaffo. 2008. Dusky dolphin and tourist interaction: effect on diurnal feeding behavior. Marine Ecology Progress Series, 36, 287-296. doi:10.3354/meps07629

Day J. 2002. Zoning-lessons from the Great Barrier Reef marine park. Ocean & coastal management 45: 139-156.

De la Maza, CL. 2007. Evaluación de Impactos Ambientales. En: Biodiversidad: Manejo y Conservación de Recursos Forestales. Pp.579-609. Editorial Universitaria. Santiago, Chile.

Dimmock, K., E.R. Hawkins & M. Tiyce. 2014. Stakeholders, industry knowledge and adaptive management in the Australian whale-watching industry. Journal of Sustainable Tourism 22: 1108–1121.

Domínguez, S., F. Jiménez, J. Faustino & S. Velásquez. 2008. Zonificación ambiental para el ordenamiento territorial de la subcuenca bimunicipal del río Aguas Calientes, Nicaragua. Recursos Naturales y Ambiente (CATIE) no. 55 p. 64-73.

Ebensperger, L., & J.C. Castilla. 1991. Conducta y densidad poblacional de *Lutra felina* en Isla Pan Azúcar (III Región), Chile. Medio Ambiente 11: 79-83.

Ellenberg, U., T. Mattern, P.J. Seddon & G. Luna-Jorquera. 2006. Physiological and reproductive consequences of human disturbance in Humboldt penguins: the need for species-specific visitor management. Biological Conservation 133: 95-106.

Estes, J.A., J. Terborgh, J.S. Brashares, M.E. Power & J. Berger. 2011. Trophic downgrading of planet Earth. Science 333: 301-306.

Faustino, C. E., M. Silva, T. Marques & L. Thomas. 2010. Designing a shipboard line transect survey to estimate cetacean abundance off the Azores archipelago. Arquipélago - Life and Marine Sciences 27: 49-58.

Fernández, C.E. 2017. Monitoreo de la población reproductiva del yunco (*Pelecanoides garnotii*) en la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, Chile. Biodiversidata 5: 1825.

Fernández, C.E., M. Portfliitt-Toro, D. Miranda-Urbina, P. Plaza, N. Luna & G. Luna-Jorquera. 2020. Breeding abundance and population trend of the peruvian diving-petrel *Pelecanoides garnotii* in Chile: Recovery of an endangered seabird? Bird Conservation International 30: 423-433.

Finerty, S.E., R.C. Wolt & R.W. Davis. 2009. Summer activity pattern and Field Metabolic Rate of adult male sea otters (*Enhydra lutris*) in a soft sediment habitat in Alaska. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 377: 36-42.

FIPA 2008. Evaluación de línea base de las Reservas Marinas "Isla Chañaral" e "Isla Choros Dama". Informe final Proyecto FIP 2006-56. 532 pp.

Frede, E. & P. Gandini. 1996. Conceptos generales para la evaluación y monitoreo de poblaciones de aves marinas. Fundación Patagonia Natural (Argentina). Informe Técnico N°8, 230 pp.

Gailey, G., O. Sychenko & B. Würsig. 2005. Western gray whale behavior and movement patterns: shorebased observations off Sakhalin Island, July-September 2003. Reporte Final para Sakhalin Energy Investment Company Limited y Exxon Neftegas Limited. Yuzhno-Sakhalinsk, Russia. 79 pp.

Garrod, B. & D. Fennell. 2004. An analysis of whalewatching codes of conduct. Annals of Tourism Research 31: 334-352.

Gaymer, C.F., W. Stotz, R. Garay-Flümann, G. Luna-Jorquera & M. Ramos. 2008. Evaluación de línea base de las Reservas Marinas "Isla Chañaral" e "Islas Choros y Damas". Informe Final Proyecto FIP 2006-56, 532 pp.

Gibbons, J., 1992. Estudio sobre conducta y dinámica grupal del tursión, III Región, Chile. Tesis de Magíster. Universidad de Chile. Santiago.

Gibbons, J., J. Capella & C. Valladares. 2003. Rediscovery of a humpback whale, *Megaptera novaeangliae*, feeding ground in the Straits of Magellan, Chile. Journal of Cetacean Research and Management 5(2): 203-208.

Gilson, A., M. Syvanen, K. Levine & J. Banks. 1998. Deer gender determination by polymerase chain reaction: Validation study and application to tissues, blood-stains, and hair forensic samples from California. California Fish & Game 84: 159-169.

Gill, J. A., K. Norris & W. J. Sutherland. 2001. Why behavioural responses may not reflect the population consequences of human disturbance. Biological Conservation 97: 265-268.

Gjerdalen, G. & P. Williams. 2000. An evaluation of the utility of a whale watching code of conduct. Annals of Tourism Research 25: 27-36.

Gutiérrez, L. 2017. Whale-watching en Caleta Chañaral de Aceituno: Buenas prácticas para una actividad sustentable. Tesis para optar al grado de Biología Marina, Universidad de Valparaíso. 89 p.

Gutiérrez, L., F. Vargas, P. Pinto, W. Troncoso, M. Santos-Carvallo & M. Sepúlveda. 2019. Impact of human activities in habitat use and activity patterns of the marine otter (*Lontra felina*) in Central Chile. Latin American Journal of Aquatic Research 47: 122-128.

Hale, P., A. Barreto & G. Ross. 2000. Comparative morphology and distribution of the *aduncus* and *truncatus* forms of bottlenose dolphin *Tursiops* in the Indian and Western Pacific Ocean. Aquatic Mammals 26: 101-110.

Hammond, P. & G. Donovan. 1990. Individual recognition of cetaceans: Use of photo-identification and other techniques to estimate population parameters. International Whaling Commission Special Issue 12: 3-17.

Hanshing, E. 2001. Efectos de las embarcaciones turísticas la población residente de *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) (Cetacea: Delphinidae) en Isla Choros, IV Región. Universidad Católica del Norte, Coquimbo.

Harcourt, R., Pirotta, V., Heller, G., Peddemors, V., and Slip, D. (2014). A whale alarm fails to deter migrating humpback whales: an empirical test. Endangered Species Research 25**:** 35-42.

Harlin, A., B. Würsig, C. Baker & T. Markowitz. 1999. Skin swabbing for genetic analysis: Application to dusky dolphins (*Lagenorhynchus obscurus*). Marine Mammal Science 15: 409-425.

Hartel, E. 2010. Habitat use by bottlenose dolphins (Tursiops truncatus) in the Bay of Islands, New Zealand. Doctoral dissertation, University of Auckland.

Harwood, L., A. Joynt, D. Kennedy, R. Pitt & S Moore. 2009. Spatial restrictions and temporal planning as measures to mitigate potential effects of seismic noise on cetaceans: a working example from the Canadian Beaufort Sea, 2007-2008 (No. 2009/040). DFO, Ottawa, ON (Canada).

Heithaus, M.R, A. Frid, A.J. Wirsing & B. Worm. 2008. Predicting ecological consequences of marine top predator declines. Trends in Ecology & Evolution 23: 202-210.

Hernandez, P. C. (2018). Turismo de avistamiento de cetaceos en la Reserva marina islas Choros-Damas, Region de Coquimbo, Chile: Analisis socio-ecologico hacia un desarrollo sustentable. Coquimbo: Tesis doctoral, Universidad Catolica del Norte.

Higginbottom, K. 2004. Wildlife tourism: impacts, management and planning. Common Ground Publishing, Australia.

Higham, J.E.S., L. Bejder & D. Lusseau. 2009. An integrated and adaptive management model to address the long-term sustainability of tourist interactions with cetaceans. Environmental Conservation 35: 294-302.

Hooker, S.K. & L.R. Gerber. 2004. Marine reserves as a tool for ecosystem-based management: the potential importance of megafauna. BioScience 54: 27-39.

Hoyt, E., & E.C.M Parsons. 2014. "The whale-watching industry," in Whale-watching: Sustainable tourism and ecological management, eds. J. Higham, L. Bejder & R. Williams. (Cambridge, UK: Cambridge University Press), 57-70.

Hucke-Gaete, R., L. Osman, C. Moreno, K. Findlay & D. Ljungblad. 2003. Discovery of a blue whale feeding and nursing ground in southern Chile. Proceedings of the Royal Society of London, Series B (Suppl.) 271: 170-173.

Ikuta, L. A., & D.T. Blumstein. 2003. Do fences protect birds from human disturbance? Biological Conservation 112: 447-452

Ingram, S. & E. Rogan. 2002. Identifying critical areas and habitat preferences of bottlenose dolphins Tursiops truncatus. Marine Ecology Progress Series 244: 247-255.

Jackson, J.B.C, M.X. Kirby, W.H. Berger, K.A. Bjorndal & L.W. Bostford. 2001. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. Science 293: 629-637.

Jolly, G. 1965. Explicit estimates from capture-recapture data with both death and immigration-stochastic model. Biometrika 52: 225–247.

Lariviere, S. 1998. *Lontra felina*. Mammalian Species 575: 1-5.

Karczmarski, L., V. Cockcroft & A. McLachlan. 2000. Habitat use and preferences of indo-pacific Humpback dolphin Sousa chinensis in Algoa Bay, South Africa. Marine Mammal Science 16: 65-79.

Krebs, C.J. 1989. Ecological Methodology. Harper-Collins, New York.

Lehner, P.N. 1998. Handbook of ethological methods, 2nd edition. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 541 pp

Leopold LB, F. E. Clarke, B.B. Hanshaw & J.R. Balsley. 1971. A procedure for evaluating environmental impact. Geological Survey Circular 645. U.S.D.I. Washington, D.C.

Ludynia, K., S. Garthe & G. Luna-Jorquera. 2005. Seasonal and regional variation in the diet of the kelp gull in northern Chile. Waterbirds 28: 359-365.

Luna-Jorquera, G., D. Miranda-Urbina & C. Fernández. 2013. Censo poblacional del lobo marino común y el delfín nariz de botella en la Reserva Marina Isla Choros y Damas, Comuna de La Higuera, Región de Coquimbo. Informe Final Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura N° 1984-5-L112, 52 pp.

Lusseau, D. 2003. Effects of tour boats on the behavior of bottlenose dolphins: using Markov chains to model anthropogenic impacts. Conservation Biology 17: 1785-1793.

Lusseau, D., L. Slooten & R. J. Currey. 2006. Unsustainable dolphin-watching tourism in Fiordland, New Zealand. Tourism in Marine Environments 3: 173–178.

Mallard, G. 2019. Regulating whale watching: A common agency analysis. Annals of Tourism Research 76: 191-199.

Mallory, M.L. 2016. Reactions of ground-nesting marine birds to human disturbance in the Canadian Arctic. Arctic Science 2: 67-77.

Mann, J. 1999. Behavioral sampling methods for cetaceans: a review and critique. Marine Mammal Science 15: 102-122.

Marcella, T. K., S.M. Gende, D.D Roby & A. Allignol. 2017. Disturbance of a rare seabird by ship-based tourism in a marine protected area. PloS one 12: e0176176

Marín, V. & L. Delgado. 2003. S-chlorophyll squirts at 30° S off the Chilean coast (eastern South Pacific): Feature-tracking analysis. Journal of Geophysical Research 108(C12): 3378.

Mattern, T., U. Ellenberg & G. Luna-Jorquera. 2002. A south American marine otter *Lontra felina* preys upon chicks of the Peruvian diving-petrel *Pelecanoides garnotii*. Marine Ornithology 30: 95-96.

Mattern, T., U. Ellenberg, G. Luna-Jorquera & L.S. Davis. 2004. Humboldt penguin census on Isla Chañaral, Chile: recent increase or past underestimate of penguin numbers? Waterbirds 27: 368-376.

Mazzoil, M., S. McCulloch, R. Defran & M. Murdoch. 2004. Use of Digital Photography and Analysis of Dorsal Fins for Photo-Identification of Bottlenose Dolphins. Aquatic Mammals 30: 209-219.

McCauley, D.J., M.L. Pinsky, S.R. Palumbi, J.A. Estes, F.H. Joyce & R.R. Warner. 2015. Marine defaunation: Animal loss in the global ocean. Science 347: 247-254.

Medina, G. 1995. Activity budget and social behaviour of marine otter (*Lutra felina*) in southern Chile - Proceedings of the VI International Otter Colloquium Pietermaritzburg, Habitat 11: 62-64.

Medina-Vogel, H., J. V. L. Bartheld, R. E. Alavarez & C. R. Delgado. 2006. Population assessment and habitat use by marine otter (*Lontra felina*) in southern Chile. Wildlife Biology 12: 191– 199.

Medina-Vogel, G., F. Boher, G. Flores, A. Santibáñez & C. Soto-Azat. 2007. Spacing behavior of marine otters (*Lontra felina*) in relation to land refuges and fishery waste in Central Chile. Journal of Mammalogy 88: 487-494.

Meissner, A. M., F. Christiansen, E. Martinez, M.D. Pawley, M.B. Orams & K.A. Stockin. 2015. Behavioral effects of tourism on oceanic common dolphins, Delphinus sp., in New Zealand: The effects of markov analysis variations and current tour operator compliance with regulations. Public Library of Science, 10, 1: 0116962.

Montecino, V., C. Pizarro & D. Quiroz. 1996. Dinámica fitoplanctónica en el sistema de surgencia frente a Coquimbo (30° S) a través de la relación funcional entre fotosíntesis e irradianza (P-I). Gayana Oceanología 4(2): 139-151.

Moraga, J., E. Valdebenito & J. Rutllant. 2001. Condiciones oceanográficas durante la fase de relajación de un evento de surgencia invernal frente a Punta Lengua de Vaca, Coquimbo. Investigaciones Marinas 29: 59-71.

Moraga, R., J. Capella, M.J. Pérez, Y. Vilina & J. Gibbons. 2008. Diversidad de mamíferos marinos en la Reservas Marinas Islas Choros-Damas e Isla Chañaral, Chile. 13ª Reunión de Trabajo de Especialistas en Mamíferos Acuáticos de América del Sur y ° Congreso de

la Sociedad Latinoamericana de Especialistas en Mamíferos Acuáticos (SOLAMAC). 13 al 17 de Octubre de 2008, Montevideo, Uruguay.

Munizaga, B., B. Toro, B. Bachmann, F. Toro, N. Follador, C. Huidobro & M. Claret. 2015. Efecto antrópico en el cambio de microhábitat de la colonia reproductiva de guanay (*Phalacrocorax bougainvillii*) en isla Choros, Región de Coquimbo. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile 64: 161-171.

Muñoz, L., G. Pavez, P. Inostroza & M. Sepúlveda. 2011. Foraging trips of female South American sea lions (*Otaria flavescens*) from Isla Chañaral, Chile. Latin American Journal of Aquatic Mammals 9: 140-144.

Muñoz, L., G. Pavez, R. Quiñones, D. Oliva, M. Santos & M. Sepúlveda. 2013. Diet plasticity of the South American sea lion in Chile: stable isotope evidence. Revista de Biología Marina y Oceanografía 48: 613-622.

Nellemann C, P. Jordhoy, O.G. Stoen, O. Strand. 2000. Cumulative impacts of tourist resorts on wild reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) during winter. Arctic 53: 9–17.

Nisbet, I.C.T. 2000 Disturbance, habituation, and management of waterbird colonies. Waterbirds 23: 312–332.

Nowacek, S., R. Wells & A. Solow. 2001. Short-term effects of boat traffic on bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in Sarasota Bay, Florida. Marine Mammal Science 17(4): 673-688.

Oliva, D., L.R. Durán, M. Sepúlveda, D. Cárcamo, M. Pizarro, C. Anguita, M. Santos, A. Canto, P. Herrera, L. Muñoz, M. Orellana & P. Vásquez. 2020. Estimación poblacional de lobos marinos e impacto de la captura incidental. Pre-informe Final Proyecto FIPA N° 2018-54, 190 pp.

Ontivero, M., J. Martínez, V. González & P. Echavarría. 2008. Propuesta metodológica de zonificación ambiental en la Sierra de Altomira mediante Sistemas de Información Geográfica. GeoFocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica (8): 251-280.

Ostfeld, R., L. Epensperger., L. Klosterman & J.C. Castilla. 1989. Foraging, activity budget and social behavior of the South American marine otter *Lutra felina* (Molina 1782). National Geographic Research 5: 422-438.

Pavés, H. & R.P. Schlatter. 2008. Temporada reproductiva del lobo fino austral, *Arctocephalus australis* (Zimmerman, 1783) en la Isla Guafo, Chiloé, Chile. Revista Chilena de Historia Natural 81: 137-149.

Pavez, G., L. Muñoz, P. Inostroza & M. Sepúlveda. 2011. Behavioral response of South American sea lion *Otaria flavescens* to tourist disturbance during the breeding season. Revista de Biología Marina y Oceanografía 46: 135-140.

Pavez, G., L. Muñoz, F. Barilari & M. Sepúlveda, M. 2015. Variation in behavioral responses of the South American sea lion to tourism disturbance: Implications for tourism management. Marine Mammal Science 31: 427-439.

Pearson, H.C. & R.W. Davis. 2005. Behavior of territorial male sea otters (*Enhydra lutris*) in Prince William Sound, Alaska. Aquatic Mammals 31: 226-233.

Pérez-Álvarez, M.J., F. Thomas, F. Uribe, M. Sepúlveda, M. Flores & R. Moraga. 2006. Fin Whales (*Balaenoptera physalus*) feeding on *Euphausia mucronata* in nearshore waters off North-Central Chile. AquaticMammals 32: 109 – 113.

Pérez-Álvarez, M.J., R. Vásquez, R. Moraga, M. Santos-Carvallo, S. Kraft, V. Sabaj, J. Capella, J. Gibbons, Y. Vilina & E. Poulin. 2018. Home sweet home: social structure dynamic and genetic variation of a long-term resident bottlenose dolphin population off north-central Chile. Animal Behaviour 139 81-89.

Pizarro-Neyra, J. 2008. Mortality of the marine otter (*Lontra felina*) in southern Peru. IUCN Otter Specialist Group Bulletin 25: 94-99.

Robert, H.C. & C.J. Ralph. 1975. Effects of human disturbance on the breeding success of gulls. The Condor 77: 495-499.

Rodgers Jr, J. A., & S.T Schwikert. 2002. Buffer-zone distances to protect foraging and loafing waterbirds from disturbance by personal watercraft and outboard-powered boats. Conservation Biology 16: 216-224.

Ronconi, R. A. & C.C.S Clair. 2002. Management options to reduce boat disturbance on foraging black guillemots (*Cepphus grylle*) in the Bay of Fundy. Biological Conservation 108: 265-271.

Rosel, P. 2003. PCR-based sex determination in Odontocete cetaceans. Conservation Genetics 4: 647-649.

Rozzi, R. & J.C. Torres-Mura. 1990. Observaciones del chungungo (*Lutra felina*) al sur de la Isla Grande de Chiloé: antecedentes para su conservación. Medio Ambiente (Chile) 11: 24-28.

Safina, C. & J. Burger. 1983. Effects of human disturbance on reproductive success in the Black Skimmer. The Condor 85: 164-171.

Sanino, G.P., K. Van Waerebeek, M.F. Van Bressem & L.A. Pastene. 2005. A preliminary note on population structure in eastern South Pacific common bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*. Journal of Cetacean Research and Management 7: 65-70.

Santos-Carvallo, M., M. Pérez-Alvarez, V. Muniain, R. Moraga, D. Oliva & M. Sepúlveda. 2015. Trophic niche overlap between sympatric resident and transient populations of bottlenose dolphins in the Humboldt Current System off north-central Chile. Marine Mammal Science 31: 790–799.

Santos-Carvallo, M., M. Sepúlveda, R. Moraga, M. Landaeta, D. Oliva & M.J. Pérez-Alvarez. 2018. Presence, Behavior and Resighting Pattern of Transient Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Humboldt Current System off North-Central Chile. Pacific Science 72(1): 41-56.

Schaffar, A., C. Garrigue & R. Constantine (2010). Exposure of humpback whales to unregulated whalewatching activities in their main reproductive area in New Caledonia. Journal of Cetacean Research and Management 11**:** 147–152.

Scheidat, M., C. Castro, J. Gonzalez & R. Williams. 2004. Behavioural responses of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) to whalewatching boats near Isla de la Plata, Machalilla National Park, Ecuador. Journal of Cetacean Research and Management 6**:** 63-68.

Sepúlveda, M., M.J. Pérez-Álvarez, O. López & R. Moraga. 2007. Presence and re-sighting of southern elephant seal, *Mirounga leonina* (L. 1758), on the north-central coast of Chile. Latin American Journal of Aquatic Mammals 6: 199-202.

Sepúlveda, M., P. Inostroza, M.J. Pérez-Álvarez, D. Oliva & R. Moraga. 2009. Seasonal variation in the abundance of South American sea lions *Otaria flavescens* (Shaw, 1800)

in Chañaral Island, Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, Chile. Revista de Biología Marina y Oceanografía 44: 685-689.

Sepúlveda, M., D. Oliva, G. Pavez & M. Santos-Carvallo. 2016. Caleta Chañaral de Aceituno: Destino turístico de alta calidad para el avistamiento de cetáceos, otros mamíferos y aves marinas. Obra independiente, Valparaíso, Chile.

Sepúlveda, M., M.J. Pérez-Álvarez, M. Santos-Carvallo, G. Pavez, C. Olavarría, R. Moraga & A. Zerbini. 2018. From whaling to whale watching: Identifying fin whale critical foraging habitats off the Chilean coast. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 28(4): 821-829.

Sepúlveda, M., T. Martínez, D. Oliva, P. Couve, G. Pavez, C. Navarro, M. Stehlik, L.R. Durán & G. Luna-Jorquera. 2018a. Factors affecting the operational interaction between the South American sea lions and the artisan gillnet fishery in Chile. Fisheries Research 201: 147-152.

Sepúlveda, M., M.J. Pérez-Álvarez, M. Santos-Carvallo, G. Pavez, C. Olavarría, R. Moraga & A. Zerbini. 2018b. From whaling to whale watching: Identifying fin whale critical foraging habitats off the Chilean coast. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 28: 821-829.

Sergio, F., T. Caro, D. Brown, B. Clucas, J. Hunter, J. Ketchum, K. McHugh & F. Hiraldo. 2008. Top predators as conservation tools: ecological rationale, assumptions, and efficacy. Annual review of ecology, evolution, and systematics 39: 1-19.

Shane, S. 1990. Behavior and ecology of the bottlenose dolphin at Sanibel Island, Florida. En: Leatherwood S. & R. Reeves (eds.): The bottlenose dolphin. Academic Press, San Diego, California. Pp 245–266.

Shane, S., R. Wells & B. Würsig. 1986. Ecology, behavior and social organization of the bottlenose dolphin: A review. Marine Mammal Science 2: 34-63.

Sielfeld, W. 1983. Mamíferos marinos de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago, 199 pp.

Sielfeld, W.K. 1992. Abundancias relativas de *Lutra felina* (Molina, 1782) y *L. provocax* (Thomas, 1908), en el litoral de Chile austral. Investigaciones Científicas y Técnicas. Serie Ciencias del Mar 2: 3-11.

Silva, G. 2015. Patrones de asociación de la población Residente *Tursiops truncatus* (Montagu 1821) en las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros-Damas, norte de Chile. Tesis de Biología Marina, Universidad de Valparaíso, Valparaíso. 77 pp.

Simeone, A., R. Aguilar & G. Luna-Jorquera. 2018. Censo de pingüinos de Humboldt. Informe Final Proyecto FIPA Nº 2016-33, 62 pp.

Simeone, A., M. Bernal & J. Meza. 1999. Incidental mortality of Humboldt penguins *Spheniscus humboldti* in gill nets, central Chile. Marine Ornithology 27: 157-161.

Simeone, A., G. Luna-Jorquera, M. Bernal, S. Garthe, F. Sepúlveda, R. Villablanca, U. Ellenberg, M. Contreras, J. Muñoz & T. Ponce. 2003. Breeding distribution and abundance of seabirds on islands off north-central Chile. Revista Chilena de Historia Natural 76: 323-333.

Southwood, T. & P. Henderson. 2000. Ecological Methods (3rd ed.). Oxford: Blackwell Science.

Spalding, M. & J. Blumenfeld. 1997. Legal aspects of whale watching in North America. Reporte publicado para el encuentro Legal Aspects of Whale Watching, Punta Arenas, Chile. 34 p.

Stamation, K.A., D.B. Croft, P. Shaughnessy, K. A. Waples & S.V. Briggs. 2010. Behavioral responses of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) to whale-watching vessels on the southeastern coast of Australia. Marine Mammal Science 26**,** 98-122.

Stone, G.S. & A. Yoshinaga. 2000. Hector's dolphin *Cephalorhynchus hectori* calf mortalities may indicate new risks from boat traffic and habituation. Pacific Conservation Biology 6: 162–170.

Subpesca. 2011. Reglamento General de Observación de Mamíferos Reptiles y aves Hidrobiológicas y del Registro de Avistamiento de Cetáceos, D.S. N° 38-2011, 8.

Thiel, M., E. Macaya, E. Acuña, W. Arntz, H. Bastias, K. Brokordt, P. Camus, J. Castilla, L. Castro, M. Cortés, C. Dumont, R. Escribano, M. Fernandez, J. Gajardo, C. Gaymer, I. Gomez, A. González, H. González, P. Haye, J. Illanes, J. Iriarte, D. Lancellotti, G. Luna-Jorquera, C. Luxoro, P. Manriquez, V. Marín, P. Muñoz, S. Navarrete, E. Pérez, E. Pouline, J. Sellanes, H. Sepúlveda, W. Stotz, F. Tala, A. Thomas, C. Vargas, J. Vásquez & J. Vega. 2007. The Humboldt Current System of Northern and Central Chile. Oceanography and Marine Biology: An Annual Review 45: 195-344.

Thomas, F. 2005. Residencia del delfín nariz de botella *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) en la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, Chile. Tesis de Biólogo Marino. Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Valparaíso. 72pp.

Thomas, L., S.T. Buckland, E.A. Rexstad, J.L. Laake, S. Strindberg, S.L. Hedley, J.R. Bishop, T.A. Marques & K.P. Burnham. 2010. Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. Journal of Applied Ecolology 47: 5-14.

Toro, F., Y. Vilina, J. Capella & J. Gibbons. 2016. Novel coastal feeding area for eastern south pacific fin whales (*Balaenoptera physalus*) in mid-latitude Humboldt Current waters off Chile. Aquatic Mammals 42:47-55

Toth, J., A. Hohn, K. Able & A. Gorgone. 2011. Patterns of seasonal occurrence, distribution, and site fidelity of coastal bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in southern New Jersey, U.S.A. Marine Mammal Science 27: 94 – 110.

Valqui, J. 2012. The marine otter *Lontra felina* (Molina, 1782): A review of its present status and implications for future conservation. Mammalian Biology 77: 75-83.

Velando, A., & I. Munilla. 2011. Disturbance to a foraging seabird by sea-based tourism: Implications for reserve management in marine protected areas. Biological Conservation 144: 1167-1174

Viddi, F. A., & R. G. Harcourt. 2016. Behaviour of Chilean and Peale's dolphins in southern Chile: interspecific variability of sympatric species. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 96: 915-923.

Wallace, R.S. & B. Araya. 2015. Humboldt penguin *Spheniscus humboldti* population in Chile: counts of moulting birds, Frebruary 1999-2008. Marine Ornithology 43: 107-112.

Walker, K.A., A.W. Trites, M. Haulena & D.M. Weary. 2012. A review of the effects of different marking and tagging techniques on marine mammals. Wildlife Research 39: 15-30.

Watson, H., M. Bolton & P. Monaghan. 2014. Out of sight but not out of harm's way: human disturbance reduces reproductive success of a cavity-nesting seabird. Biological conservation 174: 127-133.

Whitehead, H. 1983. Structure and stability of humpback whale groups off Newfoundland. Canadian Journal of Zoology 61: 1391-1397.

Whitehead, H. 2018. Sperm whale: *Physeter macrocephalus*. En: Encyclopedia of marine mammals. Academic Press. Pp. 919-925.

Williams, R., A. W. Trites & D. E. Bain. 2002. Behavioural responses of killer whales (*Orcinus orca*) to whale-watching boats: opportunistic observations and experimental approaches. Journal of Zoology 256**:** 255-270.

Williams, R., D.E Bain, J.C. Smith, & D. Lusseau. 2009. Effects of vessels on behaviour patterns of individual southern resident killer whales *Orcinus orca*. Endangered Species Research 6: 199-209.

Williams, R., D. Lusseau & P.S. Hammond. 2006. Estimating relative energetic costs of human disturbance to killer whales (*Orcinus orca*). Biology Conservation 133: 301–311.

Woodford, M.H., T. M. Butynski & W. B. Karesh. 2002. Habituating the great apes: the disease risks. Oryx 36: 153–160

Wolt, R.C., S.E. Finerty & R.W. Davis. 2014. Time and energy allocation of female sea otters (*Enhydra lutris*) with pups in Alaska. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 461: 93-101.

Würsig, B. & T. Jefferson. 1990. Methods of photo-identification for small cetaceans. Reports of the International Whaling Commission 12 (SpecialIssue): 43-52.

Würsig, B., F. Cipriano & M. Würsig, M. 1991. "Dolphin movement patterns: information from radio and theodolite tracking studies," in *Dolphin Societies: Discoveries and Puzzles,* eds. K. Pryor & K. Norris. (Berkeley: University of California Press), 79-111.

15 ANEXOS

ANEXO 1 CARTA GANTT DE OFERTA TECNICA

ACTIVIDAD ACTIVIDADES GENERALES	RESULTADO ESPERADO ASOCIADO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Firma de contratos y convenios de honorarios	Contratos y convenios firmados																
Reunión de coordinación Equipo Investigación	Acta de reunión																
Reunión de coordinación con FIPA y contraparte técnica de SUBPESCA	Acta de reunión																
Preparación y entrega informe de avance 1	Documento con resultados preliminares																
Preparación y entrega informe de avance 2	Documento con resultados preliminares																
Taller de difusión de resultados	Acta de reunión. Resultados, conclusiones y recomendaciones del taller																
Preparación y entrega pre-informe final	Documento con todas las actividades y resultados del proyecto																
Entrega de material fotográfico y/o audiovisual	Material fotográfico y/o audiovisual																
Entrega de bases de datos	Bases de datos con los resultados obtenidos																
Preparación y entrega informe final	Documento final con todas las actividades y resultados del proyecto																
OBJETIVO N°1 **Evaluación estado poblacional**		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Estudio de marcaje y recaptura de delfines nariz de botella	Catálogo de identificación individual del delfín nariz de botella																
Estructura etaria de la población de delfines nariz de botella	Información sistematizada de tamaños grupales y clases etaria de T.truncatus																
Descripción patrones de movimiento delfín nariz de botella	Información sistematizada de avistamientos georeferenciados de T.truncatus																
Estimación tamaño poblacional y fluctuaciones estacionales T.truncatus	Tamaño poblacional estimado del delfín nariz de botella																
Guía de monitoreo de delfines	Propuesta de una guía de monitoreo de delfines																
Esquema de Distribución de chungungos	Prospección de presencia/ausencia de chungungos																
Estimación tamaño poblacional de chungungos	Abundancia y densidad de individuos por km lineal de costa																
Estudio de comportamiento de chungungos	Caracterización de los comportamientos de chungungo en las islas estudiadas																
Colecta y evaluación de signos de presencia indirecta de chungungos	Georreferenciación madrigueras, defecaderos y sitios de descanso																
Relación variables para estimación tamaño poblacional en chungungos	Establecer relaciones entre variables para estimar indirectamente el tamaño pob.																
Guía de monitoreo de chungungos	Documento para el monitoreo de chungungos																
Estimación del número y ubicación de colonias reproductivas de pingüinos	Descripción de las colonias existentes																
Estimación tamaño poblacional de pingüinos	Tamaño poblacional estimado en área estudio																
Distribución espacial de nidos	Identificar y mapear la distribución espacial de nidos dentro de colonias																
Análisis de la biología reproductiva de pingüinos	Calendario biológico reproductivo de pingüinos																
Análisis de las características del entorno	Relación entre tipo y cantidad de nidos respecto a características entorno																
Guía de monitoreo de pingüinos	Documento para el monitoreo de chungungos																
Estado poblacional de otras aves	Evaluación del tamaño poblacional de otras aves																
Tamaño poblacional del yunco	Evaluación del tamaño poblacional del yunco																
Registro de grandes cetáceos	Caracterización e identificación de individuos y tamaños grupales																
Estudio de hábitat y comportamiento de grandes cetáceos	Información patrones conductuales, mov y permanencia grandes cetáceos																
Guía de monitoreo de grandes cetáceos	Propuesta de una guía de monitoreo de grandes cetáceos																

ANEXO 2 PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD

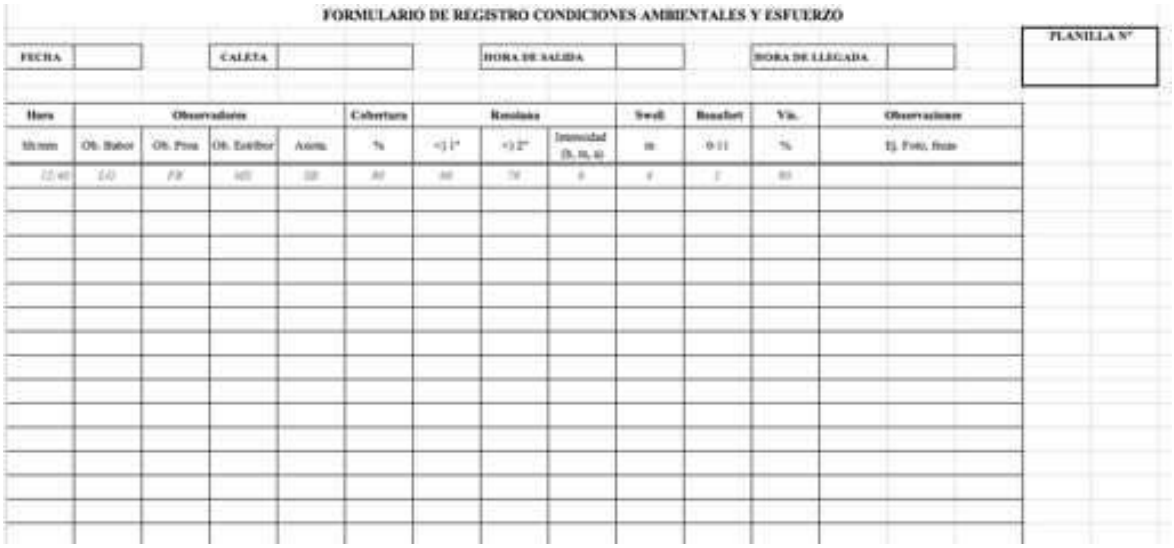
PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD

ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	TOTAL
Actividades Generales															
M. Sepúlveda	20	8	0	8	16			8	16		8		16	24	124
G. Luna	8	12	2	8	16			8	16		8		16	24	118
C. Fernández	8	20	20	20	20			48	60		8		16	24	244
MJ. Pérez	8			8	16			16	24		8		16	24	120
G. Pavez	8			8	26			8	16		8		16	30	120
C. Olavarría	4		8	8	16			16	16		8		16	20	112
O. Específico 1															
M. Sepúlveda	16	32										8	20		76
MJ. Pérez		16	40			40	40		40	88	64	100	80	80	588
M. Santos	0	20	60	20		40	40			40		52			272
F. Barilari	20	20	60	20	10	40	40	30	30	88	32	100			490
L.Gutiérrez	20	10				20	20		30	88					188
G. Pavez	10	10	40	10	0	20	66	40	80	44	40	80	80	80	600
C. Olavarría		10	30			4	4			30	30	32			140
A. Guerrero			20	20		4	4			24		24			96
M. Flores	24	12	20	10	10	10	56	20	56	28	52	10			308
P. Arce	12	8		8	32										60
G. Luna	8	4	4	16	16	16	32	48	48	16	16	40			264
C. Fernández	20	20	10	20	30	40	60	60	60	40	40	40	48		488
M.Portliff	20	20	10	20	30	40	60	60	60	88	88	88	74	74	732
S.Fraft										30		90			120
N.Luna	20	20	10	20	30	40	60	60	60	88	88	88	74	74	732
S.Buchan	8	0	0	0	0				20	20	20	20	12		100
O. Específico 2															
M. Sepúlveda											8	16	10		34
G. Pavez	10	10		10	20				10					40	100
D. López	10	10			10							40		50	120
F. Barilari			8	8	8						30	16	50		120
C. Fernández								20	20						40
G. Luna	8	8							8	8					32

PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD

ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	TOTAL
O. Específico 3															
C. Olavarría	8	8			16										32
C. Hernández	20	40	30	24	20									16	150
A. Ardiles	20	40	30	24	20									16	150
F. Cecchi	30	20	30	20	20										120
M. Sepúlveda	4	4		6	6									4	24
O. Específico 4															
M. Santos	30	40	40	20	20	10	10	30	30				40	114	384
P. Hernández	40	20	20	30	30	40	40	30	30	80	80	10	60	120	630
G. Alosilla	120	100	20								176	150			566
G. Peña	120	100	20								150	150			540
M.Flores	12	10	10					30	30			26	40		158
F.Barilari		20	20		10								40	40	130
G.Pavez	20	10		10	20			30	30				30	18	168
M. Sepúlveda	8				4							16	16		44
O. Específico 5															
M. Sepúlveda				4	8		20	40	60	30		30	44		236
M. Santos				4	8	8	4	4	4	4	4	8			48
G. Luna						8	8	8	8			8		8	48
C. Olavarria						8	8	8	8	8	8	8		8	64
C. Fernández						20	20	20	26						86

ANEXO 3 PLANILLAS UTILIZADAS PARA EL LEVANTAMIENTO DE INFORMACION DE CETACEOS

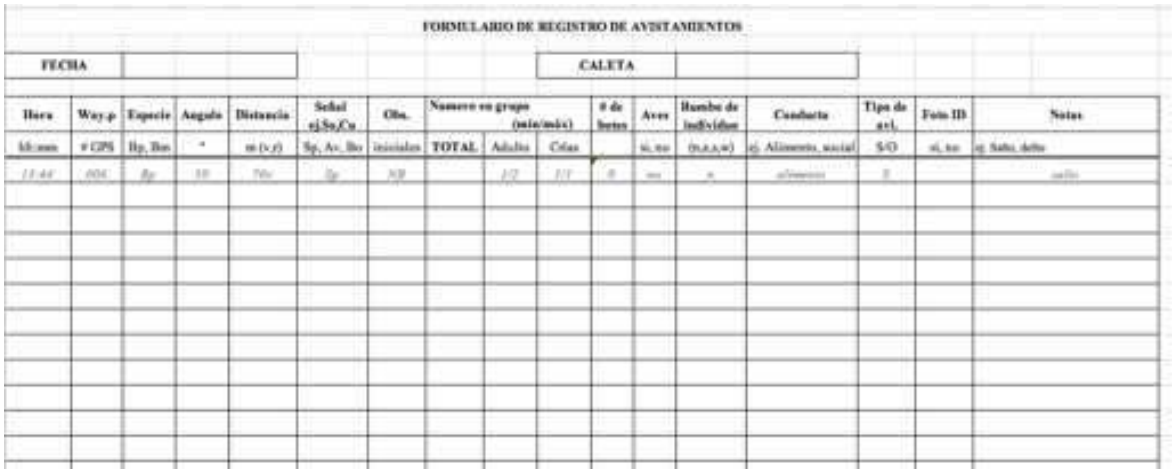


FORMULARIO DE REGISTRO CONDICIONES AMBIENTALES Y ESFUERZO

FECHA		CALETA		HORA DE SALIDA		HORA DE LLEGADA		PLANILLA N°

Hora	Observadores				Cobertura	Reacción			Swell	Beaufort	Vis.	Observaciones
hh:mm	Ob. Babor	Ob. Proa	Ob. Estribor	Anota.	%	<1 1°	<1 2°	Intensidad (b, m, a)	m	0-11	%	Ej. Foto, fotos
12:40	LO	FR	MD	SB	80	NO	SI	b	1	1	80	

Figura 1. Formulario de registro condiciones ambientales y esfuerzo, donde se registran las condiciones ambientales y el orden de los observadores.



FORMULARIO DE REGISTRO DE AVISTAMIENTOS

FECHA		CALETA	

Hora	Way.p	Especie	Angulo	Distancia	Señal ej.So,Cu	Obs.	Numero en grupo (min/máx)			# de botes	Aves	Rumbo de individuo	Conducta	Tipo de av.t.	Foto ID	Notas
hh:mm	# GPS	Bp, Bm	°	m (v.r)	Sp, Av, Bo	iniciales	TOTAL	Adultos	Crías		si, no	(n,e,s,o)	ej. Alimenta, social	S/O	si, no	ej. Salto, delfín
13:44	004	Bp	10	750	Sp	NB		1/2	1/1	0	no	s	alimenta	S		salto

Figura 2. Formulario de registro de avistamientos



SEGUIMIENTO FOCAL

PLANILLA N°

FECHA:
N° EMBARQUE:
N° SEGUIMIENTO:
ESPECIE:

Observador 1:
Observador 2:
Anotador seguimiento:
Anotador avistamiento:

INICIO	
HORA:	
CONDUCTA:	
TAMAÑO GRUPAL:	
LUGAR DE OBSERVACION:	

TERMINO	
HORA:	
CONDUCTA:	
TAMAÑO GRUPAL:	
LUGAR DE OBSERVACION:	
MOTIVO DEL TERMINO:	

Hora (hh:mm:ss)	MP	Conducta	Tamaño grupal	Crías	Direc/ desp/	Foto-id	n° botes	Distancia (m)	Distancia (x,y)	Observaciones
13:22:00	322	alim	mid-majo	n°	S	sí, no	n°			

Figura 3. Formulario de seguimiento focal de cetáceos en el área de estudio

ANEXO 4 CATALOGO DE FOTO- IDENTIFICACIÓN DE BALLENA FIN EN LAS RESERVAS MARINAS ISLA CHAÑARAL E ISLAS CHOROS-DAMAS Y AGUAS ADYACENTES

CATÁLOGO DE FOTO- IDENTIFICACIÓN DE BALLENA FIN EN LAS RESERVAS MARINAS ISLA CHAÑARAL E ISLAS CHOROS-DAMAS Y AGUAS ADYACENTES



PROYECTO: FIPA 2018-43

CH_D_Bp_001



CH_D_Bp_002





CHA_Bp_003





CHA_Bp_004




CHA_Bp_005




CHA_Bp_006




CHA_Bp_007




CHA_Bp_008




CHA_Bp_009



CHA_Bp_010




CHA_Bp_011



CHA_Bp_012




CHA_Bp_013



CHA_Bp_014



CHA_Bp_015





CHA_Bp_016



CHA_Bp_017





ANEXO 5 PROGRAMA DE MANEJO DE LOS SERVICIOS DE OBSERVACIÓN Y AVISTAMIENTO DE FAUNA

PROGRAMA DE MANEJO DE LOS SERVICIOS DE OBSERVACIÓN Y AVISTAMIENTO DE FAUNA EN LAS RESERVAS MARINAS ISLA CHAÑARAL E ISLAS CHOROS Y DAMAS



Institución Ejecutora: Universidad de Valparaíso

Octubre 2020

Índice

Capítulo 1 **4**

Introducción **4**

1.1 Antecedentes generales del área de estudio 4

1.2 Creación y gestión de las Reservas Marinas 5

1.3 Pertinencia de un Programa de Manejo 5

1.4 Visión y Objetivo del Programa de Manejo 6

Capítulo 2 **8**

Sistematización de los antecedentes sobre presencia y abundancia de especies objetivo de turismo **8**

2.1 Delfín nariz de botella 8

2.2 Otros cetáceos 9

2.3 Lobos marinos y Chungungo 11

2.4 Pingüino de Humboldt 14

Capítulo 3 **21**

Desarrollo de la actividad turística **21**

3.1 Número de embarcaciones y de pescadores dedicados al turismo 21

3.2 Características e implementación de las embarcaciones 22

3.3 Percepción de la actividad por parte del turista 23

Capítulo 4 **24**

Normativas y Disposiciones vigentes **24**

4.1 Normativa Internacional 24

4.2 Normativa Nacional 24

4.3 Normativa vigente para las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros-Damas 26

Capítulo 5 **31**

Principales actividades productivas relacionadas con las Reservas Marinas **31**

5.1 Actividad extractiva 31

5.2 Actividad turística 36

Capítulo 6 **41**

Identificación de los impactos de los servicios de observación y avistamiento sobre la fauna en estudio **41**

6.1 Acciones ejercidas sobre el avistamiento de fauna 41

Capítulo 7 **46**

Identificación de las medidas requeridas para prevenir y/o mitigar los impactos negativos sobre las especies **46**

7.1 Medidas que regulen la distancias, velocidad y modo de acercamiento y alejamiento de la fauna marina 46

7.2 Regulación del comportamiento de las embarcaciones y de los turistas frente a la fauna marina 48

7.3 Regulación del tiempo de permanencia con los animales 48

7.4 Número de embarcaciones que pueden estar operando en forma conjunta en un lugar y tiempo determinados del comportamiento de las embarcaciones y de los turistas frente a la fauna marina 48

7.5 Temporadas u horarios críticos 49

7.6 Ruido de las embarcaciones 49

Capítulo 8 **50**

Zonificación de las Reservas Marinas **50**

8.1 Matrices de impacto 50

8.2 Propuesta de zonificación 52

Capítulo 9 **55**

Evaluación y seguimiento **55**

9.1 Indicadores 55

9.2 Investigación y plan de monitoreo 58

Capítulo 10 **82**

Referencias bibliográficas **82**

Folio012307

Capítulo 1

Introducción

1.1 Antecedentes generales del área de estudio

La implementación y desarrollo de Áreas Marinas Protegidas plantea en ciertos casos el desafío de complementar objetivos de protección de la biodiversidad con objetivos de ordenación y manejo sustentable de los recursos. Tal es el caso de la Reserva Marina Isla Chañaral (RMIC) y de la Reserva Marina Islas Choros-Damas (RMICD). El sector en donde se ubican estas reservas corresponde a un sistema representativo de la región de transición templada del Sistema de la Corriente de Humboldt, que posee numerosas características que lo hacen único en la costa de Chile. Físicamente se encuentra en una zona donde hasta ahora el impacto de la actividad antrópica es limitado, al no existir grandes centros urbanos en sus cercanías. Es además el hábitat de especies emblemáticas que son objeto de conservación como la ballena fin *Balaenoptera physalus*, el delfín nariz de botella *Tursiops truncatus*, el chungungo *Lontra felina*, el pingüino de Humboldt *Spheniscus humboldti* y el yunco *Pelecanoides garnotii*, todo esto gracias a que es un área donde se producen eventos de surgencia permanentes. Esto ha convertido a estas dos reservas en un área de cada vez mayor interés turístico, con visitantes concentrados durante el período estival, y que posee gran potencial para el desarrollo de actividades eco-turísticas. Dichas actividades son organizadas por pescadores artesanales que administran de manera eficiente la extracción de recursos bentónicos desde sus áreas de Manejo, y que además complementan sus ingresos con actividades turísticas.

La gran riqueza de especies que es posible observar en las RMIC y RMICD (Pérez-Álvarez et al. 2006), ha llevado a que estos dos sectores se posicionen cada vez con mayor fuerza como uno de los puntos de atracción favoritos de nuestro país para realizar la actividad de whale-watching (Sepúlveda et al. 2016, 2017). Esto, a su vez, ha permitido un mayor dinamismo en las inversiones de las caletas gracias al desarrollo turístico. Sin embargo, y tal como ha sido evidenciado en otros países, el incremento de la actividad turística en base a la observación de fauna silvestre aumenta la probabilidad de degradar los frágiles ambientes en los que las especies se encuentran, lo que obliga a adoptar medidas que aseguren un uso protegido y sustentable de los animales en su ambiente natural (Bejder et al. 2006). Esto conduce a la necesidad de contar con un manejo efectivo que monitoree las actividades turísticas, establezca límites para estas actividades, y que sea activamente adaptativo al cambio en el tiempo (Higham et al. 2009).

1.2 Creación y gestión de las Reservas Marinas

La Ley General de Pesca y Acuicultura (Ley Nº 18.892) establece la facultad y el procedimiento para la creación de Reservas Marinas. De acuerdo a este criterio, el 28 de abril de 2005 se crea la denominada "Reserva Marina Isla Chañaral" (Decreto Supremo Nº 150 del 2005, y su modificación por el Decreto Supremo Nº 161 de 2010) en la comuna de Freirina, Provincia de Huasco, Región de Atacama, y la "Reserva Marina Islas Choros-Damas" (Decreto Supremo Nº 151 del 2005), en la comuna de la Higuera, Provincia de Elqui, Región de Coquimbo. Ambas reservas marinas se establecen como la columna de agua, fondo de mar y rocas contenidas en el polígono resultante de la proyección circular con radio de una milla náutica proyectados a partir de los puntos de la línea de costa e islotes (Figura 1.1).

Las RMIC y RMICD tienen como objeto conservar y proteger los ambientes marinos representativos de la Isla de Chañaral e Islas Choros y Damas, respectivamente, asegurando el equilibrio y la continuidad de los procesos bio-ecológicos a través del manejo y uso sustentable de la biodiversidad y patrimonio natural.

Los Decretos Supremo Nº 150 para la RMIC, y Nº 151 para la RMICD establecen que el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura tiene la tuición y es el responsable de la administración de estas Reservas, rigiéndose por Planes Generales de Administración que establecen las obligaciones acerca de la administración y regulación de las actividades que se desarrollen en las reservas, sin comprometer la conservación y/o preservación de su biodiversidad y del ecosistema marino.

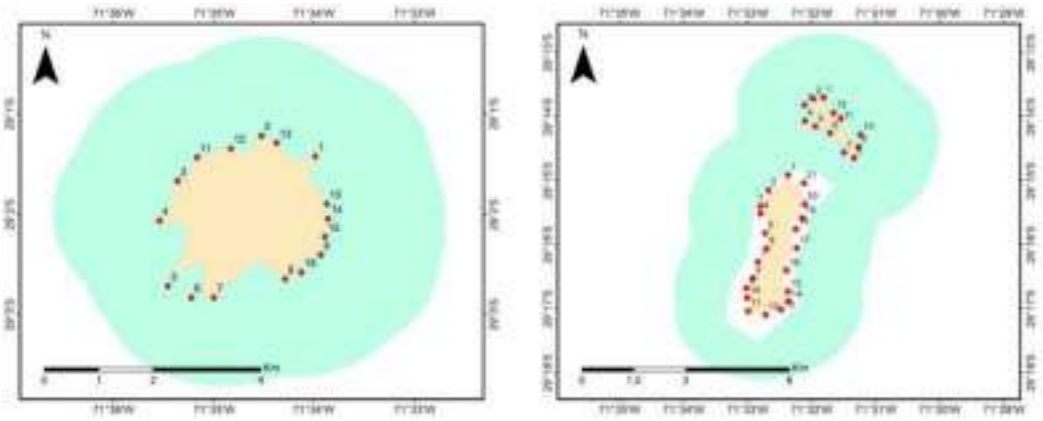


Figura 1.1 Proyección circular de la (A) Reserva Marina Isla Chañaral y (B) Reserva Marina Islas Choros-Damas. Fuente: Elaboración Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

1.3 Pertinencia de un Programa de Manejo

Las RMIC y RMICD representan un ecosistema frágil, que requiere de un manejo y planificación adecuados, que permita asegurar su uso sustentable. Por ello, un programa de manejo adecuado del turismo de avistamiento de fauna marina (comúnmente denominado como *whale-watching*), basado en las buenas prácticas de

avistamiento, tiene como principal finalidad el compatibilizar las necesidades de desarrollo productivo de las caletas Chañaral de Aceituno y Punta Choros con la conservación del patrimonio natural existentes en las Reservas Marinas.

La sustentabilidad del *whale-watching* en las RMIC y RMICD sólo se logra con un manejo activo que perdure en el tiempo y que se vaya retroalimentando en base al conocimiento y experiencia. Por ello, se requiere de una comprensión acabada de las dinámicas biológicas, políticas, sociales, económicas y culturales, y cómo se van modificando en el corto y mediano plazo (Higham et al. 2009). Para ello, se requiere de un programa de manejo adaptativo (entendido como la integración del diseño, manejo y monitoreo para poner a prueba los supuestos con propósitos de adaptación y aprendizaje), que ayude a tomar decisiones más informadas sobre las estrategias y su eficacia, así como para aprender y adaptar dichas estrategias.

En este contexto, un programa de manejo adaptativo de los servicios de observación y avistamiento de fauna se ve representado a través de la incorporación de los "estándares abiertos", que proveen de un marco conceptual para el buen diseño, implementación, monitoreo y evaluación de la actividad de avistamiento de fauna (CMP 2007). Estos estándares abiertos se estructuran en cinco etapas, que comprenden el ciclo de manejo (CMP 2007):

Etapa 1. *Conceptualización de lo que se desea alcanzar*

Etapa 2. *Planificación de las acciones y del monitoreo*

Etapa 3. *Implementación de las acciones y del monitoreo*

Etapa 4. *Análisis de datos y evaluación de la efectividad de las actividades realizadas*

Etapa 5. *Comunicación de los resultados con audiencias externas e internas para promover el aprendizaje*

Asegurar un manejo sustentable a largo plazo requiere de un manejo adaptativo (integrado y dinámico) que incorpore la visión de distintos actores relevantes (McCarthy & Possingham 2007) que permita un manejo óptimo en circunstancias cambiantes. En el turismo de avistamiento de fauna se reconocen 4 tipos de stakeholders: los operadores turísticos, la comunidad, los científicos y las agencias de planificación y manejo (Higham et al. 2009).

1.4 Visión y Objetivo del Programa de Manejo

Las RMIC y RMICD poseen un conjunto único de atributos que hace que puedan converger variados objetivos que van desde la preservación de su diversidad biológica a la promoción de objetivos productivos a través del desarrollo de actividades turísticas y de explotación de los recursos hidrobiológicos. En ese sentido, compatibilizar el desarrollo sostenido de las diversas actividades humanas con la

sustentabilidad ambiental de estas dos reservas marinas se presenta como un objetivo a alcanzar y una oportunidad para la comunidad en general.

En este sentido la visión de este programa de manejo es que las RMIC y RMICD se proyectan a desarrollar un turismo sustentable, liderado por las comunidades locales en un territorio propio. El turismo de calidad de naturaleza y científico complementado con otros atractivos de la zona, permitirán generar una actividad con calidez autóctona y servicios certificados de primera, donde se mezcla el conocimiento local con el científico. Aspiran además a desarrollar una infraestructura física y educacional que permita, por una parte, desarrollar el turismo y la pesca, y por otra educar a los jóvenes en relación a su entorno en la comuna.

Los Objetivos Estratégicos son los siguientes:

- Promover el desarrollo de un turismo sustentable de alta calidad, llevado a cabo por las comunidades locales adyacentes de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros-Damas.
- Fortalecer y promover un marco institucional, normativo y legal para el manejo efectivo de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros-Damas, acorde a los lineamientos existentes a nivel nacional e internacional.
- Desarrollar, a nivel local y regional, un sentido de apropiación de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros-Damas, a través de la representatividad e integración de todos los actores, promoviendo un comportamiento responsable de los usuarios de sus recursos, manejadores y público en general.
- Utilizar las informaciones existentes y generar nuevos datos científicos que sean utilizados como base de un programa de manejo adaptativo y con enfoque ecosistémico, a través de proyectos de investigación y monitoreo.
- Formular y desarrollar proyectos de infraestructura física y educacional orientados a la pesca y al turismo, así como a la educación de las futuras generaciones.

Capítulo 2

Sistematización de los antecedentes sobre presencia y abundancia de especies objetivo de turismo

Las Reservas Marinas Isla Chañaral (RMIC) e Islas Choros-Damas (RMICD) se destacan por presentar una alta diversidad de especies, entre ellas las aves y los mamíferos marinos. Algunas de estas especies pueden verse en ciertas épocas del año, como es el caso de los grandes cetáceos, que se avistan con mayor frecuencia durante los meses de verano. No obstante, otras especies pueden ser observadas a lo largo de prácticamente todo el año, lo que ofrece al turista la posibilidad de visitar estas reservas en todo momento (Pavez et al. 2016, Sepúlveda et al. 2017).

A continuación se describe el uso de hábitat y la abundancia de las aves y mamíferos marinos que fueron estudiadas en el marco del Proyecto FIPA 2018-43 (Sepúlveda et al. 2020) y que se pueden encontrar en estas dos Reservas.

2.1 Delfín nariz de botella

El delfín nariz de botella se caracteriza por presentar un dorso gris oscuro y una zona ventral de coloración más clara. Se distingue de otras especies de delfines por presentar una aleta dorsal alta, central, de base ancha y falcada (Figura 2.1). En este lugar se ha reportado la presencia de un grupo residente (que viven gran parte de su vida en el mismo lugar) y de grupos no residentes (animales que solo están de paso) (Santos-Carvallo et al. 2018).



Figura 2.1. Delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*)

El grupo residente de delfines nariz de botella se observa con mayor frecuencia en la zona suroeste o expuesta de isla Chañaral (Figura 2.2), zona que se caracteriza por tener entre 218 m a 350 m de profundidad, aproximadamente.

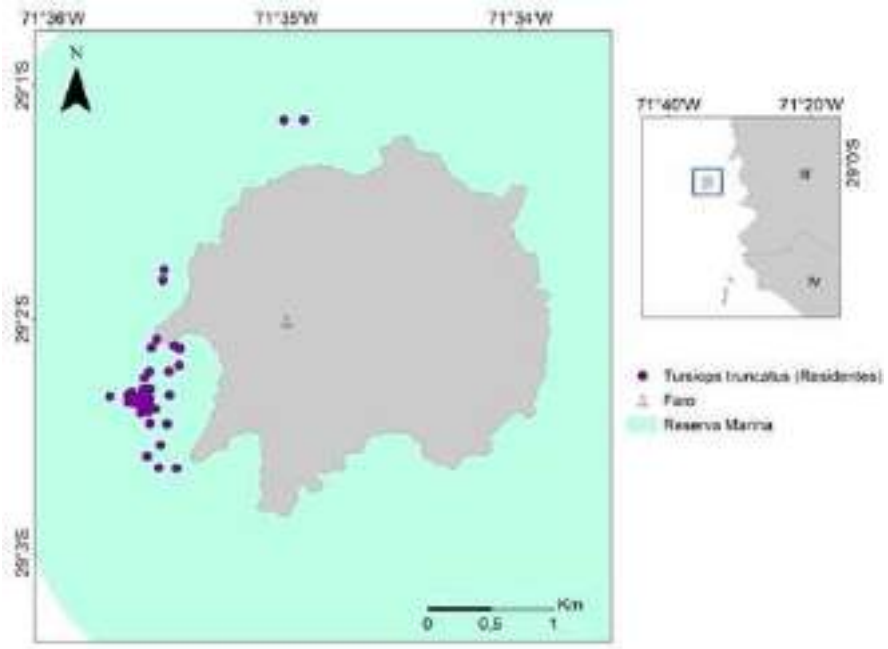


Figura 2.2. Ubicación de los delfines nariz de botella residentes en la RMIC.

En cuanto a la abundancia de esta especie, el número de individuos registrados varió entre 5 y 12 delfines, con un promedio de 7 individuos. La metodología de captura-recaptura da cuenta de un total de 10 individuos identificados fotográficamente con un alto porcentaje de recaptura.

Además de los delfines nariz de botella residentes, se avistaron cuatro grupos de delfines nariz de botella no residentes, tres de los cuales conformados por menos de 20 individuos (promedio: 10 individuos) y un grupo de mayor tamaño conformado por 80 individuos (mínimo 70 máximo 90 individuos) y presencia de crías (Figura 2.3). Estos grupos no residentes se avistaron en ambas reservas marinas. El trabajo de fotoidentificación realizado en el presente estudio identifica 61 individuos no residentes distintos. Es necesario tener en consideración que este número de captura fotográfica no puede considerarse como un estimado de tamaño grupal ni poblacional al estar frente a una población abierta de delfines.

2.2 Otros cetáceos

Una de las especies de odontocetos que han sido registradas en el área de estudio son los delfines oscuros (*Lagenorhynchus obscurus*). Esta especie fue vista en grupos

de 6 a 300 individuos, diferenciando una agrupación de gran tamaño (aproximadamente 250 individuos), agrupaciones de mediano tamaño (25 y 80 individuos) y una de pequeño tamaño (7 individuos). Todos los avistamientos fueron realizados al norte de la Isla Chañaral con registros conductuales de desplazamiento y alimentación (Figura 2.3). Es importante destacar que en el avistamiento de gran tamaño, se vieron algunos ejemplares de delfín común *(Delphinus* sp.) entre los delfines oscuros.

Otra especie de odontoceto que se avista en el área de estudio es el calderón gris (*Grampus griseus*). En una oportunidad se registraron 4 a 5 individuos adultos de esta especie frente a la Caleta Chañaral de Aceituno (Figura 2.3).

Durante este proyecto se pudo registrar la presencia del cachalote (*Physeter macrocephalus*). En una ocasión se avistaron dos ejemplares de esta especie al W de la Isla Chañaral (Figura 2.3).

El único misticeto registrado para el área de estudio correspondió a ballena fin, (*Balaenoptera physalus*). Esta especie fue avistada en 16 ocasiones en meses de primavera y verano en la zona cercana a la Reserva Marina Isla Chañaral (Figura 2.3). El número de individuos registrado en cada avistamiento fluctuó entre 1 a 4 animales. Mediante registro fotográfico fue posible identificar 17 individuos distintos de ballena fin.

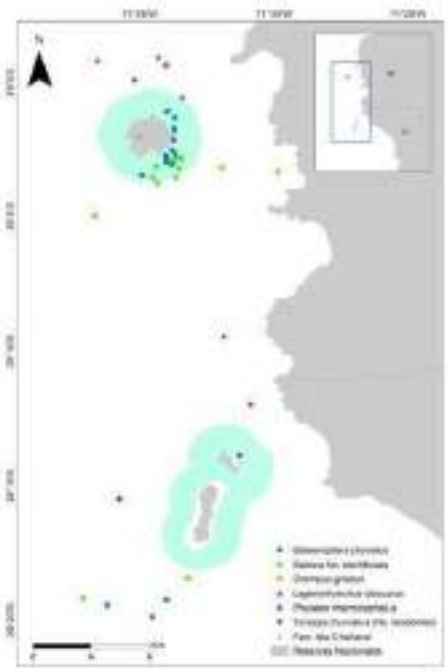


Figura 2.3. Avistamientos de cetáceos realizados durante los transectos en las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros-Damas. Los colores y símbolos representan las distintas especies avistadas.

2.3 Lobos marinos y Chungungo

El lobo marino común (*Otaria flavescens*(=*byronia*)) es una especie de amplia distribución en América del Sur, y que en Chile es posible encontrar a lo largo de toda la costa. Es una especie de cuerpo robusto, y de hocico corto y romo (Figura 2.4A). Una de sus principales características es su marcado dimorfismo sexual. El lobo fino austral (*Arctocephalus australis*) es una especie que se encuentra en el norte y sur de Chile. Se caracteriza por poseer un cuerpo robusto, hocico puntiagudo y orejas largas y prominentes (Figura 2.4B).

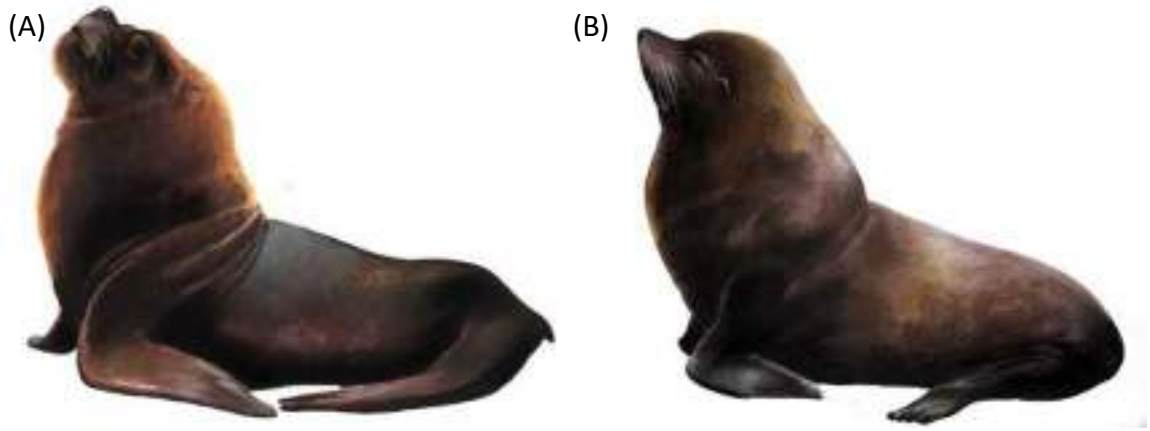


Figura 2.4. (A) Lobo marino común (*Otaria flavescens*) y (B) Lobo fino austral (*Arctocephalus australis*).

El chungungo es la única nutria marina que se encuentra en la zona norte y centro de Chile. Esta especie posee un cuerpo alargado y de cabeza pequeña. Se caracteriza por un pelaje denso de coloración café oscuro en el dorso y más clara en la zona ventral, además de una cola corta y aguzada (Figura 2.5).



Figura 2.5. Chungungo (*Lontra felina*)

En cuanto a los lobos marinos, en la RMIC se registra la presencia de lobo marino común (LMC) y lobo fino austral (LFA). En el caso del LMC, la principal colonia de la especie se encuentra en el costado este de isla Chañaral (Figura 2.6), y se clasifica como colonia reproductiva o paridero. De acuerdo al último censo (Oliva et al. 2020) en esta colonia nacen cada año alrededor de 800 crías, siendo el segundo paridero más importante para la especie entre la Región de Atacama y Coquimbo (Oliva et al. 2020). Adicionalmente, existen sitios de descanso (o apostaderos) del LMC hacia el norte y sur de la isla, siendo uno de los principales el que se encuentra en el sector de La Ventana (Figura 2.6). En el caso del LFA, existen tres colonias de esta especie en isla Chañaral, las cuales se encuentran en la Punta Norte, en un sector que se ubica bajo el faro, por el costado oeste, y en el sector de La Erizada (Figura 2.6). En dos de estos sectores se registra la presencia de crías, por lo que son clasificados como parideros (colonias de La Erizada y bajo el faro). De acuerdo con los datos del último censo de lobos marinos, con 206 crías contabilizadas, isla Chañaral es la colonia más importante para la especie en el norte de Chile, tanto por el número de crías como por el número total de animales (Oliva et al. 2020).

En la RMICD también se registró la presencia de las dos especies de lobos marinos, aunque en este caso no se registran colonias de LFA, sino que solamente se observaron algunos individuos apostados en rocas. En el caso del LMC, de acuerdo con la información levantada en terreno, se registran cuatro zonas con presencia de LMC, todas en isla Choros (Figura 2.7). La colonia principal de esta especie, que corresponde a un paridero, se ubica en la punta sur de la isla Choros. Los otros tres sitios se encuentran en el costado este y sureste de la isla, y corresponden a pequeños grupos de animales apostados sobre los roqueríos. El tamaño poblacional alcanza los ~350 individuos en la isla según las últimas estimaciones de abundancia (Oliva et al. 2020).

En relación al chungungo, en el área de estudio, es posible encontrar esta especie en el borde costero de las tres islas que conforman ambas Reservas Marinas. Para el caso de la RMIC, se registran 55 madrigueras de chungungos, y se observaron individuos en 29 ocasiones. Las madrigueras se ubicaron principalmente hacia el sector oeste de la isla, mientras que los animales avistados se ubicaron espacialmente en el costado E y N de la isla (Figura 2.6).

En la RMICD, la mayoría de las madrigueras se encuentra en la zona expuesta de la isla, mientras que en isla Damas, tres de las madrigueras se encuentran en la punta norte y una en la punta sur de la isla (Figura 2.7). Durante las salidas a bordo de las embarcaciones de turismo se pudieron observar chungungos en 10 ocasiones. Todos los avistamientos de chungungos ocurrieron en la zona protegida de isla Choros (Figura 2.7).

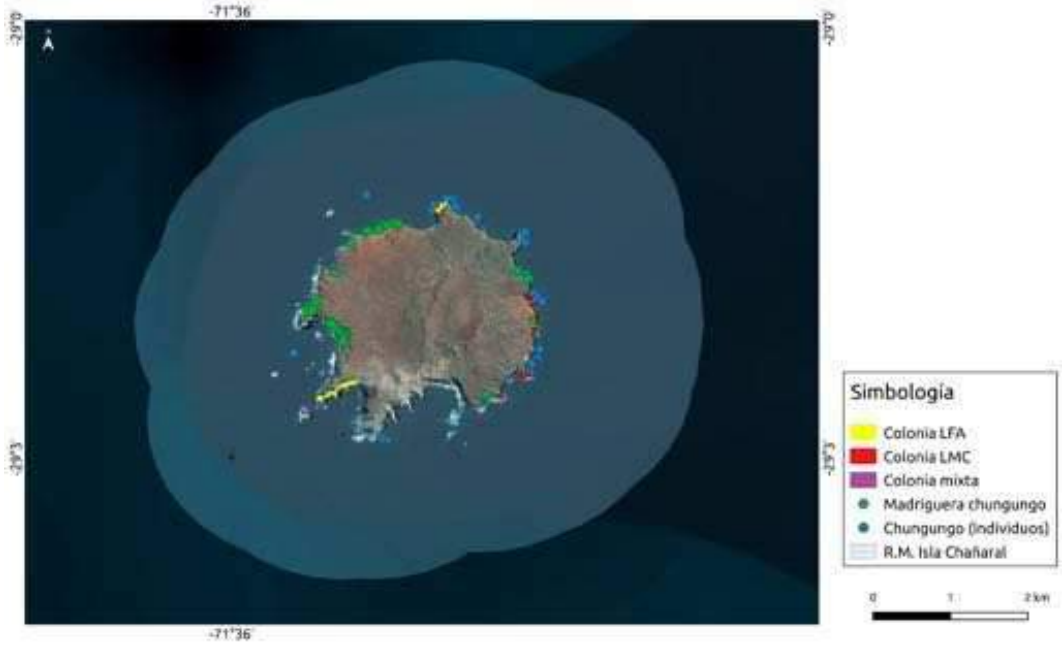


Figura 2.6. Ubicación geográfica de las colonias de lobos marinos comunes (LMC), lobos finos australes (LFA), colonias mixtas de ambas especies de lobos marinos, madrigueras de chungungos y avistamientos de chungungos en la isla Chañaral.

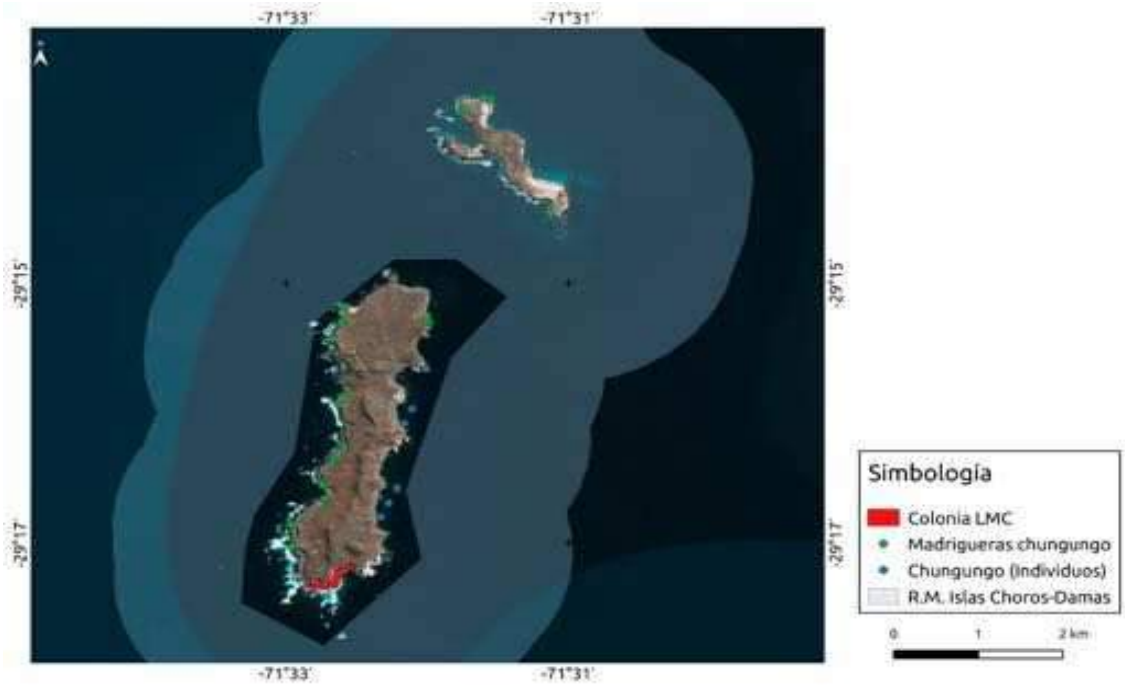


Figura 2.7. Ubicación geográfica de las colonias de lobos marinos comunes (LMC), madrigueras de chungungos y avistamientos de chungungos en la Reserva Marina Islas Choros-Damas.

La abundancia total de chungungos en el área prospectada fue de 45 individuos en isla Chañaral, 21 en isla Choros y 3 en isla Damas. Considerando el tamaño de cada isla, se estimó una densidad promedio para las tres islas de 6,0 ± 3,3 ind/km, 3,7 ± 1,8 ind/km y 1,2 ± 0,2 ind/km, en las islas Chañaral, Choros y Damas, respectivamente (Figura 2.8).

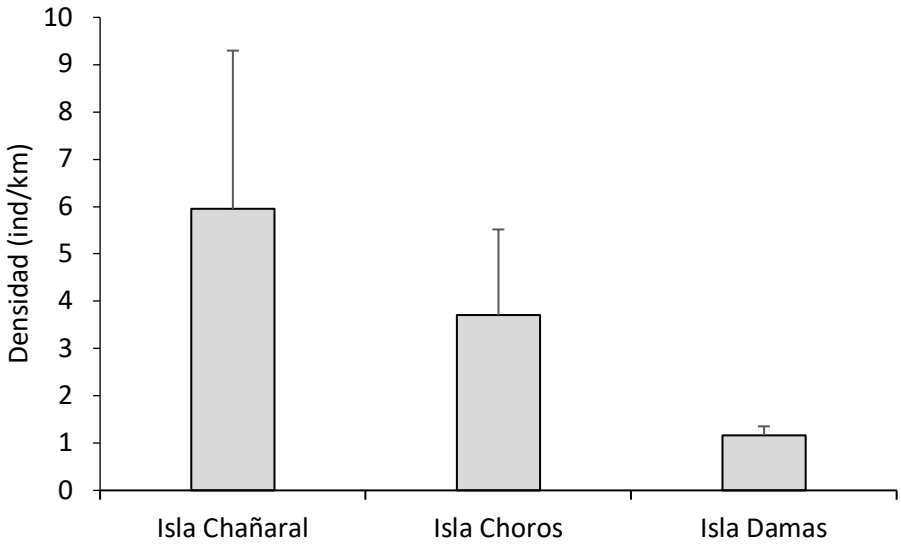


Figura 2.8. Densidad promedio de chungungos (ind/km) en isla Chañaral, isla Choros e isla Damas. Las barras de error indican la desviación estándar.

2.4 Pingüino de Humboldt

Esta es la única especie de pingüino que es posible encontrar en las RMIC y RMICD. Se caracteriza por poseer un pico negro robusto, con una banda transversal color grisáceo y punta en gancho. Zona rosada desnuda que se extiende entre los ojos y las fosas nasales, anillo orbital y comisura del pico. Patas rosadas con abundantes manchas negras. Posee una delgada línea superciliar blanca y una banda pectoral negra (Figura 2.9).

Dentro del área de estudio, es posible registrar colonias de esta especie tanto en Isla Choros como en Isla Chañaral, con un área de las colonias de 0,517 y 1.638 Km^2, respectivamente (Figura 2.10). Para cada colonia, se estima una densidad promedio máxima de 0,007 nidos/m^2 y 0,005 nidos/m^2 en Choros y Chañaral, respectivamente.



Figura 2.9. Pingüino de Humboldt.

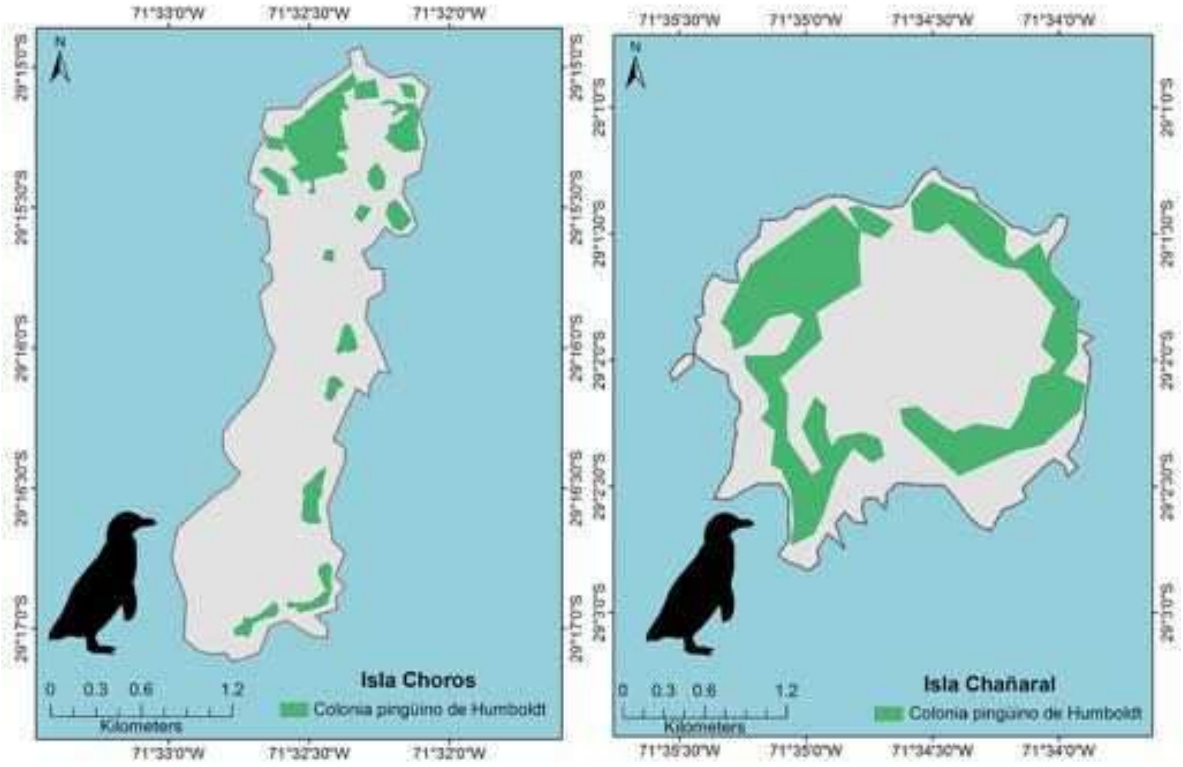


Figura 2.10. Mapa de las islas Choros y Chañaral. La zona verde indica el área de las colonias de muestreo del pingüino de Humboldt en cada isla.

Si bien es posible registrar la presencia de esta especie durante todo el año en ambas Reservas Marinas, existen marcadas fluctuaciones en su abundancia, condicionado a su período reproductivo y a sus mudas estacionales. En el mes de octubre se estimó el mayor número de nidos en ambas islas, con 7549 y 3423 nidos en Isla Chañaral e Isla Choros, respectivamente. Este número de nidos estimado considera el total de nidos en las distintas categorías (i.e., nido con pareja sin huevos, nidos con huevos, o nidos con pollos). El promedio general de parejas reproductivas para todo el periodo de estudio (i.e., considerando todas las estimaciones realizadas en las colonias en cada una de las visitas), se estimó en 4055 ± 1322 en Chañaral y 2430 ± 585 en Choros.

Durante el periodo de la muda del plumaje (i.e., febrero), los pingüinos tienden a formar grupos de entre 3 y 78 individuos. Los grupos más pequeños se registraron en isla Chañaral y el grupo más numeroso se observó en isla Choros. En isla Choros la distribución y mayor abundancia de los pingüinos en muda se concentró principalmente en el sector norte y este de la isla, mientras que en la isla Chañaral los pingüinos se distribuyeron en casi todo el perímetro de la isla, con una mayor concentración en el sector suroeste (Figura 2.11).

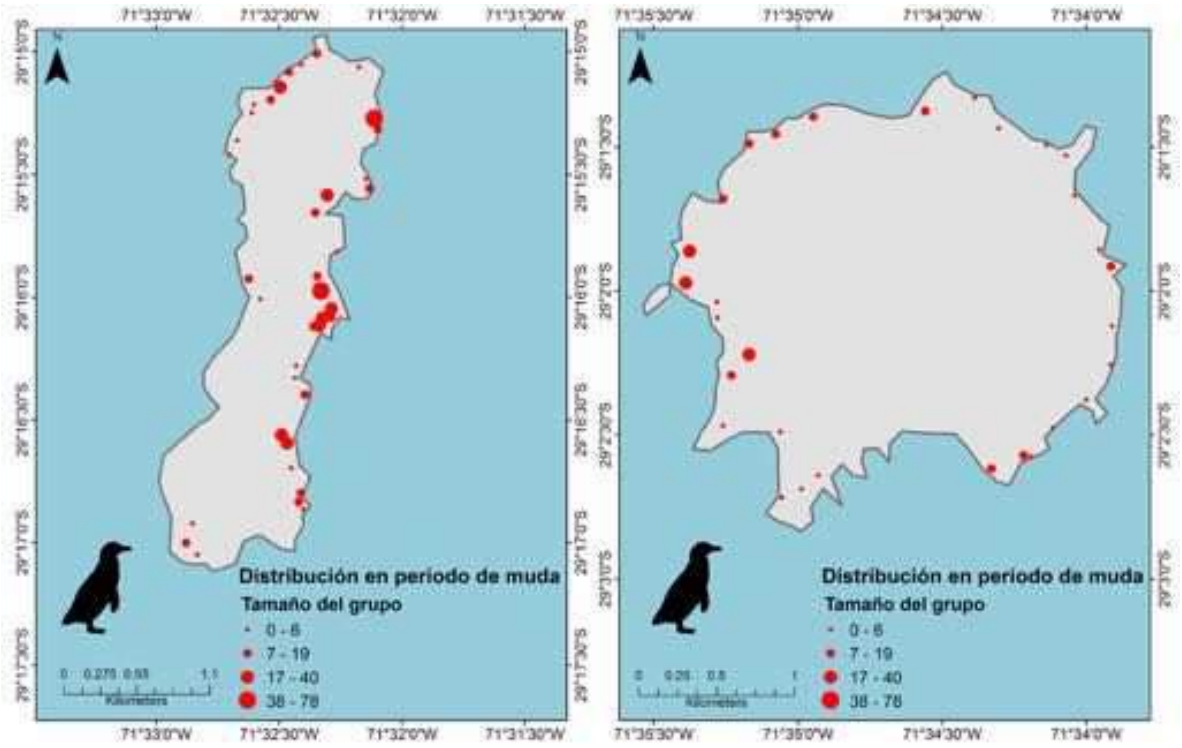


Figura 2.11. Mapa de distribución de los pingüinos de Humboldt durante el periodo de muda en febrero 2020. Los círculos rojos representan el rango de tamaño del grupo, el cual va desde la presencia de un individuo hasta un máximo de 78 individuos.

2.4 Otras aves

Además del pingüino de Humboldt, es posible registrar la presencia de diversas aves marinas y terrestres en las Islas Chañaral e Islas Choros y Damas. Particularmente, durante la ejecución de este proyecto se llevó un seguimiento de las aves presentes en los meses de primavera y verano en Isla Choros (Tabla 2.1).

Tabla 2.1. Total de especies de aves marinas y terrestres observadas en isla Choros.

Nombre común	Nombre científico	2019				2020		
		Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	03/Feb	23/Feb
Aguilucho	*Geranoaetus polyosoma*	x	x	x	x	x	x	x
Bandurria	*Theristicus melanopis*	x	x	x			x	x
Bandurrilla común	*Upucerthia dumetaria*	x					x	x
Chercán	*Troglodytes aedon*	x		x			x	x
Chincol	*Zonotrichia capensis*	x	x	x	x	x	x	x
Churrete costero	*Cinclodes nigrofumosus*	x	x	x	x	x	x	x
Diuca	*Diuca diuca*	x	x	x	x	x	x	x
Dormilona tontita	*Muscisaxicola maclovianus*	x	x					
Garza chica	*Egretta thula*						x	x
Garza grande	*Ardea alba*							x
Gaviota dominicana	*Larus dominicanus*	x	x	x	x	x	x	x
Gaviota peruana	*Larus belcheri*		x			x	x	x
Gaviotín monja	*Larosterna inca*	x	x	x	x	x	x	x
Golondrina chilena	*Tachycineta meyeni*	x		x				
Golondrina dorso negro	*Pygochelidon cyanoleuca*			x				
Guanay	*Leucocarbo bougainvilliorum*	x	x	x	x	x	x	x
Halcón peregrino	*Falco peregrinus*						x	
Huairavo	*Nycticorax nycticorax*	x	x					x
Jote cabeza colorada	*Cathartes aura*	x	x	x	x	x	x	x
Jote cabeza negra	*Coragyps atratus*	x		x		x		x
Lile	*Poikilocarbo gaimardi*	x	x	x	x	x	x	x
Mero gaucho	*Agriornis montanus*		x	x	x	x	x	x
Minero común	*Geositta cunicularia*	x	x	x		x	x	x
Pequén	*Athene cunicularia*	x	x	x	x	x	x	x
Perdicita	*Thinocorus rumicivorus*	x	x					
Pelícano	*Pelecanus thagus*	x	x	x	x	x	x	x
Pilpilén común	*Haematopus palliatus*	x						
Pilpilén negro	*Haematopus ater*	x	x	x		x	x	x
Pingüino de Humboldt	*Spheniscus humboldti*	x	x	x	x	x	x	x
Piquero	*Sula variegata*	x	x	x	x	x	x	x
Tijeral	*Leptasthenura aegithaloides*	x						
Yeco	*Nannopterum brasilianus*	x	x	x	x	x	x	x
Yunco	*Pelecanoides garnotii*	x	x	x	x	x	x	x
Zarapito	*Numenius phaeopus*	x					x	
Jilguero cordillerano	*Sporagra uropygialis*			x				

En isla Chañaral, además de los pingüinos de Humboldt, se identificaron 15 colonias de piqueros, las cuales se encuentran principalmente en el costado E y S de la isla, así como en costado W. La población de piqueros ha sido estimada en años anteriores por el equipo de trabajo en isla Chañaral, y se ha estimado que alcanza unos 3.600 individuos. Finalmente, se registraron dos lugares donde existe nidificación de cormorán lile, ambos en la zona protegida de la isla (Figura 2.13).

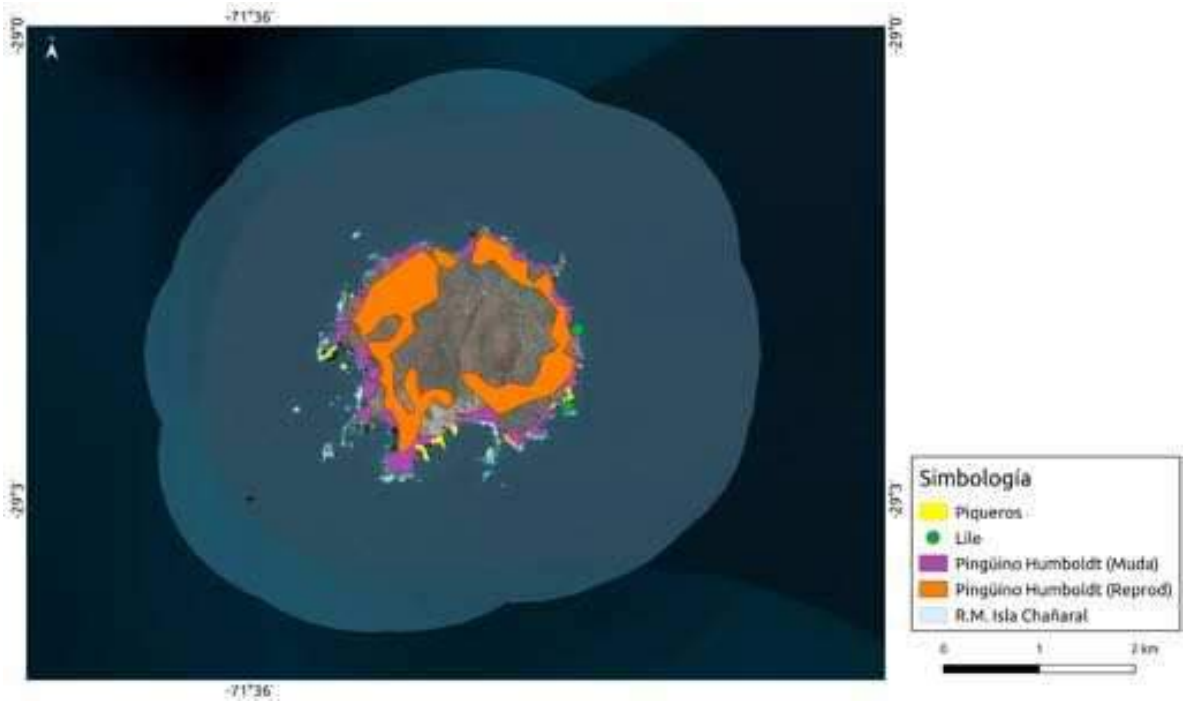


Figura 2.13. Ubicación geográfica de las colonias de aves marinas que se encuentran en isla Chañaral. En el caso del pingüino de Humboldt se muestran las áreas de reproducción y las áreas de muda.

En la RMICD, las principales colonias de aves marinas se encuentran en la isla Choros. Se registraron ocho sitios donde se encuentran colonias de piqueros, todas ubicadas en el costado protegido de la isla. Destaca una colonia reproductiva de cormorán guanay que se encuentra en la punta SE de la isla Choros, así como una colonia de gaviotín monja (*Larosterna inca*) que se encuentra contigua a la colonia de guanay. Adicionalmente se registran nueve puntos donde existe nidificación de cormorán lile (borde de los acantilados), dos áreas de nidificación de cormorán yeco (parte alta de la isla) y tres sitios con nidificación de huairavo (*Nycticorax nycticora*x), los cuales en su mayoría se encuentran en el costado este de la isla. Por último, en este análisis se incluyen las colonias de yuncos que se encuentran en la parte alta de la isla, principalmente hacia la punta suroeste (Figura 2.14).

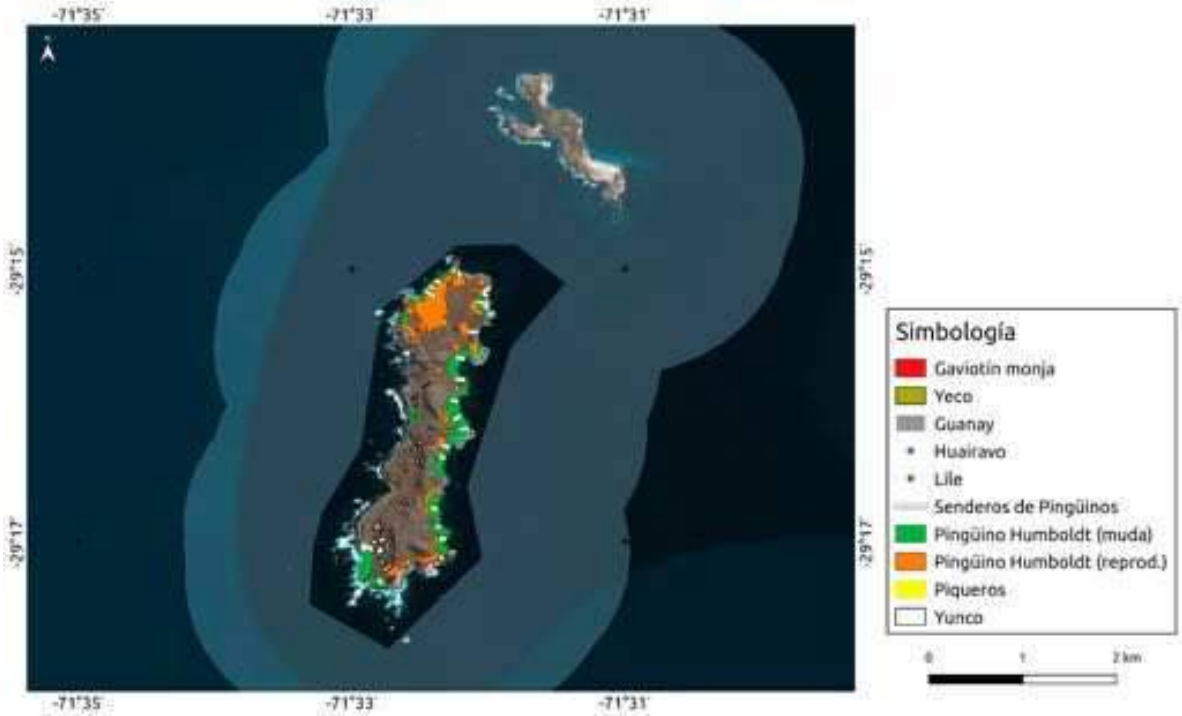


Figura 2.14. Ubicación geográfica de las colonias de aves que se encuentran en isla Choros. En el caso del pingüino de Humboldt se muestran las áreas de reproducción y las áreas de muda.

En cuanto a la abundancia de las aves marinas, el valor promedio del número de adultos estimado durante el periodo primavera-verano fue mayor en el cormorán guanay, seguido del piquero, yeco y un número menor de cormoranes lile y gaviotines monja (Figura 2.15).

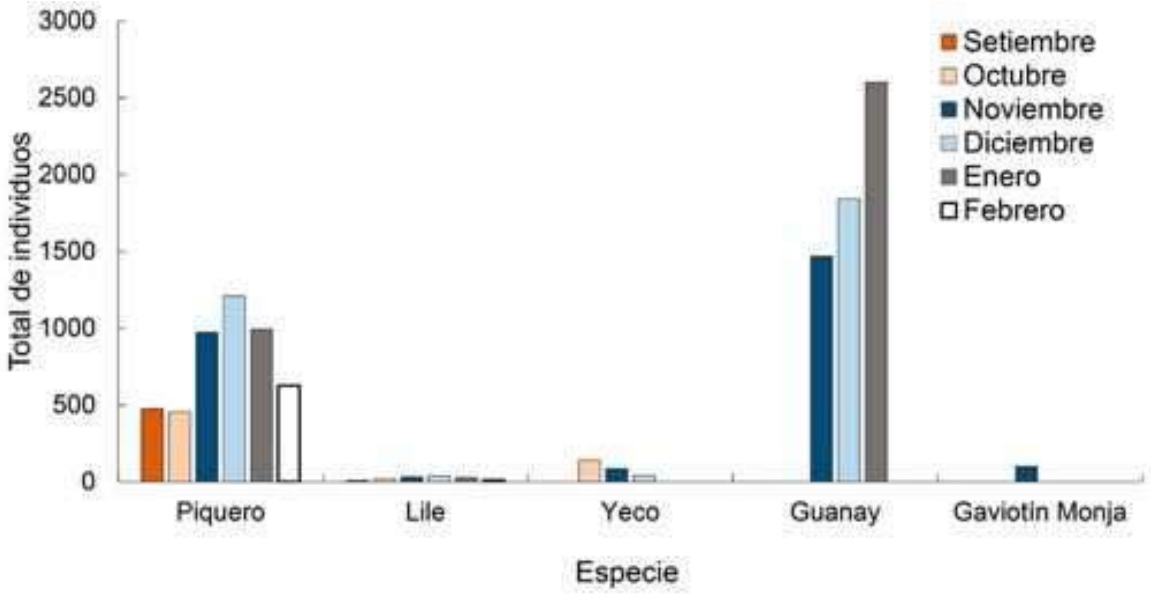


Figura 2.15. Total de adultos de las especies de aves marinas observadas desde septiembre 2019 hasta febrero 2020 en isla Choros.

Una especie particularmente relevante para la RMICD es el yunco, el cual se distribuye principalmente en el centro y sur-oeste de la isla (Figura 2.16). La densidad promedio estimada de esta especie en Isla Choros es de 1,06 nidos/m^2 y el área total de las colonias muestreadas de 38.452 m^2. En total se estimaron 9922 parejas reproductivas, y una tasa de ocupación de los nidos de 38%. Es importante destacar que La isla Choros cobija la colonia más importante en términos de abundancia de yunco en Chile.

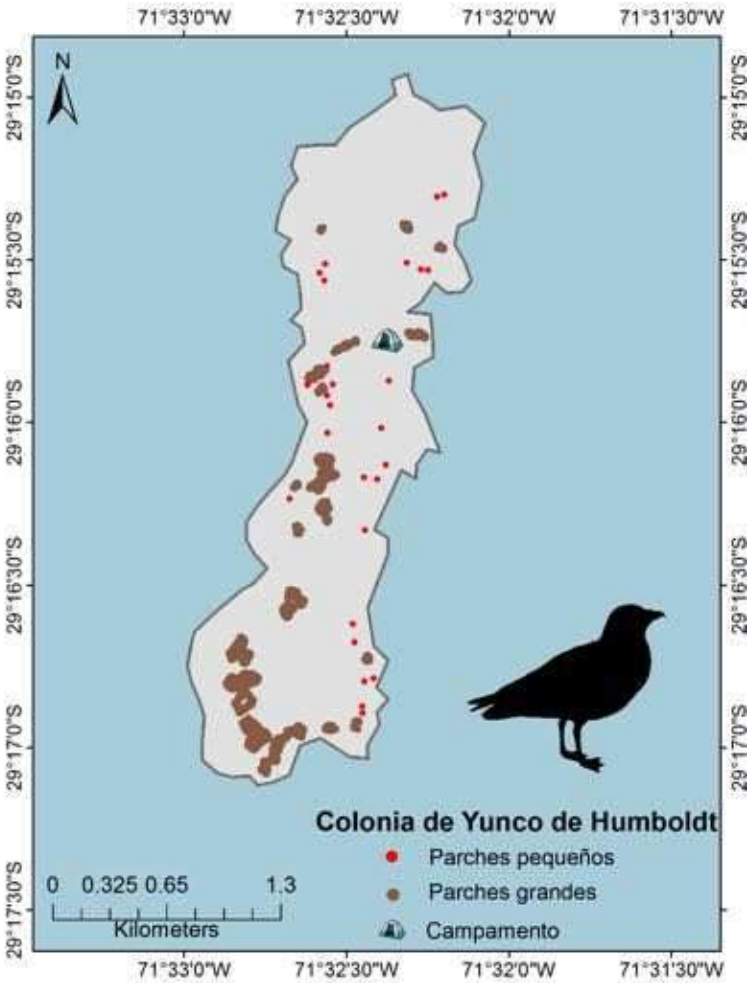


Figura 2.16. Distribución espacial de los parches de colonia de yunco en isla Choros.

Capítulo 3

Desarrollo de la actividad turística

3.1 Número de embarcaciones y de pescadores dedicados al turismo

El turismo de avistamiento para la RMIC se lleva a cabo desde la caleta de pescadores artesanales de la localidad de Caleta Chañaral de Aceituno, Región de Atacama, distante a 7 km de la Isla Chañaral (Figura 3.1). Para el caso de la RMICD, la actividad turística se lleva a cabo desde dos caletas artesanales pertenecientes a la localidad de Punta Choros, Región de Coquimbo. Estas caletas tienen por nombre Caleta San Agustín y Caleta Los Corrales (Figura 3.1).

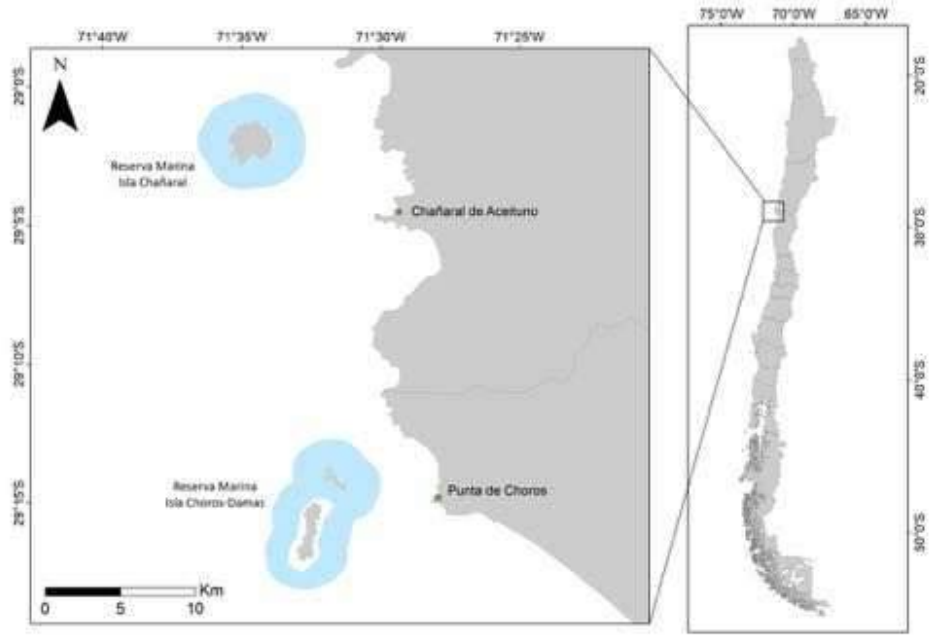


Figura 3.1. Ubicación de las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros-Damas, y de las localidades de Caleta Chañaral de Aceituno y Punta de Choros.

De acuerdo a la recopilación de fuentes de información de las instituciones con competencia en la materia (Armada de Chile; Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR) Coquimbo y Atacama; Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA) Coquimbo y Atacama; Corporación Nacional Forestal (CONAF) Coquimbo y Atacama; Gremios de Pescadores en Punta de Choros y Chañaral de Aceituno), el catastro del número de embarcaciones es el siguiente:

(1) **Para la Reserva Marina Isla Chañaral** existe un catastro de 39 embarcaciones menores dedicadas a la actividad turística. 35 de estas embarcaciones se encuentran acogidas al sistema de colectivo que administra la STI de pescadores

de Chañaral de Aceituno, mientras que solo 4 se encuentran fuera de éste sistema.

(2) **Para la Reserva Marina Islas Choros-Damas** existe un catastro de 112 embarcaciones menores dedicadas a la actividad turística. 104 de estas embarcaciones se encuentran acogidas al sistema de colectivo que administra la Asociación Gremial de Pescadores Artesanales de Punta de Choros y están en la resolución de SERNAPESCA que permite la navegación en la Reserva Marina. Seis de las 112 embarcaciones se encuentran fuera de éste sistema.

3.2 Características e implementación de las embarcaciones

De acuerdo a la normativa de DIRECTEMAR, las embarcaciones autorizadas para realizar actividades de navegación con fines turísticos deben cumplir con una lista de elementos que deben ser implementados de manera obligatoria, y que son fiscalizados de acuerdo a la revista de inspección de seguridad que otorga el ***Certificado de Navegabilidad***. Este certificado permite a la embarcación navegar a una distancia autorizada desde el borde costero para realizar actividades de turismo. La Tabla 3.1 resume el listado de implementos que son exigidos para naves menores de turismo de 12 TRG (Tonelada de Registro Grueso o Tonelada de Arqueo Bruto) y/o de menos de 12 metros.

Tabla 3.1. Listado de elementos requeridos para la obtención del Certificado de Navegabilidad de la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR).

Cantidad	Elementos
	Matricula vigente
	Certificado de navegabilidad
1 por persona	Acomodaciones para el transporte de pasajeros
1	Bidón de 10 L, con agua para beber
1	Ancla con 30 m. De espía de 2" o 3" de mena para fondeo
2	Cabos de Amarre 30 m. cada uno y remolque
1	Bengala de humo
1	Bengala de mano
1	Bengala paracaídas
2	Remos y respectivas chumaceras (marcados y pintados)
2	Salvavidas circular marcado con 30 m. de Cabo y cinta reflectora (aprobado)
1 por persona	Chalecos salvavidas (aprobados) marcados con pito y cinta reflectora más 2 para niños
1	Balde achicador o bomba manual
2	Mantas térmicas
1	Botiquín con elementos necesarios para primeros auxilios: agua oxigenada, alcohol, venda elástica, gasa estéril, tela adhesiva, tijeras-pinzas, filtro solar

3.3 Percepción de la actividad por parte del turista

La motivación de los turistas que visitan las RMIC y RMICD se relacionan principalmente con la observación de fauna en general y de cetáceos en particular, el conocimiento y el aprendizaje, así como con la experiencia de la navegación.

En general, los turistas evalúan el paseo náutico de manera muy positiva en ambas Reservas Marinas y para distintos aspectos evaluados. Se destacan de manera especial los aspectos relacionados con la seguridad de las maniobras de navegación y la amabilidad de la tripulación. Los aspectos relacionados con el discurso del guía (seguridad, credibilidad y atractivo del discurso) son asimismo evaluados de manera positiva por los turistas. Finalmente, la evaluación global respecto a la relación precio/calidad es también positiva.

Los principales contenidos que abordan los guías turísticos se relacionan con la biodiversidad y conservación de las especies presentes en el lugar, aspectos relacionados con la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt y las Reservas Marinas, los recursos pesqueros y la pesca artesanal, y aspectos relativos a la historia, cultura local y al pueblo originario de los changos.

Capítulo 4

Normativas y Disposiciones vigentes

4.1 Normativa Internacional

Los acuerdos y convenios internacionales son vinculantes y de obligatorio cumplimiento al ser ratificados por la República de Chile, y forman parte del marco legal internacional para el manejo de los recursos naturales, la biodiversidad y las áreas protegidas y aquellos recursos que, por su carácter migratorio son compartidos con otros países o regiones.

Entre estos convenios o convenciones cabe resaltar, por su importancia para la protección de las aves y los mamíferos marinos (Schlatter & Hucke-Gaete 1999):

- Convención para la Protección de la Flora, de la Fauna y de las Bellezas Escénicas Naturales de los Países de América (o de Washington)
- Comisión Ballenera Internacional (CBI)
- Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS)
- Convención para la protección de la flora, fauna y las bellezas escénicas naturales de América Latina
- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES)
- Convención de la Biodiversidad (CBD)
- Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Fauna Silvestre (CMS)
- Acuerdo para la conservación de albatros y petreles

4.2 Normativa Nacional

En Chile, en los últimos 25 años se ha avanzado sustancialmente en la normativa que concierne a aves y mamíferos marinos, mediante diversas leyes y decretos que buscan la protección de estas especies en aguas jurisdiccionales chilenas. Entre las principales normativas que aplican para las especies de aves y mamíferos marinos que se encuentran en las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros-Damas se destacan:

4.2.1 Decreto Exento Nº 225 del 09 de noviembre de 1995 (y su modificación mediante Decreto Exento Nº 135 del 26 de enero de 2005)

Establece una veda extractiva nacional de 30 años para todas las especies de mamíferos marinos, con excepción del lobo marino común, que cuenta con una

normativa especial de caza controlada en Chile. La Subsecretaría de Pesca y Acuicultura puede autorizar la captura de ejemplares de mamíferos marinos para su mantención en cautiverio con fines de exhibición, recreación, cultura o de investigación científica.

4.2.2 Ley Nº 20.293 del 25 de octubre de 2008

Se declara los espacios marítimos de soberanía y jurisdicción nacional como zona libre de caza de cetáceos, se promueve la protección y el uso no letal. Bajo esta ley, los ´órganos del estado competentes en la materia deberán adoptar en forma coordinada e implementar las medidas y regulaciones necesarias para la protección de los cetáceos, su biodiversidad y los ecosistemas asociados.

4.2.3 Decreto Exento Nº 31 del 21 de enero de 2016

Establece una prórroga de la veda extractiva del lobo marino común en todo el territorio y aguas jurisdiccionales de la República por un período de 5 años, a contar del 27 de enero de 2016. Mediante esta veda se prohíbe la caza, tenencia, posesión, transporte, desembarque y elaboración de productos a partir de lobos marinos enteros o parte de éstos. Se excluye de esta veda la caza de 60 ejemplares anuales para la comunidad Kawashkar.

Además de estas normativas, en el año 2011 se regula, por primera vez en nuestro país, la actividad de observación de mamíferos, reptiles y aves mediante el siguiente reglamento:

4.2.4 Reglamento general de observación de mamíferos, reptiles y aves hidrobiológicas y del registro de avistamiento de cetáceos

Adicionalmente a lo anterior, y relacionado de manera directa con un Programa de Manejo, en 2011 la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura promulga el "Reglamento general de observación de mamíferos, reptiles y aves hidrobiológicas y del registro de avistamiento de cetáceos" (D.S. Nº38/2011). Este reglamento establece los procedimientos y requisitos generales a los que se someterá la observación de mamíferos, reptiles y aves acuáticas, y tiene por tanto como uno de sus principales objetivos el manejo, control y planificación adecuados del *whale-watching* que aseguren el uso sustentable del producto turístico en el tiempo (Tabla 4.1).

Tabla 4.1. Principales aspectos considerados por el Reglamento general de observación de mamíferos, reptiles y aves hidrobiológicas y del registro de avistamiento de cetáceos en Chile

Aspecto	Descripción
Comportamiento	Comportamiento respetuoso con los ejemplares, de manera de asegurar tanto a las especies como a la seguridad de los observadores
Protector de hélices	Las naves que se destinen a la observación de fauna marina deberán contar con hélices protegidas
Emisiones de ruido	Se prohíbe generar ruidos molestos a bordo
Alimentación	Se prohíbe alimentar a los animales y forzar el contacto físico con ellos
Distancia de aproximación	Las embarcaciones deberán mantener una distancia mínima de 100m para cetáceos mayores (ballenas) y de 50m para cetáceos menores (delfines). Las excepciones son la ballena azul, que debe observarse a una distancia de 300m, y la ballena franca, en que se prohíbe el acercamiento a esta especie
Velocidad de acercamiento	La velocidad de las embarcaciones deberá mantenerse de forma moderada, evitando realizar cambios repentinos de velocidad, dirección o rumbo
Funcionamiento	Durante la detención, las naves deberán permanecer en todo momento con el motor en marcha y en posición neutra
Forma de distanciamiento	Al finalizar la observación el abandono del lugar se debe realizar en forma lenta y en dirección contraria al desplazamiento de los animales
Forma de aproximación	Las maniobras de acercamiento deberán realizarse desde la parte posterior de los animales, y en forma paralela al desplazamiento de estos

4.3 Normativa vigente para las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros-Damas

Las RMIC y RMICD se encuentran bajo la administración del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura Regiones de Atacama y Coquimbo, respectivamente. En el marco de esta jurisdicción, esta entidad pública ha elaborado Planes Generales de Administración, que en el caso de la Reserva Marina isla Chañaral se encuentra operativo desde 2012, y que en el caso de la Reserva Marina islas Choros-Damas se encuentra operativo desde 2015.

4.3.1 Normativa vigente para la Reserva Marina Isla Chañaral

A.- Plan General de Administración (PGA) de la Reserva Marina Isla Chañaral, Región de Atacama

El 27 de julio de 2012 se decreta el "Plan General de Administración de la Reserva Marina isla Chañaral, Comuna de Freirina, Región de Atacama" (D.S. Nº96/2012). Este PGA se fundamenta en el hecho de compatibilizar el desarrollo sostenido de las distintas actividades humanas con la sustentabilidad ambiental de la reserva. Para lograr este objetivo, el PGA consta de seis programas:

1. *Programa de Administración*, que establece la planificación y gestión administrativa y financiera de la Reserva.
2. *Programa de Investigación*, que permite generar la base de conocimiento científico y tecnológico, necesarios para la toma de decisiones.
3. *Programa de Manejo*, que permite regular las actividades que se desarrollan dentro del área.
4. *Programa de Extensión*, que establece los mecanismos de difusión, promoción y coordinación de las actividades del área.
5. *Programa de Monitoreo*, que establece los mecanismos de seguimiento, evaluación y control del PGA.
6. *Programa de Fiscalización y Vigilancia*, que define y regula las acciones del SERNAPESCA en el área.

B.- Regulación de las actividades de buceo recreativo, paseo náutico guiado de observación de flora y fauna, traslado y apoyo de buzos recreativos dentro de la Reserva Marina "Isla Chañaral"

El 26 de marzo de 2020 se aprueban la Resolución Exenta Nº 655 "Regulación de las actividades de buceo recreativo, paseo náutico guiado de observación de flora y fauna, traslado y apoyo de buzos recreativos dentro de la Reserva Marina Isla Chañaral", que aprueba las condiciones para el desarrollo y regulación de estas actividades, que permitan integrar y garantizar la participación de nuevos sujetos en el desarrollo de actividades dentro de la reserva, contando con nóminas actualizadas de los sujetos que pueden practicar la actividad de buceo recreativo, así como las embarcaciones autorizadas para desarrollar las actividades de paseo náutico de observación de flora y fauna.

A partir de esta resolución se describen los requisitos necesarios para tener una embarcación autorizada para desarrollar actividades de paseo náutico, y para, las que se describen a continuación:

- Cumplir con los requisitos generales del artículo 30 de la ley 19.880
- El turismo debe estar dentro del giro de la persona jurídica
- Acreditación del dominio de la o las embarcaciones
- Las embarcaciones no deben superar los 12 m de eslora
- Participación en al menos una de las reuniones del Consejo Consultivo de la Reserva Marina Isla Chañaral

- La embarcación debe contar con un motor fuera de borda de cuatro tiempos de combustión a gas, eléctrico o cualquier otro que minimice ruidos y emisiones atmosféricas
- Las embarcaciones deberán contar con un receptáculo o bolsa para la recepción de basura

En particular, en referente a la observación de fauna esta Resolución establece:

- Queda estrictamente prohibido el contacto con cualquiera de las especies que se encuentren en la reserva
- Todo pasajero, tripulante o patrón deben mantener silencio o un nivel de voz baja durante el desarrollo de actividades dentro de la reserva
- No podrán estar más de 15 embarcaciones de turismo al mismo tiempo dentro del polígono de la Reserva Marina
- Se prohíbe la realización de paseo náutico guiado de observación de flora y fauna sobre un animal o grupo de animales por más de dos embarcaciones
- Las embarcaciones que realicen la observación y paseo náutico sobre un ejemplar o grupo de ejemplares en particular no podrán exceder los 20 minutos
- En caso de avistamientos de cetáceos, se deberá registrar en una bitácora física información de fecha y hora de avistamiento, ubicación geográfica, y número de ejemplares y especie avistados.

4.3.2 Normativa vigente para la Reserva Marina Islas Choros-Damas

A.- Plan General de Administración de Reserva Marina Islas Choros-Damas, Región de Coquimbo

El 29 de octubre de 2015 se decreta el "Plan General de Administración de la Reserva Marina Islas Choros-Damas, comuna de La Higuera, Región de Coquimbo" (D.S. Nº159/2015). De manera similar al PGA de la RMIC, el PGA de la RMICD tiene como principal objetivo el compatibilizar la conservación ambiental de la Reserva Marina con el uso sostenido de la misma. En este contexto, este Plan busca desarrollar un procedimiento de administración participativo y transparente, que potencie la cooperación público-privada, teniendo siempre como objetivo la conservación y preservación del valor ambiental de la Reserva. Para lograr este objetivo, el PGA consta de seis programas:

1. *Programa de Administración*, instrumento que establece la planificación y gestión administrativa y financiera de la Reserva Marina.
2. *Programa de Investigación*, que permite general y disponer de una base de conocimiento científico y tecnológico, necesarios para la toma de decisiones para la preservación, conservación y manejo de los componentes del área.

3. *Programa de Manejo*, instrumento que permite regular las actividades que se desarrollan dentro del área, a fin de cumplir con los objetivos de la misma y asegurar su conservación.
4. *Programa de Extensión*, que establece los mecanismos de difusión, promoción y coordinación de las actividades del área con las instituciones locales, comunales y regionales, a objeto de fortalecer la participación de estas en el desarrollo y monitoreo del Plan.
5. *Programa de Monitoreo*, que establece los mecanismos de seguimiento, evaluación y control del PGA y de sus respectivos programas.
6. *Programa de Fiscalización y Vigilancia*, que define y regula las acciones que el Sernapesca realizará en el área, tendientes a controlar el ejercicio de las actividades desarrolladas conforme a la legislación vigente y al respectivo PGA.

B.-<u>Establece las condiciones para el ingreso a la Reserva Marina Isla Choros y Damas y regula las actividades de paseo náutico, observación de flora y fauna y buceo recreativo autónomo</u>

El 09 de enero de 2019 se aprueba la Resolución Exenta Nº 029 "Establece las condiciones para el ingreso a la Reserva Marina Isla Choros y Damas y regula las actividades de paseo náutico, observación de flora y fauna y buceo recreativo autónomo", que aprueba las condiciones para el desarrollo y regulación de estas actividades, contando con nóminas actualizadas de los sujetos que pueden practicar la actividad de buceo recreativo, así como las embarcaciones autorizadas para desarrollar las actividades de paseo náutico de observación de flora y fauna.

A partir de esta resolución se describen los requisitos necesarios para tener una embarcación autorizada para desarrollar actividades de paseo náutico, las que se describen a continuación:

- Las embarcaciones deberán contar con su documentación al día y las respectivas dotaciones con matricula de patrón o tripulante de Nave Menor Vigente
- Las embarcaciones deberán contar con un receptáculo o bolsa para la recepción de basura

En particular, en referente a la observación de fauna esta Resolución establece:

- No se debe tocar ni intentar tocar a los animales cuando estos se encuentran cercanos a la embarcación
- Mantener silencio o un nivel de voz baja, durante la experiencia de avistamiento, con el fin de evitar algún efecto indeseado en los ejemplares observados
- No se permitirá la presencia de mascotas en las embarcaciones que desarrollen actividades dentro de la Reserva, puesto que estas pueden generar ruidos

molestos que alteren la fauna protegida, o poner en riesgo la seguridad de las personas que se encuentran dentro de las embarcaciones

- No podrán estar más de 20 embarcaciones de turismo al mismo tiempo dentro del polígono de la Reserva Marina
- No podrán estar más de cuatro embarcaciones al mismo tiempo realizando turismo de avistamiento sobre un ejemplar o grupo de cetáceos, al interior de la zona de la Reserva Marina, como tampoco podrán permanecer las embarcaciones más de 5 minutos por ejemplar o grupos de cetáceos
- En caso de avistamientos de cetáceos, se deberá registrar en una bitácora física información de fecha y hora de avistamiento, ubicación geográfica y/o nombre local del sector donde se registró el avistamiento y número de ejemplares y especie avistados.

Capítulo 5

Principales actividades productivas relacionadas con las Reservas Marinas

5.1 Actividad extractiva

Como actividad extractiva se considera toda actividad que considere la extracción de recursos marinos, que pueda ocurrir en el interior o en las aguas adyacentes a las reservas marinas. Dentro de esta actividad se considera la actividad extractiva en Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) y la actividad extractiva en áreas de libre acceso (principalmente pesca).

En la RMIC, la principal caleta de pescadores cercana a la Isla es caleta Chañaral de Aceituno. En esta caleta se desembarcan principalmente algas (Chascón, huiro palo y huiro negro), los que en su mayoría son recolectados una vez que varan en la orilla. Mediante buceo se extraen diversos recursos bentónicos entre los que destacan las lapas, erizo, piure y loco (Gaymer et al. 2008).

El Sindicato tiene a su cargo tres áreas de manejo de recursos bentónicos (AMERB) en las zonas aledañas a la caleta: Chañaral de Aceituno, Chañaral de Aceituno Sector B y Chañaral de Aceituno C (López-Chávez 2005) (Tabla 5.1, Figura 5.1).



Figura 5.1. Ubicación geográfica de las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos que se encuentran en un radio de 10 km de la Reserva Marina Isla Chañaral.

Tabla 5.1. Características principales de las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) que existen en un radio de 10 km de la Reserva Marina Isla Chañaral. Fuente: Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

Nombre AMERB	Nombre organización	Superficie (ha)	Estado	Recursos
Chañaral de Aceituno	S.T.I. de buzos, mariscadores y pescadores artesanales de Chañaral de Aceituno	82	Decretada	Huiro y loco
Chañaral de Aceituno sector B	S.T.I. de buzos, mariscadores y pescadores artesanales de Chañaral de Aceituno	27,84	Decretada	Lapa y loco
Chañaral de Aceituno sector C	S.T.I. de buzos, mariscadores y pescadores artesanales de Chañaral de Aceituno	236,35	Decretada	Huiro negro, huiro palo, lapa rosada, lapa negra, loco
Agua de La Zorra	Sin información	373,98	Solicitada	Sin información

La RMICD se encuentra frente a la localidad de Punta Choros, en donde se encuentran dos caletas de pescadores, San Agustín y Corrales. Los principales recursos pesqueros que se extraen de estas dos caletas son recursos bentónicos, entre los que destacan lapas, jaiba, erizo y congrio.

Al interior de la RMICD se registra la presencia de una AMERB decretada, la cual se denomina “Isla Choros” (Figura 5.2), y en la cual se extraen los recursos culengue, erizo, lapa rosada, lapa negra y loco (Tabla 5.2). Asimismo, existen tres AMERB en el borde costero del continente, en un radio de 10 km de la reserva marina (Figura 5.2, Tabla 5.2).

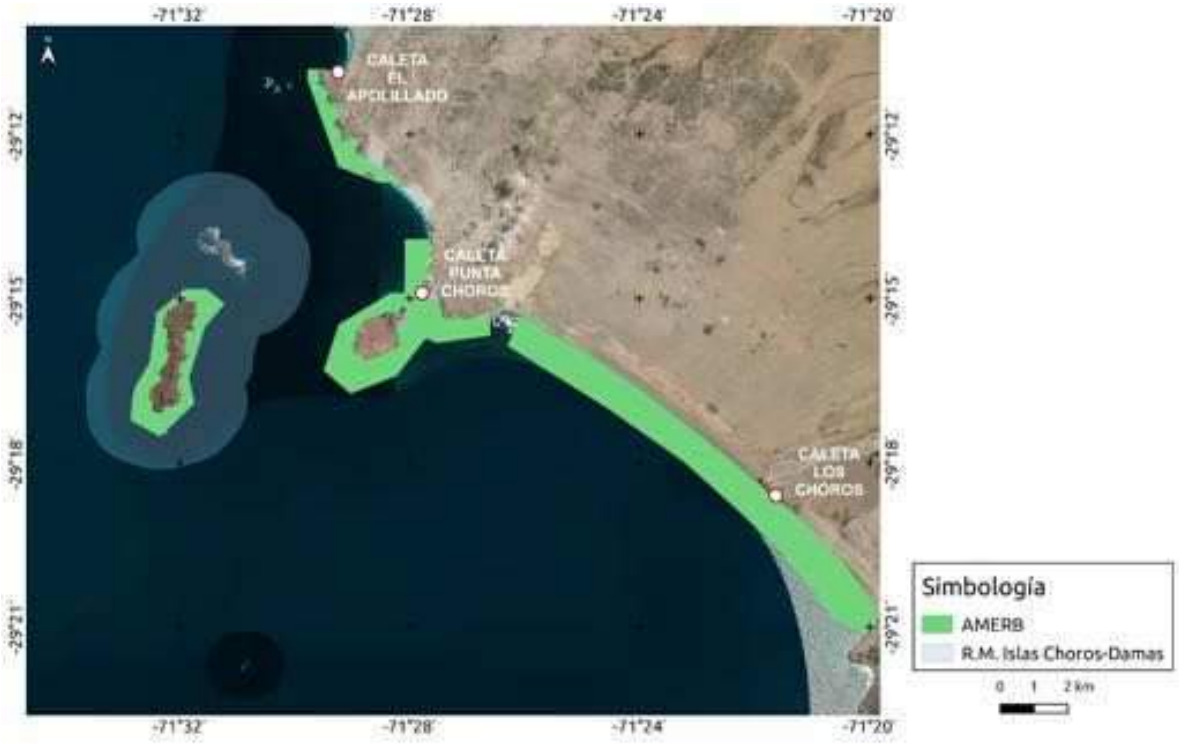


Figura 5.2. Ubicación geográfica de las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos que se encuentran en un radio de 10 km de la Reserva Marina Islas Choros-Damas.

Tabla 5.2. Características principales de las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) que existen en un radio de 10 km de la Reserva Marina Islas Choros-Damas. Fuente: Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

Nombre AMERB	Nombre organización	Superficie (ha)	Estado	Especies
Isla Choros	A.G. de trabajadores de mar independientes de Caleta de Punta de Choros	407,73	Decretada	Culengue, erizo, lapa rosada, lapa negra, loco
Apolillado	A.G. de mariscadores y pescadores de Los Choros	135	Decretada	Almeja, erizo, huiro negro, huiro palo, lapa rosada, lapa negra, loco
Punta de Choros	A.G. de trabajadores de mar independientes de Caleta de Punta de Choros	722,77	Decretada	Almeja, erizo, lapa, loco
Los Choros	Organización comunitaria funcional de pescadores unidos	1278,75	Decretada	Macha

En cuanto a la actividad extractiva de recursos en áreas de libre acceso (pesca), en la RMIC no se permite la extracción de recursos hidrobiológicos. Sin embargo, de acuerdo con la información recopilada por Sernapesca, dentro de la RMIC existen áreas de pesca que corresponden a caladeros para la extracción del recurso congrio colorado (*Genypterus chilensis*; Figura 5.3). Asimismo, en las cercanías de la RMIC existen zonas de pesca para la extracción de otros recursos como congrio dorado (*Genypterus blacodes*), merluza común (*Merluccius gayi*) y jibia (*Dosidicus gigas*). En el caso de la extracción de congrio, principalmente se utiliza la red de enmalle para su captura, aunque también se utiliza espinel.

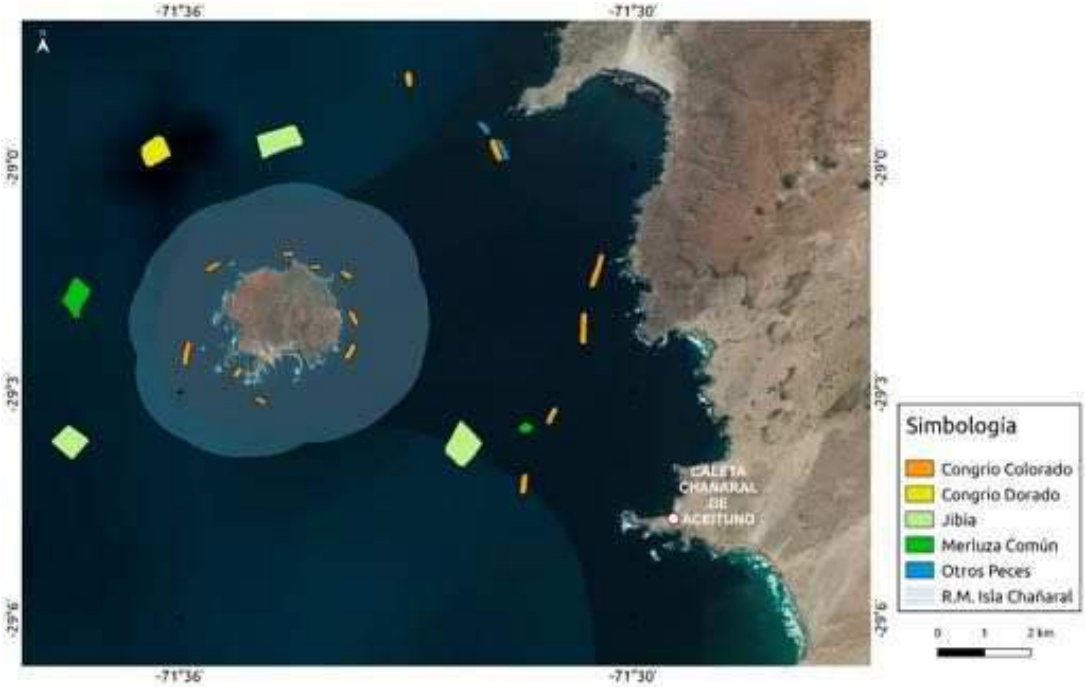


Figura 5.3. Ubicación geográfica de las áreas de pesca en la Reserva Marina Isla Chañaral y aguas adyacentes. Fuente: Sernapesca.

En el caso de Punta de Choros, los pescadores indican la existencia de caladeros de pesca dentro de la RMICD (Figura 5.4). Asimismo, en los alrededores de la reserva marina existen zonas de pesca del recurso palometa (*Seriola lalandi*) y congrio (*Genypterus* spp.), así como áreas donde se desarrolla pesca con espinel o línea de mano. También los pescadores indican la existencia de una zona donde se desarrollaría pesca de cerco al W de isla Gaviota, y dos zonas donde históricamente se desarrollaría pesca de arrastre, una al sur de Punta de Choros y otra al sur de la isla Choros.

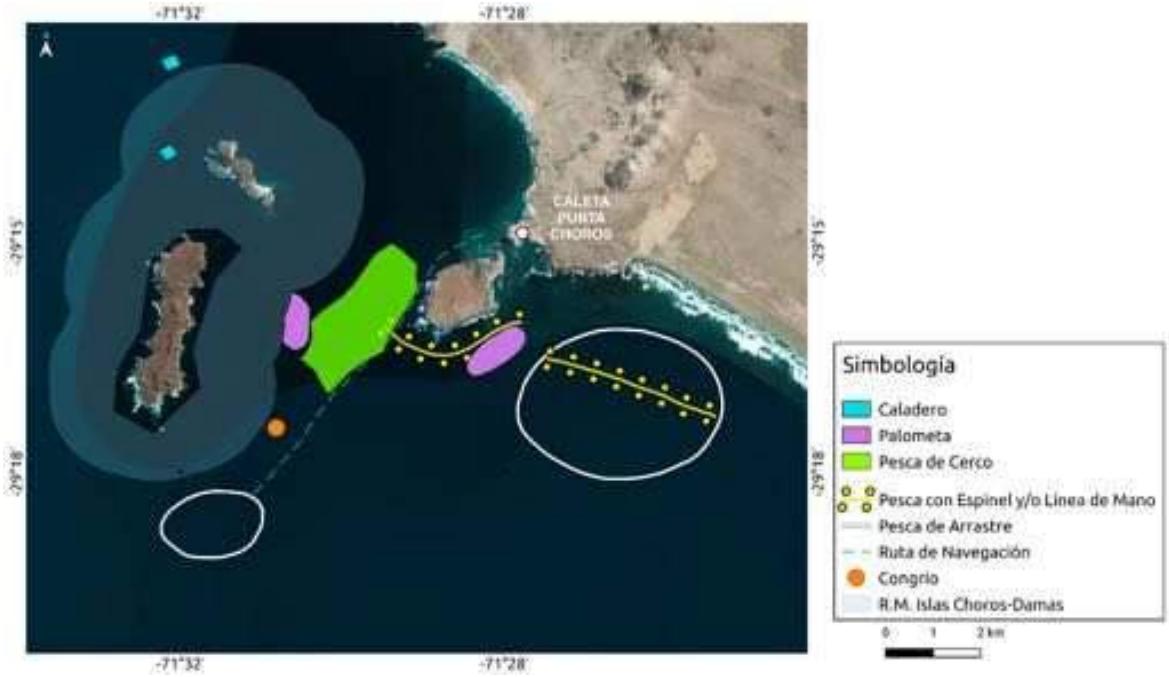


Figura 5.4. Ubicación geográfica de las áreas de pesca en la Reserva Marina Islas Choros-Damas y aguas adyacentes. Fuente: Sernapesca.

5.2 Actividad turística

En este caso se consideran todas las actividades con fines recreativos que se realizan al interior de las reservas marinas, como el tour de avistamiento de fauna marina, actividades de buceo y pesca recreativa.

5.2.1 Tour de avistamiento de fauna marina

Una de las actividades de mayor importancia en estas Reservas Marinas son los paseos en embarcaciones para visitar los alrededores de las tres islas que conforman las dos reservas. En el caso particular de la RMICD es además posible para el turista desembarcar en Isla Damas, pudiendo permanecer hasta por una hora para conocer un sector de sus playas.

Las embarcaciones que se utilizan para los paseos náuticos pertenecen exclusivamente a los pescadores artesanales, las que deben estar destinadas exclusivamente al turismo de observación, con su debido equipamiento y sus respectivos servicios. Los turistas pueden realizar el tour de avistamiento ya sea a través de operadores turísticos, por agencias de turismo, o de manera directa en el lugar de embarque.

La Figura 5.5 muestra las rutas de navegación que realizaron 46 embarcaciones durante el tour de avistamiento de fauna marina en el verano de 2020. Cuatro sitios son frecuentemente visitados por las embarcaciones de turismo en Isla Chañaral: el sector La Ventana, la lobera reproductiva de lobo marino común, la colonia de lobo fino austral de la Punta Norte, y la lobera que se encuentra bajo el faro.

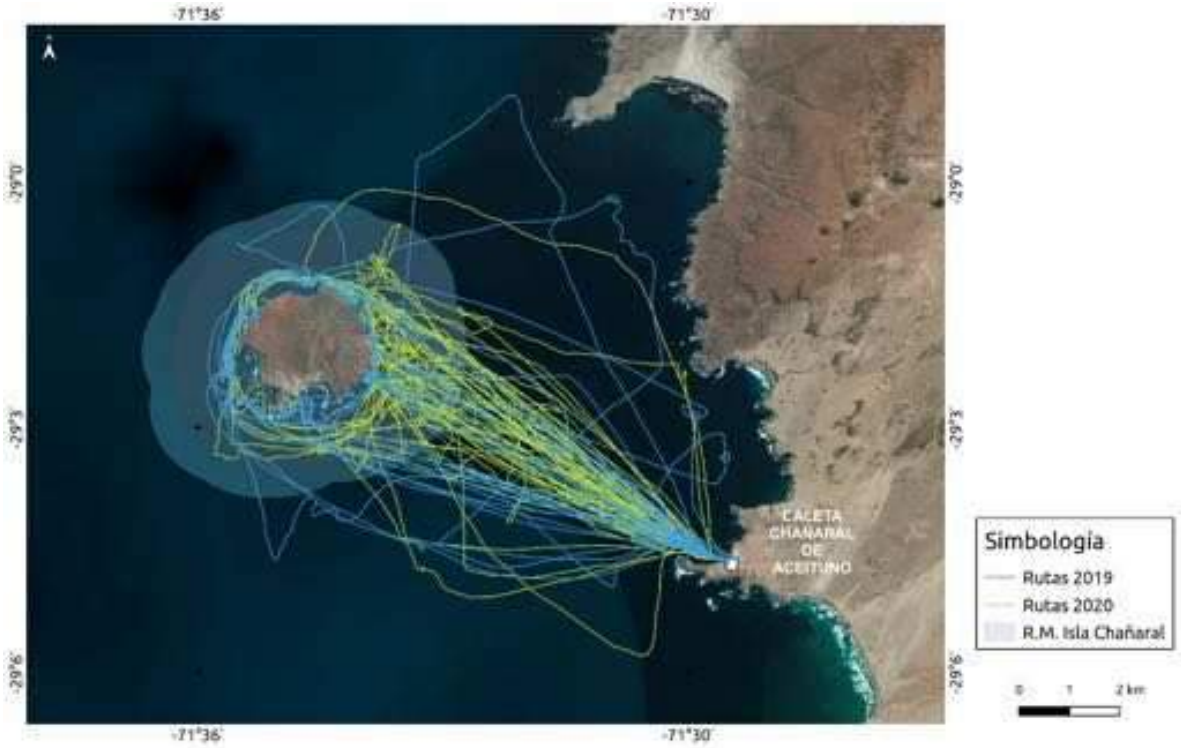


Figura 5.5. Rutas de navegación de 46 embarcaciones de turismo que visitaron la Reserva Marina Isla Chañaral entre el 08 y el 27 de febrero de 2019 y entre el 18 de enero y el 15 de febrero de 2020.

En el caso de Punta Choros, la Figura 5.6 muestra las rutas de navegación que realizaron 73 embarcaciones durante el tour de avistamiento de fauna marina en el verano de 2020. A diferencia de lo registrado en la RM Isla Chañaral, en este caso puede apreciarse una gran homogeneidad en las rutas de navegación de las embarcaciones de turismo. La totalidad de las embarcaciones visitó isla Damas e isla Choros. Cuatro sitios son frecuentemente visitados por las embarcaciones de turismo en la RM Islas Choros-Damas: El Camello, en isla Damas, el cual fue visitado por el 95,8% de las embarcaciones; y caleta El Barco, la Catedral y la Lobera Chica, en isla Choros.

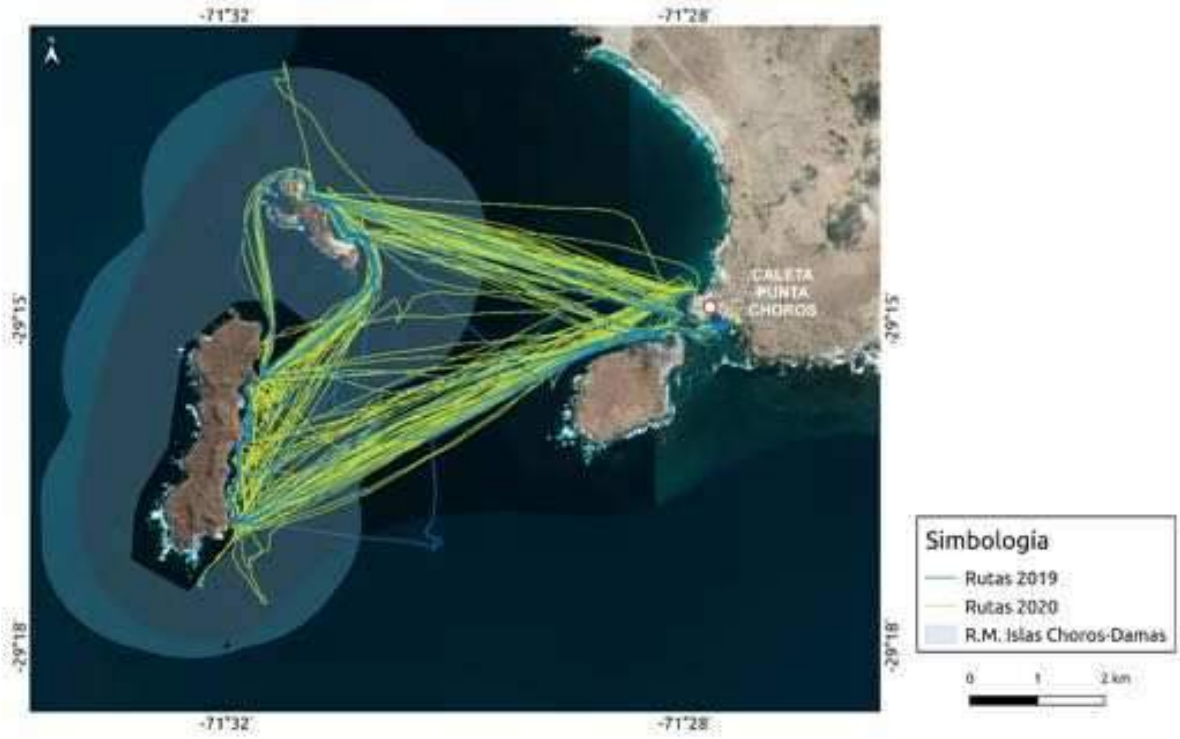


Figura 5.6. Rutas de navegación de 73 embarcaciones de turismo que visitaron la Reserva Marina Islas Choros-Damas entre el 08 y el 27 de febrero de 2019 y entre el 18 de enero y el 15 de febrero de 2020.

5.2.2 Buceo recreativo

En Chañaral de Aceituno se registra la presencia de tres centros de buceo y de 31 puntos de buceo (Figura 5.7). Todos estos puntos se encuentran dentro de la RMIC. En el caso de Punta de Choros se registran asimismo tres centros de buceo y 31 puntos de buceo, 27 de los cuales se encuentran dentro de la RMICD (Figura 5.8).

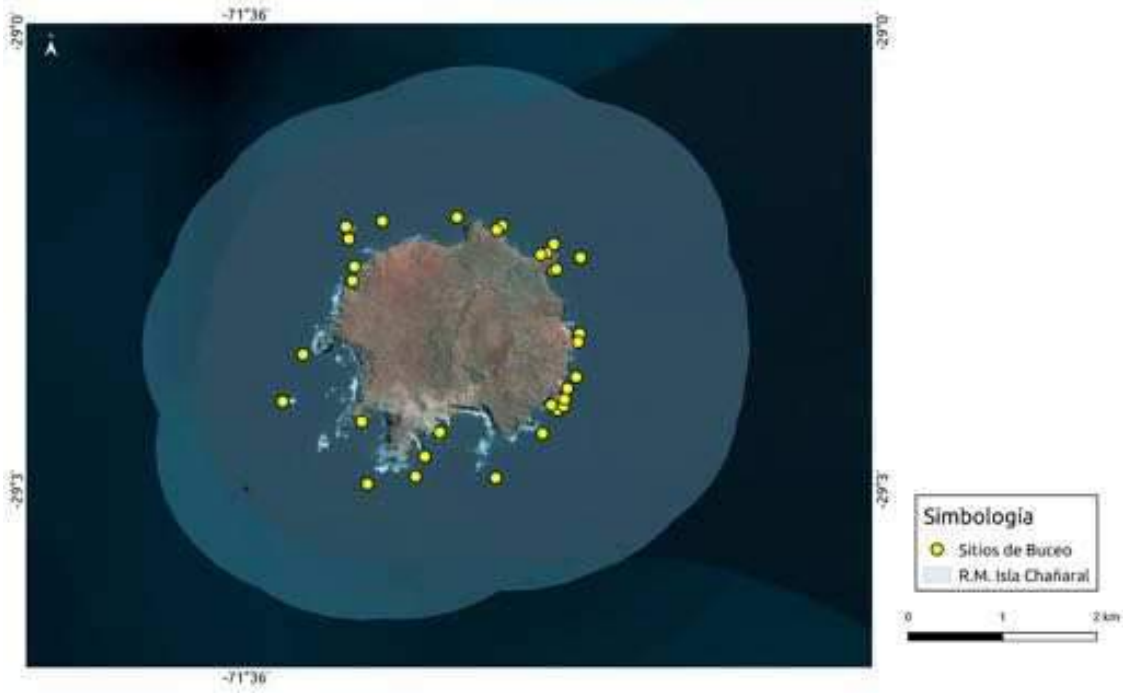


Figura 5.7. Ubicación geográfica de los sitios de buceo en la Reserva Marina Isla Chañaral.

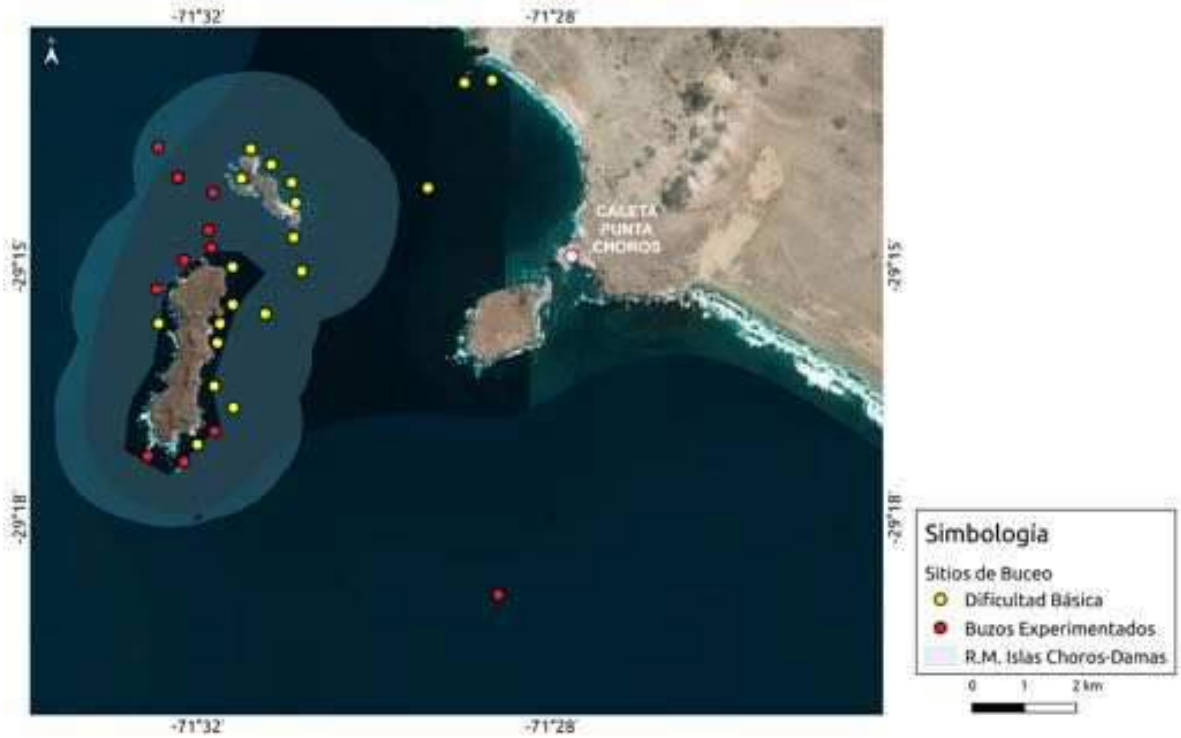


Figura 5.8. Ubicación geográfica de los sitios de buceo en la Reserva Marina Islas Choros-Damas y aguas adyacentes.

5.2.3 Pesca recreativa

Esta actividad se lleva únicamente en la RMICD (Figura 5.9). Asimismo, existe una zona donde se realiza pesca submarina en el costado suroeste de isla Choros.



Figura 5.9. Rutas y áreas de pesca recreativa en la Reserva Marina Islas Choros-Damas y aguas adyacentes.

5.3 Investigación científica

Para la caracterización de esta actividad se consideraron todos los estudios sobre aves y mamíferos marinos realizados en las reservas marinas desde el año 2005 (año de creación de las reservas marinas). Desde este período se registran 30 publicaciones científicas, libros e informes de proyectos referentes a estudios realizados en ambas reservas marinas. Los estudios se han centrado principalmente en cetáceos, y en menor porcentaje en aves, lobos marinos y chungungos, destacándose como las especies más estudiadas el lobo marino común, el delfín nariz de botella, el pingüino de Humboldt y la ballena fin. Estos estudios se han centrado en distintos aspectos de la biología y ecología de estas especies, tales como: (1) estimaciones de abundancia, (2) composición de la dieta, (3) fotoidentificación, (4) análisis genético, (5) patrones de movimiento y (6) efecto del turismo.

Capítulo 6

Identificación de los impactos de los servicios de observación y avistamiento sobre la fauna en estudio

En este capítulo se abordan los principales problemas asociados a los servicios de observación y avistamiento sobre la fauna en estudio. Para ello se utilizó un método de identificación mediante la matriz de Leopold et al. (1971). Este método realiza una descripción del sistema ambiental existente, identifica las actividades generadas por los servicios de avistamiento de fauna, y define las alteraciones del medio causadas por esta actividad. Esta metodología es aplicada específicamente para chungungos, lobos marinos, aves marinas y delfines nariz de botella. Para las ballenas, específicamente para la ballena fin, se utilizó la metodología de observaciones desde tierra.

6.1 Acciones ejercidas sobre el avistamiento de fauna

A continuación, se definen las acciones ejercidas sobre el avistamiento de fauna que fueron analizadas en terreno.

1. **Número de embarcaciones presentes:** Son aquellas embarcaciones que simultáneamente están observando al mismo individuo o grupo.
2. **Distancia de acercamiento:** Se refiere a la distancia que se encuentra la embarcación a un individuo o grupo.
3. **Modo de aproximación:** Se refiere a la manera que se aproximan las embarcaciones a un individuo o grupo.
4. **Velocidad de acercamiento:** Se refiere a la velocidad media a la que se acerca la embarcación a un individuo o grupo.
5. **Comportamiento de los turistas:** Para identificar el nivel de perturbación generado por los turistas se utilizó la clasificación propuesta por Pavez et al. (2015), el cual establece las categorías de: *calmo*, los turistas se mantienen calmos, se mueven lentos y no conversan; *moderado*, los turistas se levantan, hablan normalmente y toman fotografías; *perturbador*, los turistas mueven sus manos, aplauden, gritan y hacen movimientos bruscos con sus cuerpos.
6. **Duración de los avistamientos:** Se refiere al tiempo de permanencia de la embarcación con el individuo o grupo.

Para estimar la magnitud del impacto de las acciones de turismo, se establece la intensidad del impacto (en categorías muy alta, alta, media y baja) y el grado de afectación sobre el factor ambiental (alta, media o baja) (Tabla 6.1). Por otro lado, la afectación se establece de acuerdo a la mayor frecuencia de la respuesta frente a las embarcaciones de turismo (“sin reacción”, “alerta” y “escape”). Si la respuesta más

frecuente es “sin reacción” se le asigna la categoría baja de afectación. Si la respuesta es “alerta”, se le asigna la categoría media. Y si la categoría es “escape” se le asigna la categoría alta. Asimismo, para establecer la importancia del factor ambiental evaluado, se considera la categoría de conservación de las especies en estudio, según la clasificación de especies de la normativa chilena y la importancia para el turismo.

Tabla 6.1. Categorías según la intensidad de las acciones generadas por el turismo de avistamiento de fauna.

Acciones generadas por el turismo	Baja	Media	Alta	Muy alta
Número medio de embarcaciones presentes	≤ 2	3 a 4	5 a 6	≥ 7
Número máximo de embarcaciones presentes	≤ 2	3 a 4	5 a 6	≥ 7
Distancia media de acercamiento (m)	≥ 50	49 a 25	25 a 11	≤ 10
Distancia mínima de acercamiento (m)	≥ 50	49 a 25	25 a 11	≤ 10
Modo de aproximación	Sin incidencia	Sin incidencia	Sin incidencia	Sin incidencia
Velocidad media de acercamiento (km/h)	≤ 10	11 a 15	16 a 20	≥ 21
Velocidad máxima de acercamiento (km/h)	≤ 10	11 a 15	16 a 20	≥ 21
Comportamiento de los turistas	Calmo	Moderado	Perturbador	-
Duración media de los avistamientos (min)	≤ 10	11 a 15	16 a 20	≥ 21
Duración máxima de los avistamientos (min)	≤ 10	11 a 15	16 a 20	≥ 21

La afectación del piquero, cormorán lile, cormorán yeco, pingüino de Humboldt, lobo marino común reproductivo y no reproductivo y el lobo fino austral se categorizaron como bajo ya que el mayor porcentaje de la respuesta al turismo fue “sin reacción”, en la RMIC. El yunco y el chungungo se categorizaron con una afectación alta ya que la mayor proporción de la respuesta al turismo fue el “escape”. El delfín nariz de botella tanto residente como no residente, se categorizó con una afectación media, ya que los datos tomados desde tierra indicaron que más del 50% de los avistamientos se vio afectado, mientras que en las observaciones desde las embarcaciones, el 48% de los avistamientos se vio afectado por el turismo. En este contexto, la intensidad de las acciones generadas por el turismo se identificó como baja al valor promedio de las acciones generadas por el turismo, a excepción del yunco para la velocidad media de acercamiento ya que se categorizó como muy alta

En el caso de la RMICD, el delfín nariz de botella residente y no residente, se categorizó con una afectación media ya que el 58% de los avistamientos observados desde las embarcaciones se vio afectado por el turismo. El lobo fino austral se categorizó con una afectación media ya que el 75% de las observaciones correspondieron a la respuesta “alerta”. El resto de las especies (chungungo, piquero, cormorán lile, cormorán yeco, cormorán guanay, pingüino de Humboldt, lobo marino común no reproductivo) se categorizaron con una afectación baja. En este caso, las

categorías asignadas a la intensidad de las acciones generadas por el turismo fueron más variadas.

A partir de la ponderación para la categoría de conservación, según el Reglamento de clasificación de especies chilenas, y la importancia para el turismo, según lo indicado en la validación de los factores ambientales, se llevó a cabo la valorización de la importancia de los factores ambientales (Tabla 6.2).

En resumen y a partir de la matriz consolidada, para el caso de la RMIC se observó que el piquero, el cormorán yeco, el lobo marino común no reproductivo son especies con un bajo nivel impacto de la actividad turística. En estas especies se conjuga el factor común es que todas se categorizan con una importancia baja para la conservación (categorías consideradas como de preocupación menor), y a su vez la magnitud de las acciones también es baja. El pingüino de Humboldt, el lobo fino austral y el delfín nariz de botella no residente son especies con un nivel de impacto medio, mientras que el chungungo y el delfín nariz de botella residente se consideran como especies con un impacto mayor. Entre las acciones generadas por el turismo, las que suponen un menor impacto para las especies son el número medio de embarcaciones, el modo de aproximación y la velocidad media de acercamiento. Las acciones que significan un impacto medio para las especies son la distancia promedio de acercamiento y el comportamiento de los turistas, mientras que las acciones que significan un impacto mayor son el número máximo de embarcaciones, la distancia mínima de acercamiento y la velocidad máxima de acercamiento.

Para el caso de la RMICD, se observó que el piquero y el cormorán yeco, son especies sometidas a un bajo nivel impacto de la actividad. El cormorán lile, el lobo marino común no reproductivo y el delfín nariz de botella no residente son especies con un nivel de impacto medio, mientras que el pingüino de Humboldt, el chungungo, el lobo fino austral y el delfín nariz de botella se consideran como especies con un impacto mayor. Entre las acciones generadas por el turismo, las que suponen un menor impacto para las especies son el modo de aproximación y la velocidad media de acercamiento. Las acciones que significan un impacto medio para las especies son el número promedio de embarcaciones presentes y el comportamiento de los turistas, mientras que las acciones que significan un impacto mayor son el número máximo de embarcaciones, la distancia media y mínima de acercamiento y la velocidad máxima de acercamiento.

En general, la RMICD se encuentran sometida a una mayor presión turística que la RMIC. De esta manera y en términos generales, la mayoría de las especies en la RMICD necesitan ser abordadas con medidas de mitigación, excepto el piquero y el yeco. A través del análisis de la matriz de Leopold, las especies más sensibles al turismo son el pingüino de Humboldt, el chungungo, el lobo fino austral y el delfín nariz de botella residente. El cormorán lile, el lobo marino y el delfín nariz de botella no residente, son especies que se podrían considerar como medianamente afectadas por el turismo.

Tabla 6.2. Especies y la ponderación de la importancia en la a) RMICh y b) RMICD. Se indica el nombre común, nombre científico, categoría de conservación, importancia según la categoría de conservación e importancia para el turismo.

a)

Especie	Nombre científico	Categoría de conservación	Ponderación Categoría de conservación	Ponderación importancia para el turismo	Importancia
Piquero	*Sula variegata*	Preocupación Menor	Baja	Media	2
Cormorán lile	*Phalacrocorax gaimardi*	Casi Amenazada	Media	Media	5
Cormorán yeco	*Phalacrocorax brasilianus*	Preocupación Menor	Baja	Baja	1
Yunco	*Pelecanoides garnotii*	En Peligro	Alta	Media	8
Pingüino de Humboldt	*Spheniscus humboldtii*	Vulnerable	Alta	Alta	9
Chungungo	*Lontra felina*	Vulnerable	Alta	Alta	9
Lobo marino común (R)	*Otaria flavescens*	Preocupación menor	Baja	Alta	3
Lobo marino común (NR)	*Otaria flavescens*	Preocupación menor	Baja	Alta	3
Lobo fino austral	*Arctocephalus australis*	Casi Amenazada	Media	Alta	6
Delfín nariz de botella (R)	*Tursiops truncatus*	En Peligro	Alta	Alta	9
Delfín nariz de botella (T)	*Tursiops truncatus*	Preocupación Menor	Baja	Alta	3

b)

Especie	Nombre científico	Categoría de conservación	Ponderación Categoría de conservación	Ponderación importancia para el turismo	Importancia
Piquero	*Sula variegata*	Preocupación Menor	Baja	Media	2
Cormorán lile	*Phalacrocorax gaimardi*	Casi Amenazada	Media	Media	5
Cormorán yeco	*Phalacrocorax brasilianus*	Preocupación Menor	Baja	Baja	1
Pingüino de Humboldt	*Spheniscus humboldtii*	Vulnerable	Alta	Alta	9
Chungungo	*Lontra felina*	Vulnerable	Alta	Alta	9
Lobo marino común (NR)	*Otaria flavescens*	Preocupación menor	Baja	Media	2
Lobo fino austral	*Arctocephalus australis*	Casi Amenazada	Media	Media	5
Delfín nariz de botella (R)	*Tursiops truncatus*	En Peligro	Alta	Alta	9
Delfín nariz de botella (T)	*Tursiops truncatus*	Preocupación Menor	Baja	Alta	3

Para grandes cetáceos y, específicamente para la ballena fin, se realizó el seguimiento de las ballenas mediante un teodolito, lo que permitió analizar cambios en los patrones de movimiento, y en particular los factores de cambios en la velocidad, reorientación (mide el cambio en la dirección de los movimientos), y linealidad (predictibilidad del movimiento a lo largo del seguimiento). Estos factores fueron analizados comparando tres escenarios: “antes”, “durante” y “después” de la llegada de las embarcaciones de turismo.

Los factores que se vieron afectados por la presencia de embarcaciones de turismo fueron la **reorientación** y la **linealidad**. La reorientación aumenta (movimientos más erráticos) mientras que la linealidad disminuye (se pierde la trayectoria rectilínea en el movimiento), en la situación “durante” la visita de las embarcaciones en comparación con la situación “antes” de la llegada de las embarcaciones. Esto podría indicar una estrategia de evasión de las embarcaciones por parte de las ballenas. La velocidad de nado para el desplazamiento no presentó diferencia entre los escenarios antes, durante y después de la visita de las embarcaciones, por lo que las ballenas fin no estarían utilizando una estrategia energéticamente costosa para evitar a las embarcaciones, si no que solo las evitan con el cambio de rumbo.

Capítulo 7

Identificación de las medidas requeridas para prevenir y/o mitigar los impactos negativos sobre las especies

En base a la identificación y evaluación de las acciones e impactos de la actividad turística sobre las especies de interés en ambas Reservas Marinas, y considerando asimismo lo recopilado en estudios previos y la reglamentación de cada Reserva Marina, a continuación se proponen una serie de medidas que buscan prevenir los impactos de la actividad turística sobre los animales.

7.1 Medidas que regulen la distancias, velocidad y modo de acercamiento y alejamiento de la fauna marina

Cetáceos mayores: Para los avistamientos de grandes cetáceos, se propone la incorporación de dos anillos de observación, entre 300 y 500 m, y entre 100 y 300 m (Figura 7.1A). La velocidad máxima en el anillo de 300-500 m debe ser de 10 nudos. En el caso del anillo 100-300 m esta velocidad debe disminuir a 7 nudos como máximo. En caso que el o los animales se acerquen a la embarcación a menos de 100 m, el operador deberá colocar el motor en neutro.

En cuanto al modo de acercamiento al animal o grupo de animales, se recomienda que sea en forma paralela, y no cruzarse por delante del animal. Si se avista un grupo cohesionado, o la presencia de madres con crías, la embarcación debe evitar interponerse entre los animales.

Al momento de alejarse del animal (o de los animales), la embarcación debe salir en el sentido opuesto a la trayectoria del animal o del grupo de animales, incrementando la velocidad de manera gradual, y siempre manteniendo la vista en el comportamiento y trayectoria de los animales visitados.

Cetáceos menores: Para los avistamientos de cetáceos menores (delfines, incluyendo el delfín nariz de botella), se propone la incorporación de dos anillos de observación, entre 150 y 300 m, y entre 50 y 150 m (Figura 7.1B).

La velocidad máxima en el anillo de 150-300 m debe ser de 10 nudos. En el caso del anillo 50-150 m esta velocidad debe disminuir a 7 nudos como máximo. En caso que el o los animales se acerquen a la embarcación, la velocidad de la embarcación no debe superar a la del animal más lento que se esté avistando. Se deben evitar cambios bruscos de velocidad.

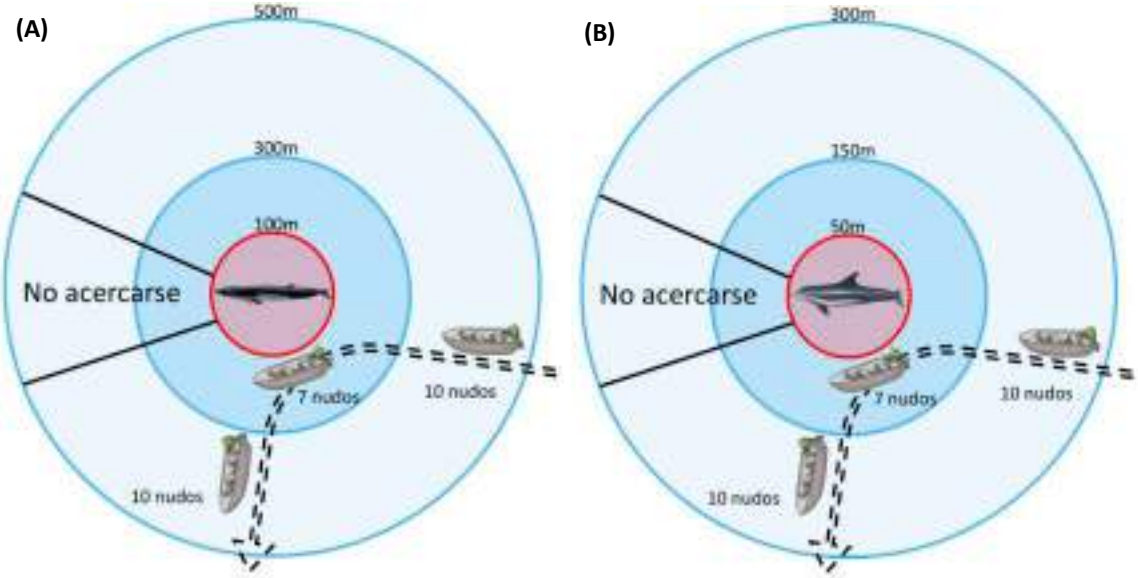


Figura 7.1. Distancias, velocidades y forma de aproximación y distanciamiento de (A) grandes cetáceos, y (B) pequeños cetáceos.

Al igual que en cetáceos mayores, en cetáceos menores el modo de acercamiento al animal o grupo de animales debe ser en forma paralela, sin cruzarse por delante del animal. Si se avista un grupo cohesionado, o la presencia de madres con crías, la embarcación debe evitar interponerse entre los animales. Asimismo, al alejarse del animal o del grupo de animales debe hacerlo en sentido opuesto a su trayectoria, incrementando la velocidad de manera gradual, y manteniendo a la vista los animales avistados.

Chungungos y lobos marinos: Para los avistamientos de chungungos y lobos marinos en tierra, la embarcación no debe acercarse a menos de 50 m de distancia del animal. La velocidad de acercamiento o distanciamiento no debe superar los 5 nudos. No se requiere regular el modo de acercamiento o de distanciamiento de estos animales.

Particularmente para el caso de chungungos, en caso de animales que se encuentren en el agua, la embarcación debe evitar ir sobre el. Si el animal (o los animales) se encuentra(n) a distancias menores a 50 m de la embarcación, se debe dejar el motor en neutro hasta que el animal se aleje a una distancia mayor de 50 m. La velocidad se debe incrementar de manera gradual, y manteniendo a la vista sobre el animal observado.

Aves marinas: Para los avistamientos de aves marinas en tierra, la embarcación no debe acercarse a menos de 50 m de distancia del o los animales. La velocidad de acercamiento o distanciamiento no debe superar los 5 nudos. No se requiere regular el modo de acercamiento o de distanciamiento de estos animales.

En caso de aves marinas en el agua, y particularmente de los yuncos, se propone la incorporación de dos anillos de observación, entre 100 y 300 m, y entre 50 y 100 m. La velocidad máxima en el anillo de 100-300 m debe ser de 7 nudos. En el caso del anillo 50-100 m esta velocidad debe disminuir a 5 nudos como máximo.

En caso de grupos de animales en el agua, la embarcación debe vadear el grupo, y no navegar entre dicho grupo.

7.2 Regulación del comportamiento de las embarcaciones y de los turistas frente a la fauna marina

Tal como lo señalan los resultados de este estudio, la emisión de ruidos por parte de los turistas y/o del patrón de la embarcación es uno de los factores que produce mayor impacto sobre la fauna marina. Por ello, y en concordancia con la reglamentación actual en ambas Reservas Marinas, se sugiere que durante los avistamientos, tanto de animales en tierra como en el agua, se debe guardar silencio y evitar movimientos bruscos dentro de la embarcación. Asimismo, se debe evitar llamar la atención de los animales mediante gritos o golpes en el agua y/o a la embarcación.

Además de lo anterior, se recomienda que las fotografías eviten el uso de flash sobre los animales.

7.3 Regulación del tiempo de permanencia con los animales

Para el caso de cetáceos mayores, se recomienda que el tiempo de permanencia máximo con un animal o grupo de animales sea de 15 min. En tanto, para los demás grupos (cetáceos menores, lobos marinos, chungungos y aves marinas) se recomienda que el tiempo de permanencia no supere los 10 minutos de observación.

7.4 Número de embarcaciones que pueden estar operando en forma conjunta en un lugar y tiempo determinados del comportamiento de las embarcaciones y de los turistas frente a la fauna marina

Cetáceos mayores: Para el caso de las ballenas, se recomienda un máximo de dos embarcaciones con un animal o grupo de animales. Ambas embarcaciones deben realizar el avistamiento por el mismo costado y en forma paralela. Una tercera embarcación deberá esperar a que una de las anteriores salga, y permanecer a una distancia de 300 m.

Cetáceos menores: Para el caso de los delfines, se recomienda un máximo de tres embarcaciones con un animal o grupo de animales. Ambas embarcaciones deben realizar el avistamiento por el mismo costado y en forma paralela. Al igual que en el caso de cetáceos mayores, una tercera embarcación deberá esperar a que una de las anteriores salga, y permanecer a una distancia de 100 m.

Chungungos, lobos marinos y aves marinas: En estos grupos de animales, se recomienda un número máximo de dos embarcaciones por animal o grupo de

animales, especialmente en sectores reproductivos. Una tercera embarcación deberá esperar a que una de las anteriores salga, y permanecer a una distancia de >50 m.

7.5 Temporadas u horarios críticos

En cetáceos mayores y menores, no se visualiza una temporada y horario definido para su observación. En el caso de animales que se reproducen en el área (chungungos, lobos marinos, aves marinas) se debe evitar perturbar cuando los animales se encuentren con crías, y/o se encuentren en actividades de amamantamiento (chungungos y lobos marinos) o de alimentación de polluelos (aves marinas).

En el caso particular del pingüino de Humboldt, los meses de primavera (septiembre-octubre) y los de verano (febrero) son particularmente críticos debido a la época reproductiva y a la muda, respectivamente. Durante estos períodos se debe tener especial precaución de respetar las medidas recomendadas anteriormente.

7.6 Ruido de las embarcaciones

Este parámetro no fue abordado en este estudio. Sin embargo, Buchan & Yori (2019) analizan el ruido subacuático emitido por embarcaciones menores que utilizan combustible de gas y de bencina. De acuerdo a estos autores, el ruido subacuático incrementa con la velocidad, siendo independiente del tipo (gas o bencina) y del tamaño (60 o 150Hp) del motor cuando se desplazan a velocidades similares.

Considerando los resultados de este estudio, se recomienda mantener las Revoluciones Por Minuto (RPM) a menos de 3000 rpm. Dentro de los anillos de observación de grandes cetáceos, se recomienda una velocidad máxima de 10 nudos y de menos de 3000 rpm en el anillo de 300-500 m, y una velocidad máxima de 7 nudos y menos de 2000 rpm en el anillo de 100-300 m.

Es importante tener en cuenta que las medidas analizadas anteriormente no son independientes, sino que se encuentran muy relacionados entre ellos. Tal como se indicó en el capítulo anterior, no todos los factores afectan de igual manera a los animales, sino que algunos son más críticos que otros (e.g. emisiones de sonido) y además afectan a los animales de distintas maneras. Por ello es importante enfatizar que todas estas medidas deben ser consideradas en su conjunto para llevar a cabo un turismo sustentable sobre las especies objetivo.

Folio012353

Capítulo 8

Zonificación de las Reservas Marinas

Este capítulo tiene como finalidad el proponer una zonificación de las Reservas Marinas Isla Chañaral (RMIC) e Islas Choros-Damas (RMICD), que permita compatibilizar las distintas actividades que se llevan a cabo en ambas reservas en conjunto y propender a un turismo sustentable que incorpore el efecto de estas actividades sobre las especies objeto de conservación.

Para desarrollar esta propuesta de zonificación, se consideraron una serie de aspectos, entre los cuales destacan: (1) la identificación y caracterización de las actividades que se realizan en las Reservas Marinas (Capítulo 5), (2) la distribución espacial y caracterización de las especies objeto de conservación (Capítulo 2), y (3) el efecto de las actividades sobre las especies objeto de conservación (Capítulo 6).

8.1 Matrices de impacto

En base al análisis de los resultados del efecto de las actividades sobre las especies objeto de conservación, se hace un análisis de matrices de impacto, tanto para la RMIC (Figura 8.1), como para la RMICD (Figura 8.2).

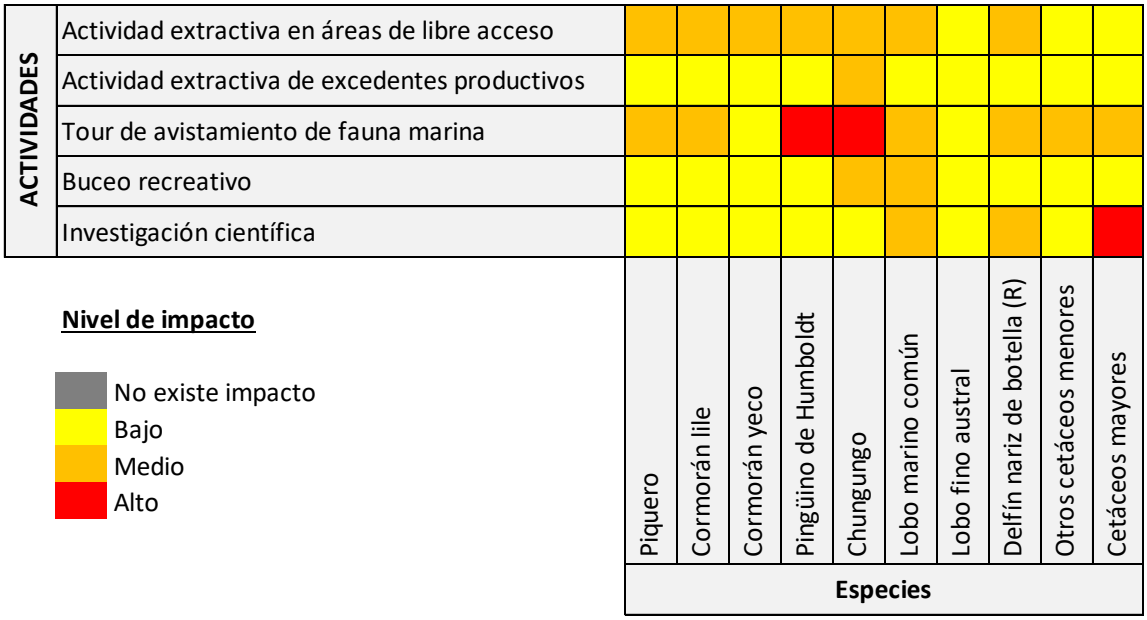


Figura 8.1. Matriz de impacto de las actividades que se desarrollan en la Reserva Marina Isla Chañaral sobre las especies objeto de conservación.

Para el caso de la RMIC, en términos generales las actividades extractivas, el buceo recreativo y la investigación científica producen un impacto medio a bajo. La actividad extractiva en las áreas de libre acceso tienen un mayor impacto que la de excedentes productivos porque aún cuando no tiene una superposición espacial con la ubicación de las colonias en tierra, potencialmente puede causar efectos negativos en las especies cuando estas se desplazan hacia o desde las colonias. El impacto medio sobre chungungos se considera debido a que la actividad se superpone espacialmente con el hábitat de esta especie, pudiendo potencialmente perturbar a los animales. La actividad de avistamiento de fauna marina tiene un impacto medio a alto para prácticamente todas las especies. Esto debido a la existencia de colonias reproductivas de estas especies. Asimismo, se considera un impacto medio sobre los cetáceos, debido a que estas especies son los principales atractivos turísticos y por tanto visitados frecuentemente. El pingüino de Humboldt y el chungungo se consideran las especies más afectadas por las embarcaciones de turismo. Para el caso del pingüino, el periodo de mayor intensidad de la actividad turística (febrero) coincide con el periodo de muda de esta especie. En el caso del chungungo, el desplazamiento de los botes ocurre justamente en las zonas que esta especie utiliza para alimentarse, acicalarse y descansar. Se considera que la investigación científica tiene un efecto alto sobre los cetáceos mayores, y en particular en la ballena fin, debido a los estudios de biopsias y marcaje satelital que se han llevado a cabo en el área.

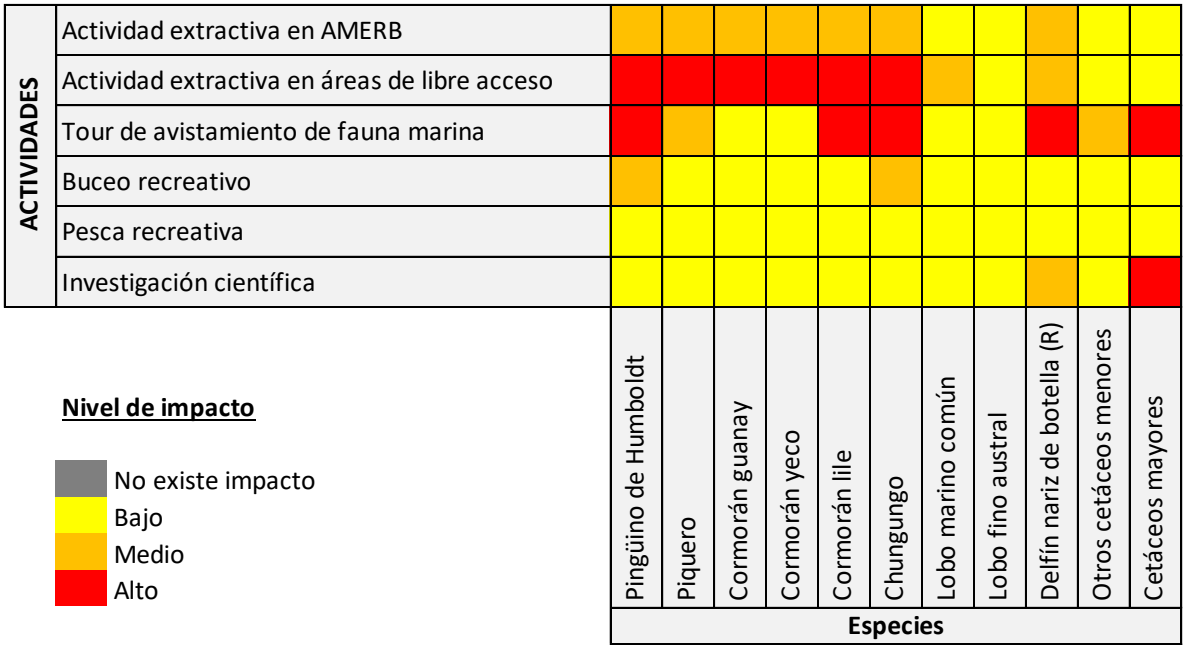


Figura 8.2. Matriz de impacto de las actividades que se desarrollan en la Reserva Marina Islas Choros-Damas sobre las especies objeto de conservación.

Para el caso de la RMICD, a diferencia de la RMIC, en este caso las actividades extractivas tienen un impacto medio a alto para la mayoría de las especies analizadas. En el caso de la actividad extractiva en AMERB, se consideró que esta actividad tiene un efecto de nivel medio debido a que la presencia de las embarcaciones durante la faena de extracción de recursos podría perturbar a los animales. En cuanto a la

actividad extractiva en áreas de libre acceso, se consideró que esta actividad podría tener un impacto de nivel alto en todas las especies de aves y en el chungungo, ya que potencialmente esta actividad podría causar efectos negativos en las especies cuando estas se desplazan hacia o desde las colonias. La actividad turística afectaría en un nivel alto al pingüino de Humboldt, el cormorán lile, al chungungo, a los delfines residentes y a los cetáceos mayores, debido a que la intensidad de la actividad turística es muy alta en temporada estival, lo cual coincide con la temporada reproductiva de estas especies. Las actividades de buceo recreativo, pesca recreativa e investigación científica tienen en general un bajo impacto sobre la mayoría de las especies.

8.2 Propuesta de zonificación

En base a los resultados obtenidos de la matriz de impacto, se llevó a cabo una propuesta de zonificación de ambas Reservas Marinas. Para el caso de la RM Isla Chañaral, la propuesta de zonificación se muestra en la Figura 8.3. Los principales aspectos considerados en esta RM son los siguientes:

- **Anillos de protección:** Se proponen dos anillos de protección alrededor de isla Chañaral, donde se restringe la velocidad de desplazamiento de todas las embarcaciones. El primer anillo se encuentra a 300 m del borde costero de isla Chañaral, donde los botes deben desplazarse a una velocidad no mayor a 10 nudos. El segundo anillo se encuentra a 100 m del borde costero de isla Chañaral, donde los botes deben desplazarse a una velocidad no mayor a 5 nudos.
- **Zonas de resguardo de aves y lobos marinos:** Se proponen cinco zonas para protección de las colonias de aves y lobos marinos. Estas zonas corresponden al sector La Ventana, la colonia reproductiva de LMC, las colonias reproductivas de LFA, y el apostadero de LFA que se ubica en la punta norte de la isla. En las primeras cuatro, se propone que las embarcaciones que realicen tour de avistamiento y buceo recreativo no se aproximen a menos de 50 m del borde costero, mientras que, en la última, esta distancia se reduce a 15 m. Esta medida aplica en el periodo comprendido entre los meses de octubre y marzo, que corresponde al periodo de actividad reproductiva de las aves y mamíferos marinos presentes en estos lugares.
- **Zona protección de delfines:** Corresponde al área comprendida en el sector La Erizada, donde habitualmente se encuentra la población residente de delfines nariz de botella. En toda esta área, que se extiende desde el borde costero de la isla hasta el límite exterior de la RMIC, se propone que las embarcaciones se desplacen a una velocidad que no supere los 5 nudos.

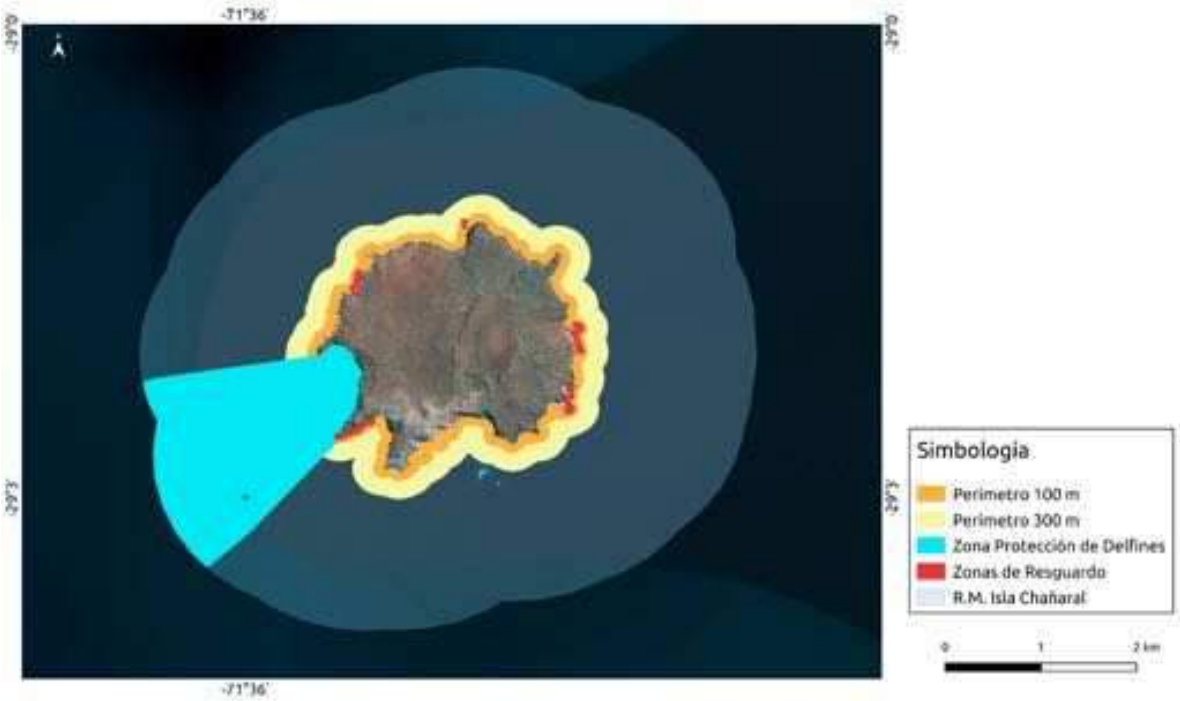


Figura 8.3. Propuesta de zonificación para la Reserva Marina Isla Chañaral.

Para el caso de la RMICD, la propuesta de zonificación se muestra en la Figura 8.4. Los principales aspectos considerados en esta RM son los siguientes:

- **Anillos de protección:** Se proponen dos anillos de protección alrededor de isla Choros e isla Damas, donde se restringe la velocidad de desplazamiento de todas las embarcaciones. El primer anillo se encuentra a 300 m del borde costero de las islas, donde los botes deben desplazarse a una velocidad no mayor a 10 nudos. El segundo anillo se encuentra a 100 m del borde costero de las islas, donde los botes deben desplazarse a una velocidad no mayor a 5 nudos.
- **Zonas de resguardo de aves y lobos marinos:** Se proponen seis zonas para protección de las colonias de aves y lobos marinos, cinco de las cuales se ubican en isla Choros y una en isla Damas. Las zonas ubicadas en isla Choros son: sectores en la punta sureste y punta suroeste de la isla, sector caleta El Barco, sector La Catedral y sector en la punta sur (lobera chica y colonia reproductiva de LMC). En estas zonas se propone que las embarcaciones que realicen tour de avistamiento y buceo recreativo no se aproximen a menos de 50 m del borde costero. Esta medida aplica en el periodo comprendido entre los meses de octubre y marzo, que corresponde al periodo de actividad reproductiva de las aves y mamíferos marinos presentes en estos lugares. La medida no aplica a embarcaciones que realicen extracción de recursos en el AMERB "Isla Choros".
- **Zona protección de delfines:** Corresponde al área comprendida en la punta suroeste de isla Choros, donde habitualmente la población residente de delfines nariz de botella realiza actividades como descanso y alimentación. En toda esta área, que se extiende desde el borde costero de la isla hasta el límite exterior de la RMICD, se propone que las embarcaciones se desplacen a una velocidad que no supere los 5 nudos.

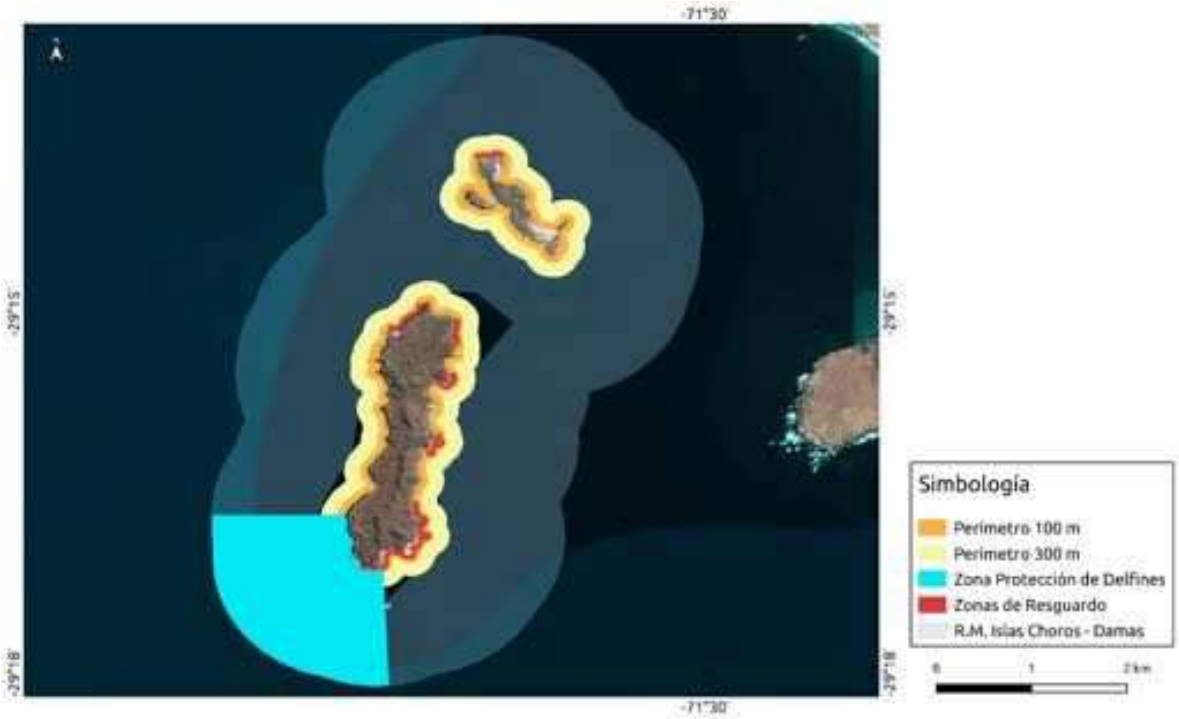


Figura 8.4. Propuesta de zonificación para la Reserva Marina Islas Choros-Damas.

Capítulo 9

Evaluación y seguimiento

A partir de las acciones de turismo identificadas en los capítulos previos, y de las recomendaciones de límites para un turismo sustentable sobre las especies, en este capítulo se establece una metodología que considere mecanismos cualitativos y cuantitativos de evaluación y seguimiento para comprobar el cumplimiento de los límites definidos. Asimismo, permite evaluar potenciales ajustes que sean necesarios a este programa de manejo, de acuerdo a las futuras necesidades. De este modo, este capítulo incorpora indicadores biológicos y de turismo que pueden ser monitoreados en el tiempo para evaluar el grado de cumplimiento de la actividad de turismo. Asimismo, se incorpora una guía de monitoreo que puede ser implementada por las instituciones gubernamentales con pertinencia en las Reservas Marinas para evaluar en el tiempo la distribución y abundancia de las especies objeto de conservación.

9.1 Indicadores

Los indicadores biológicos constituyen la base de la medición y monitoreo de las especies en el tiempo, y permiten con ello evaluar el proceso de cumplimiento de la normativa y de las recomendaciones de acciones de turismo y, en general, del buen funcionamiento de ambas Reservas Marinas. Los Planes Generales de Administración de ambas Reservas Marinas definen dos indicadores biológicos para el desempeño de las Reservas, y contextualizados a las realidades locales: la abundancia y distribución de las especies, y los estudios de investigación. Es importante señalar, no obstante, que los estudios de investigación no necesariamente se asocian a un mayor o menor grado de cumplimiento de la actividad turística, ya que existen otras variables que pueden afectar el número de estudios en un período determinado (como por ejemplo la disponibilidad financiera).

Adicionalmente, se añade un tercer indicador biológico, la tendencia poblacional. Para las especies objetivo de turismo estos indicadores se definen como:

(1) **Abundancia y distribución:** estimada como el número de individuos de una determinada especie en un área determinada. La abundancia generalmente se expresa como densidad (Nº ind x m^{-2}) o también como número absoluto de individuos. Para determinarla se requiere realizar un muestreo que cubra todo el Área de reserva. Dentro de las especies señaladas por este Plan de manejo se incluye al delfín nariz de botella (residente y no residente), al chungungo, al pingüino de Humboldt, al yunco, cormoranes (lile, yeco y guanay), al lobo marino común, al lobo fino austral y a grandes cetáceos (principalmente ballena fin), y se expresa como el número de ejemplares contabilizados en el área de la reserva.

La abundancia se puede estimar a través del número total de individuos, y del número de crías en el caso de mamíferos, o de polluelos y/o Nº de nidos en el caso de aves.

(2) **Estudios de investigación**: se expresa como: Nº estudios (período base + 1) / Nº estudios (período base) x 100. El período es definido por el usuario, pero frecuentemente para estudios se consideran períodos de 3, 5 y 10 años.

(3) **Tendencia poblacional:** se refiere a la comparación de datos de abundancia estimados en distintos períodos de tiempo. La fórmula básica para evaluar la tendencia poblacional es la siguiente:

$$\lambda = \frac{N_t}{N_{t-1}}$$

Donde λ es la tasa de crecimiento poblacional, N_t es la abundancia de una población determinada en el tiempo *t*, y N_{t-1} es la abundancia de dicha población en un tiempo previo (*t-1*; definido por el usuario). Si λ bordea un valor en torno a 1, se considera que la población se ha mantenido estable. Si λ es mayor o menor a 1, se considera que la población ha aumentado o ha disminuido en el tiempo, respectivamente.

Adicionalmente a estos indicadores biológicos, en base a las acciones de turismo identificadas en los capítulos previos, se han definido los siguientes indicadores de impacto del turismo de observación de fauna marina:

(1) Nº de embarcaciones en Reservas Marinas
(2) Duración de los avistamientos
(3) Distancia de acercamiento
(4) Velocidad de acercamiento
(5) Modo de aproximación
(6) Comportamiento de los turistas

En base a los indicadores biológicos y de impactos señalados, se confeccionó la Tabla 9.1 que incluye los indicadores, estructura, y meta para evaluar el estado de conservación y el desempeño de la actividad turística en el Programa de manejo de las especies de estudio. Por *estructura* se entiende el aspecto a evaluar. Por *Meta / Límite* corresponde al criterio que se utilizará para determinar si se requiere o no de una intervención de conservación, y por *Periodicidad* se entiende el período recomendable para el monitoreo de cada indicador. Tal como fue planteado por Gaymer et al. (2008), se considera una meta superior al 100% sobre aquellas especies que se encuentran con problemas de conservación (cormorán lile, yunco, pingüino de Humboldt, chungungo, lobo fino austral, delfín nariz de botella residente y ballena fin) (Tabla 6.4), y del 100% en aquellas que se encuentran actualmente sin problemas de conservación (piquero, cormorán yeco, lobo marino común y delfín nariz de botella no residente) (Tabla 6.4). Se considerarán como valores iniciales de cada especie los reportados en este programa de Manejo.

Tabla 9.1. Criterios, indicadores, estructura, metas o límites y periodicidad para evaluar el estado de conservación y el desempeño de la actividad turística en el Programa de manejo de las especies de estudio

CRITERIO	INDICADOR	ESTRUCTURA	META / LIMITE Y PERIODICIDAD
BIOLÓGICO	Distribución	Superficie de ocupación	Valores iguales a 100% en lobos marinos, piquero, yeco y delfines nariz de botella no residentes. Valores mayores al 100% en liles, yuncos, chungungos, pingüinos, lobo fino austral y delfines nariz de botella residentes. Periodicidad anual
	Abundancia (Nº de individuos)	- Nº de individuos /Densidad - Nº de nidos (aves) - Nº crías (mamíferos)	Valores iguales a 100% en lobos marinos, piquero, yeco y delfines nariz de botella no residentes. Valores mayores al 100% en liles, yuncos, chungungos, pingüinos, lobo fino austral, ballena fin y delfines nariz de botella residentes. Periodicidad anual
	Nº de Estudios científicos	Nº de proyectos/publicaciones de conservación y manejo ejecutados / 5 años	Mantención del número de publicaciones en períodos de 5 años. Periodicidad cada 5 años
	Tendencia poblacional (crecimiento poblacional)	Cambios en la abundancia poblacional en el tiempo	Tasa de crecimiento poblacional () = 1 en lobos marinos y delfines, y > 1 en pingüinos, chungungos. Periodicidad cada 3 años
TURISMO	Nº de embarcaciones en Reservas Marinas	Nº de embarcaciones en presencia de animales	2 embarcaciones con un animal o grupo de animales en el caso de grandes cetáceos, aves marinas y chungungo. 3 embarcaciones en caso de delfines y de lobos marinos. Periodicidad cada 2 años
	Duración de los avistamientos	Tiempo de permanencia; por especie y localidad	15 min para cetáceos mayores y 10 min para cetáceos menores, chungungos, aves marinas y lobos marinos. Periodicidad cada 2 años
	Distancia de acercamiento	Distancia de acercamiento por especie y localidad	100 m para cetáceos mayores, y 50 m para cetáceos menores, chungungos, aves marinas (en tierra y en agua). Conducta de los animales. Periodicidad cada 2 años
	Velocidad de acercamiento	Velocidad de acercamiento por especie y localidad	7 nudos para cetáceos mayores, cetáceos menores y aves marinas en el mar, y 5 nudos para chungungos, aves marinas (en tierra y en el agua). Conducta de los animales. Periodicidad cada 2 años
	Modo de aproximación	Modo de aproximación/distanciamiento por especie y localidad	Aproximación paralela al animal (cetáceos mayores y menores). Conducta de los animales. Periodicidad cada 2 años
	Comportamiento de los turistas	Comportamiento por especie y localidad	Sin emitir sonido o golpes durante avistamientos. Periodicidad cada 2 años

9.2 Investigación y plan de monitoreo

La generación de indicadores se basa en un marco conceptual de evaluación y monitoreo (Gaymer et al. 2018). Determinar el tamaño de las poblaciones (e.g. número de individuos, tendencia poblacional) es uno de los factores más valiosos en la evaluación del estado de sus poblaciones para establecer o actualizar los planes de conservación. Por ello, recuentos periódicos de sus poblaciones mediante métodos precisos son necesarios para determinar su situación actual y proyectar su estado en el futuro. Para contar con estos monitoreos periódicos, se recomienda que las instituciones de gobierno con presencia y experiencia en la zona (Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, Corporación Nacional Forestal) lleven a cabo un monitoreo de las poblaciones en estudio. Para ello, a continuación se hace entrega de guías de monitoreo básicas para el estudio anual de las especies bajo estudio:

9.2.1 Guía de monitoreo de pequeños y grandes cetáceos:

EQUIPAMIENTO Y MATERIAL NECESARIO

- Guía de identificación de cetáceos presentes en la zona, la cual incluya: Especies más frecuentes, especies residentes y especies pasajeras. Diferencias estacionales en la presencia de los cetáceos. Características de identificación como patrones de coloración, presencia y forma de aleta dorsal, forma del soplo.
- Binoculares
- GPS
- Planillas de registro de información
- Cámara fotográfica

REGISTRO DE INFORMACIÓN

Para el registro de información se debe establecer una ruta que permita abarcar toda el área de estudio. Para establecer esta ruta se debe tener en consideración el área que se quiere prospectar, los sitios de interés y el tiempo para realizar esta prospección.

Las observaciones se deben realizar en embarcaciones adecuadas para este fin y solo cuando las condiciones meteorológicas lo permitan, i.e. con un estado del mar ≤ 3 en escala Beaufort, ausencia de lluvia y neblina. Es necesario que las observaciones las realicen como mínimo 2 personas para que puedan abarcar una mayor área de observación. Al sumar mayor cantidad de personas, es importante que se defina el área de observación para cada una de ellas, para que no queden áreas sin ser observadas. El área de observación debe ser escaneada continuamente y no observar un punto fijo. Si se cuenta con varias personas, se pueden realizar turnos. Por ejemplo, si se cuenta con 4 personas, 3 de ellas van observando y una descansa. Cada cierto tiempo (ej., cada 30 min), hacer rotaciones para cambiar las áreas de observación y cambiar la persona que descansa.

Existe cierta información de rigor que se debe registrar para cada embarque y es la hora de inicio y término del embarque, lugar del embarque, embarcación empleada y el nombre de los participantes durante el embarque. Asimismo y para realizar una caracterización de las condiciones ambientales imperantes durante las observaciones, es necesario registrar la siguiente información:

- cobertura de nubes, se refiere al porcentaje del cielo cubierto por nubes, puede ser en porcentaje o en octavas,
- la altura de ola en metros,
- la intensidad del viento en escala Beaufort,
- la visibilidad en porcentaje
- intensidad de la resolana, se refiere al reflejo producido por el sol en la superficie del mar. La intensidad puede ser baja, media o alta.

El registro de esta información debe registrarse en una planilla (Figura 1).

Es importante que el GPS este encendido desde el principio del embarque y que vaya guardando la ruta a lo largo del embarque.

Al avistar un cetáceo o un grupo de ellos se debe registrar la siguiente información:

- Hora
- Waypoint o coordenada geográfica (latitud y longitud)
- La especie (de ser posible su nombre científico),
- Tamaño grupal, indicando en número mínimo, máximo y promedio, y número de crías. Las crías se caracterizan por ser de pequeño tamaño
- Rumbo del individuo o grupo
- Conducta
- nota (algún comentario acerca del avistamiento)

Si se realiza un seguimiento del grupo o individuo, el registro de esta información se debe realizar cada 10 minutos.

Para el caso de grandes cetáceos, a continuación se muestra una descripción de los comportamientos para categorizar las conductas las ballenas:

Comportamiento	**Descripción**
Desplazamiento (Dpl)	Movimiento generalmente unidireccional y lineal que permanece constante. Velocidad constante.
Alimentación (A)	Actividad de alimentación en superficie donde se puede observar parte del cuerpo fuera del agua. Alto tiempo en superficie. Movimientos no direccionales dentro de un área delimitada. Ocacionalmente aves y otras especies alimentándose en el área
Descanso (Dsc)	Movimiento unidireccional o errático en un área reducida. Velocidad reducida. Buceos cortos o largos constantes

Para el caso de pequeños cetáceos, el registro conductual se realiza en base al comportamiento predominante en el grupo (comportamiento de más del 50% de los individuos) y son definidos de la siguiente manera:

Folio012363

Comportamiento	Descripción
Desplazamiento (Dsp)	Los individuos del grupo realizan movimientos persistentes y direccionales de manera sincrónica
Alimentación (A)	Los individuos realizan inmersiones frecuentes y asincrónicas en varias direcciones, sin presentar un patrón claro en la respiración y despliegue en superficie. A menudo se ven en cercanía de un cardumen de peces y/o con aves a su alrededor
Juego (J)	Consiste en varias actividades de una alta energía donde se observan saltos fuera del agua, cambios rápidos y frecuentes en la dirección, sonidos, actividades de surf con las olas
Descanso (Dsc)	Consistente en un bajo nivel de actividad, donde los delfines están flotando aparentemente estacionarios e inmóviles en la superficie, donde están unidos estrechamente
Social (S)	Se observan delfines saltando, persecución y en permanente contacto entre ellos. Incluye aspectos de juego y apareamiento. De menor energía que juego y distribuidos en una menor área
Dispersión (Dis)	Los delfines muestran un cambio frecuente en la dirección de desplazamiento. Por lo general se relaciona a la transición entre un comportamiento y otro

Es importante poder confeccionar una planilla o un método adecuado para que el registro de la información sea rápido, eficiente, que cualquier persona con una previa capacitación la pueda llenar y que no permita errores en el proceso (Figura 2).

FOTO-IDENTIFICACIÓN

La foto-identificación (o foto-ID) es una técnica de investigación no invasiva que, en el caso de los cetáceos (ballenas, delfines y otros), consiste en la identificación individual de un ejemplar mediante la fotografía de alguna parte de su cuerpo. Esta técnica se basa en que cada individuo posee marcas, muescas o cicatrices naturales de forma y color únicas que lo diferencian de otros individuos, al igual que las huellas digitales en los seres humanos. Estas marcas no cambian, o se modifican levemente con el tiempo, y pueden ser reconocibles a lo largo de la historia de vida del animal.

En la ballena fin, se utiliza la forma y las marcas/muescas en su aleta dorsal. En la ballena azul, se utiliza el patrón de manchas en la zona dorsal, mientras que en la ballena jorobada se utilizan principalmente el patrón de coloración blanco/negro, las marcas y el borde de la parte ventral de la aleta caudal o cola, y de manera complementaria la forma y cicatrices de la aleta dorsal.

En el caso de los delfines se utiliza principalmente la aleta dorsal. En la ballena fin, se utiliza la forma y las marcas/muescas en su aleta dorsal. En la ballena azul, se utiliza el patrón de manchas en la zona dorsal, mientras que en la ballena jorobada se utilizan principalmente el patrón de coloración blanco/negro, las marcas y el borde de la parte ventral de la aleta caudal o cola, y de manera complementaria la forma y cicatrices de la aleta dorsal.

Se utilizan cámaras digitales especializadas (ej., Réflex o mirroless) y teleobjetivos de largo alcance (ej., 70-200mm, 100-400mm). Las fotografías se deben tomar al azar, de manera perpendicular al eje del cuerpo e idealmente por ambos costados del animal, y en lo posible poder capturar fotográficamente a la totalidad del grupo.

Es importante señalar que el tiempo máximo dedicado a la fotoidentificación no debe superar los 30 min, de manera de disminuir las perturbaciones sobre los animales.

Al finalizar el embarque es importante almacenar, digitalizar, catalogar y respaldar la información obtenida.

De las fotografías obtenidas se deben seleccionar las mejores imágenes. Estas imágenes deben cumplir con los supuestos de poseer un buen foco, nitidez, tamaño, ángulo y buena visibilidad de la aleta (*e.g.*, ausencia de agua que pueda afectar a la correcta identificación del individuo). Asimismo, se debe abarcar completamente la aleta y parte del dorso del individuo. Una vez seleccionadas las imágenes, éstas deberán ser editadas y ser archivadas con un código de identificación temporal compuesto por las iniciales del lugar, fecha de captura, identificación de la imagen (compuesta por un número y una letra; ejemplo 1_A) y las iniciales del investigador(a) que tomó la fotografía (ver ejemplo de codificación en Figura 1; adaptación de Mazzoil et al. 2004).

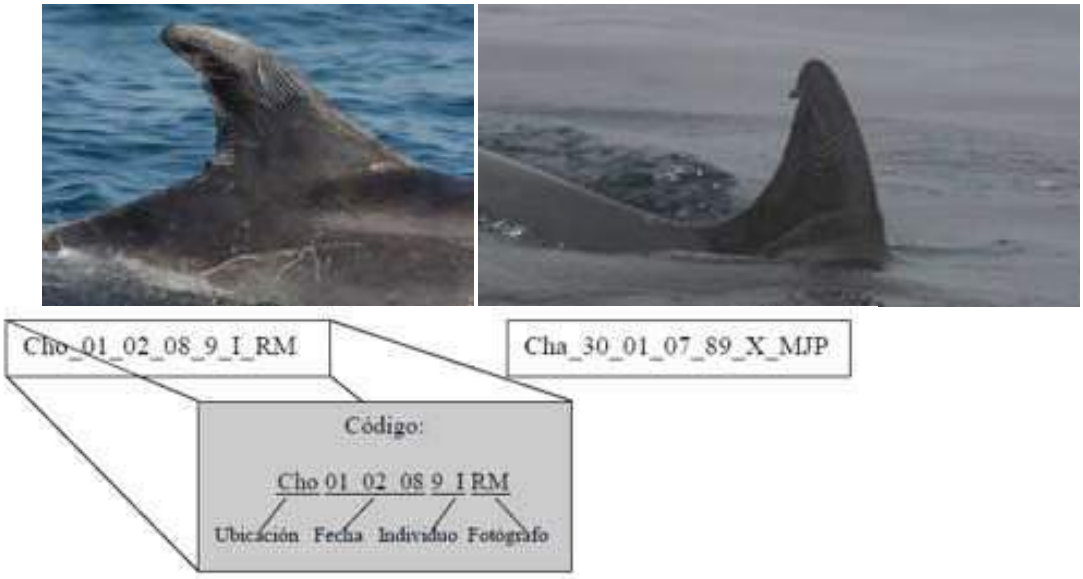


Figura 1. Ejemplo de fotografía adecuada (izquierda) y no adecuada (derecha) para identificación de individuos mediante la técnica de foto-identificación. Se observa el código de rotulación de fotografías tomadas por individuo.

Luego de realizar el proceso de clasificación y con el objeto de crear una base de datos compuesta por todos los individuos distintos identificados, se debe realizar el proceso de comparación entre todos los animales identificados en los avistamientos. Las imágenes pertenecientes a un mismo individuo en distintos avistamientos, se deben registrar en una planilla o matriz de presencia-ausencia. Al finalizar el trabajo de clasificación y comparación de las imágenes, se da forma al catálogo de identificación, que solo debe incluir la mejor foto para cada individuo registrado.

En base a lo anterior, como proceso de identificación individual de los delfines residentes presentes en la zona se pueden establecer los siguientes pasos, los cuales

serán repetidos secuencialmente en futuros informes de manera de contar con la información actualizada.
(1) selección inicial de fotografías que cumplen con los requisitos para una adecuada identificación de individuos.
(2) confección del catálogo que considere todos los individuos avistados y la mejor foto por individuo.
(3) comparación y actualización
A partir de esta base de datos y como análisis posterior se puede realizar la estimación de abundancia del grupo residente, mediante el Índice de Chapman (Chapman 1951).

Para el caso de otras especies de delfines, que no sean residentes, la estimación a realizar es una estimación del tamaño grupal. Para ello se realizan conteos desde la embarcación (mínimo, máximo y mejor estimado) y foto-identificación de los individuos del grupo, ajustando el resultado en el análisis posterior.

EJEMPLOS DE PLANILLAS

Para el registro de la información se utilizan planillas específicamente diseñadas. La primera planilla (Figura 2) es para el registro de información general, esfuerzo y las condiciones ambientales, y la segunda planilla (Figura 3) es para el registro de avistamientos de cetáceos.

PLANILLA MONITOREO DE CETÁCEOS

Planilla N°

Fecha: **Lugar:** **Observadores:**

Hora inicio: **Hora término:**

CONDICIONES AMBIENTALES Y ESFUERZO

Hora	Esfuerzo	WP	Cobertura	Altura de ola	Beaufort	Visibilidad	Observaciones			
hh:mm	inicio/fin	# GPS	%	m	0-11	%	ej. # foto, fecas			

Figura 2. Planilla para registro de condiciones ambientales.

REGISTRO DE AVISTAMIENTOS

Hora	WP	Especie	Señal	Número grupo (mín/máx/conteo)			Conducta	Foto id	Observaciones
hh:mm	# GPS		ej. Soplo	Total	Adultos	Crías	ej. Descanso	si/no	ej. Botes, aves, salto, fecas

Figura 3. Planilla para registro de avistamientos de cetáceos.

9.2.2 Guía de monitoreo de Chungungos:

Equipamiento y material necesario

- Binoculares preferentemente 10x42 y 10x50.
- Reloj (con registro de segundos).
- Intercomunicadores VHF o UHF (uno para cada observador).
- Planillas y lápiz para llenado de información.

Prospección para determinar presencia/ausencia de chungungos.

Para determinar la presencia/ausencia de chungungos se debe recorrer el borde costero de las islas para buscar individuos o signos de presencia indirecta de chungungos (i.e., madrigueras, defecaderos, fecas, restos de comida, huellas). Las madrigueras corresponden a cavidades que pueden encontrarse en rocas o arbustos, y son lugares que las nutrias utilizan para reproducirse o descansar. Los defecaderos o letrinas corresponden a lugares singulares donde las nutrias depositan sus excrementos con la finalidad de marcar el territorio con su olor. Generalmente se encuentran en la entrada o cercanías de las madrigueras. También pueden encontrarse fecas dispersas en el territorio de las nutrias, no necesariamente en defecaderos, las cuales generalmente son llevadas por el mar cuando sube la marea.

Las observaciones deben realizar en el hábitat de los chungungos, el cual comprende la franja litoral desde los 30 m por sobre la línea de alta marea y 150 m mar adentro desde la misma, (Ebensperger & Castilla 1991). Debido a las características topográficas de las islas, en general, las observaciones se realizan desde arriba de los acantilados (excepto isla Damas), para lo cual deben utilizarse binoculares 10x42 y 10x50. En caso de que haya acceso al borde costero, se debe descender y realizar la búsqueda individuos o signos de presencia de chungungos con mayor detalle entre las rocas. De acuerdo con Medina-Vogel et al. (2006), se debe prestar especial atención a las áreas rocosas, escarpadas y expuestas que poseen galerías y oquedades naturales, ya que corresponden a las áreas características que habita esta especie. También se debe revisar el borde inferior de los acantilados, que corresponde a la zona más alejada del mar, y en especial si existen derrumbes de rocas, ya que allí los chungungos tienen sus madrigueras. Una vez detectado un individuo o signo de presencia de chungungos, se debe registrar la ubicación geográfica con un GPS.

Con la finalidad de que los signos de presencia indirecta de chungungos sean adecuadamente identificados por los lectores de esta guía de monitoreo, en las Figura 1 se muestran imágenes de madrigueras de chungungos registradas en isla Chañaral, Choros y Damas. Asimismo, en la Figura 2 se muestran imágenes defecaderos, fecas y huellas.



Figura 1. Registro fotográfico de madrigueras registradas en isla Chañaral, isla Choros e isla Damas. Las flechas indican la o las entradas a la madriguera.

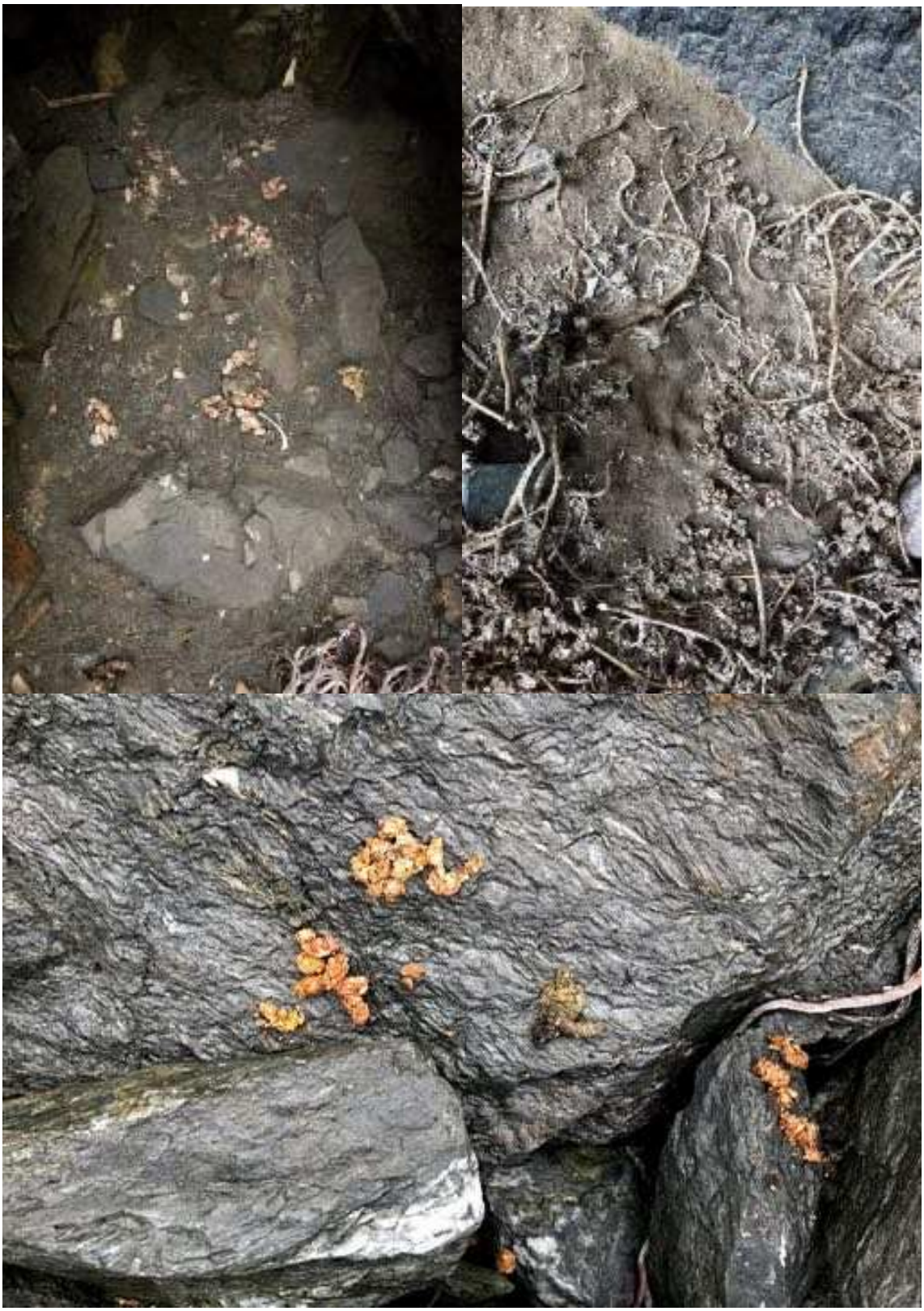


Figura 2. Signos de la presencia indirecta de chungungos. (A) Defecadero o letrina, (B) huellas de chungungo, y (C) fecas.

Estimación de abundancia y densidad de individuos.

La metodología que se propone para estimar abundancia y densidad de chungungos es la observación directa en el área de cada sitio (Medina-Vogel et al. 2006). Para esto, primero que todo debe conocerse la ubicación de las madrigueras. Para obtener esta información debe realizarse una campaña prospectiva previa a la estimación de abundancia, de acuerdo con los lineamientos planteados en el punto anterior. No obstante, esta información ya fue levantada en el marco del presente proyecto (Figura 3, 4 y 5). Posteriormente, el borde costero debe dividirse en sitios de aproximadamente 1 km de borde costero, aunque esta distancia puede variar según la topografía de cada isla. La o las madrigueras deben quedar en la zona central del sitio, aunque en zonas con alta densidad de madrigueras, la distribución de los observadores depende más de las características topográficas del borde costero. Dentro de cada uno de estos sitios es donde se realizarán las observaciones para estimar abundancia y densidad de chungungos, así como las observaciones de comportamiento. Brevemente, cada sitio se subdivide en tres sectores de similar tamaño, siendo delineados mediante marcas naturales del ambiente (e.g., rocas, grietas, salientes del acantilado, entre otros). De acuerdo con esto, tres observadores se deben ubicar sobre los acantilados, cada uno frente a un sector dentro del sitio, con el fin de registrar los avistamientos de chungungos (Figura 6). Las observaciones para determinar abundancia se deben realizar mediante escaneos simultáneos por los tres observadores durante 5min, separados por intervalos de 10min (tiempo durante el cual se realizarán observaciones de comportamiento, ver párrafo siguiente), para lo cual cada observador deberá registrar la presencia de chungungos solamente dentro de su sector de observación, sin solaparse con el sector del observador adyacente. Para las observaciones se utilizarán binoculares (idealmente 8x42 y 10x50), y los observadores deberán estar comunicados durante todo el periodo de estudio mediante intercomunicadores VHF o UHF. Durante los escaneos, si un observador avista un chungungo en su sector y el animal se desplaza hacia el sector adyacente, el observador deberá registrar el avistamiento y avisarle por radio al observador del sitio adyacente, con el objetivo de que no se produzca un doble conteo del individuo. Durante los escaneos se deberá poner especial atención en zonas rocosas, ya que los individuos pueden encontrarse descansando entre las rocas. La determinación de abundancia se realizará en períodos continuos de 2h, tres veces al día, en horarios mañana (9:30-11:30h), mediodía (12:30-14:30h) y tarde (15:30-17:30h).

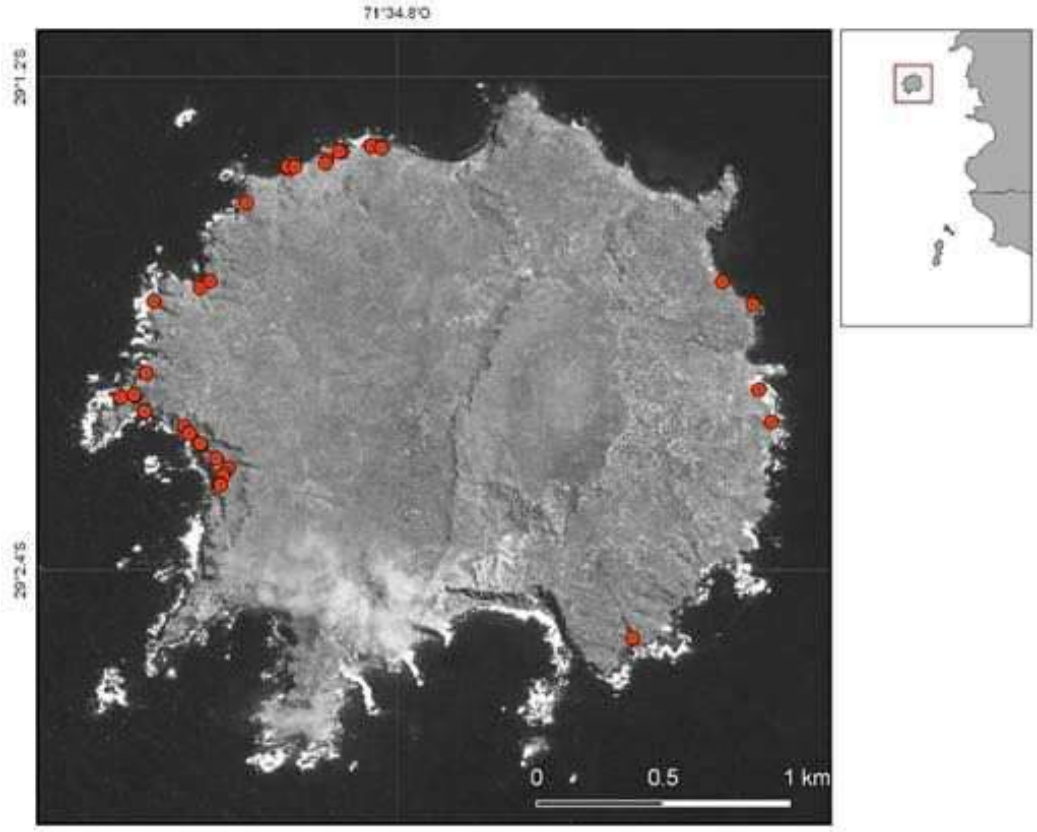


Figura 3. Ubicación geográfica de las madrigueras de chungungos en isla Chañaral.

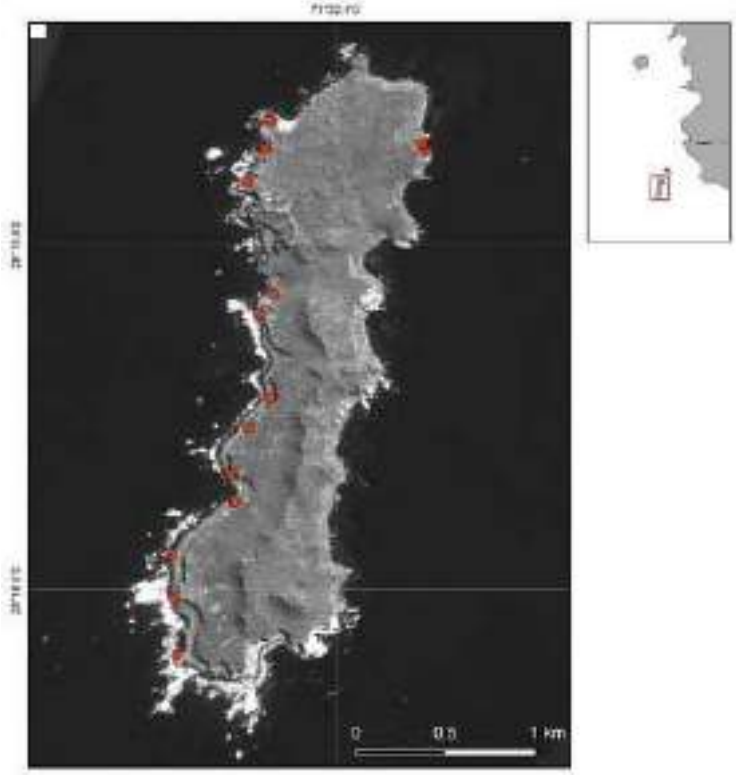


Figura 4. Ubicación geográfica de las madrigueras de chungungos en isla Choros.

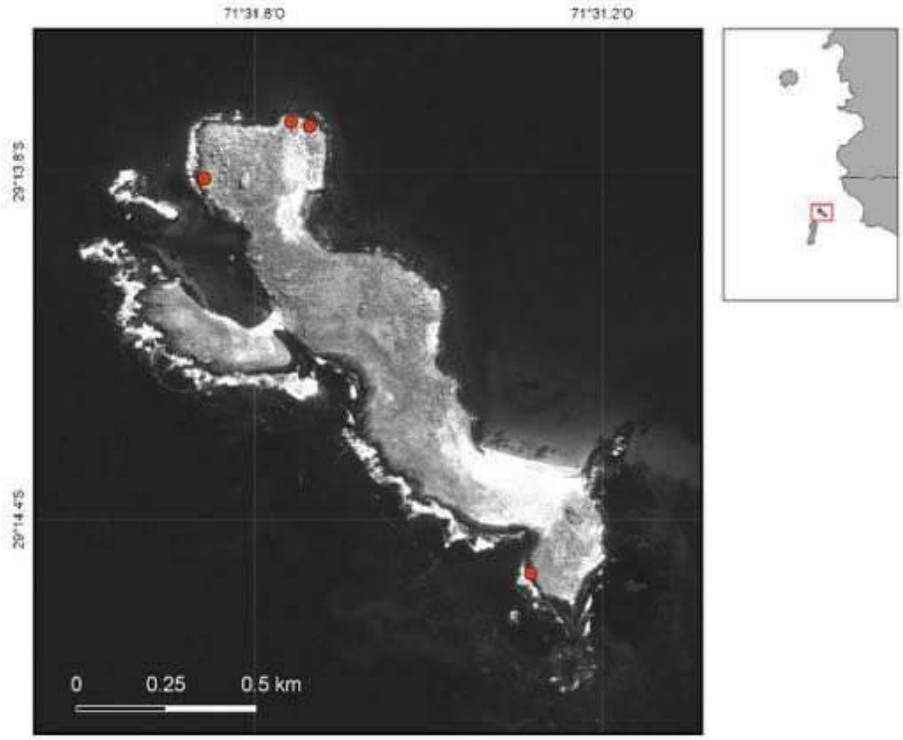


Figura 5. Ubicación geográfica de las madrigueras de chungungos en isla Damas.

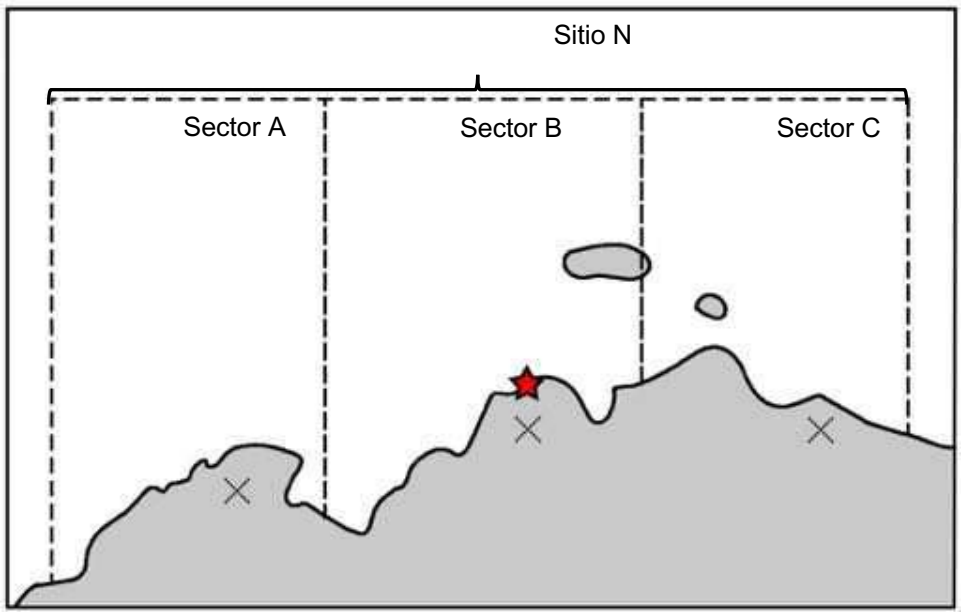


Figura 6. Mapa esquemático de la metodología de observación directa en el área de cada sitio (Medina-Vogel et al. 2006). Las X indican a tres observadores ubicados cada uno en un sector diferente (A, B y C) dentro del sitio N, la estrella roja indica la posición de una madriguera. Cada observador se encuentra separado por una distancia aproximada de 400m, aunque este valor puede variar de acuerdo con la topografía de las islas.

El número de individuos por sitio corresponderá al número máximo de "nutrias observables" (Medina-Vogel et al. 2006) registradas por los tres observadores simultáneamente durante un escaneo de 5 min durante las 6 h de observación diaria. Es importante destacar que este cálculo no corresponde al número acumulado (i.e., suma) de chungungos contados durante las 6 h de observación (ver Tabla 1 para un ejemplo de este cálculo). Las estimaciones de abundancia deben realizarse en un sitio diferente por día, y todos los sitios deben prospectarse durante la misma campaña (por ejemplo, 9 sitios en isla Chañaral = 9 días de trabajo). Esto permitirá tener una estimación del número de chungungos en cada sitio, y la suma del número máximo de nutrias registradas en cada sitio, permitirá obtener la abundancia relativa de animales en cada isla.

En las Figuras 7, 8 y 9 se muestra la división en sectores y la ubicación de los observadores en cada uno de estos sitios de acuerdo con el estudio de abundancia realizado en el presente proyecto, lo cual puede servir como base para futuros estudios.

Tabla 1. Ejemplo del análisis de datos para estimar el número máximo de nutrias observables en cada sitio. En este caso, se muestra el registro del número de chungungos realizado por tres observadores en su respectivo sector (sector A, B y C) dentro de un sitio. Como puede apreciarse, se presentan los datos de los escaneos realizados durante los intervalos de 5 min en la mañana, el mediodía y la tarde. En este ejemplo, el número máximo de nutrias observadas en dicho sitio fueron 9 individuos.

MAÑANA				
Intervalo	Sector A	Sector B	Sector C	Total
09:30-09:35	0	1	1	2
09:45-09:50	0	1	0	1
10:00-10:05	1	0	0	1
10:15-10:20	1	1	0	2
10:30-10:35	1	0	0	1
10:45-10:50	0	1	0	1
11:00-11:05	0	2	0	2
11:15-11:20	0	5	0	5
			Máximo	5

MEDIODÍA				
Invervalo	Sector A	Sector B	Sector C	Total
12:30-12:35	0	3	0	3
12:45-12:50	0	3	0	3
13:00-13:05	0	2	1	3
13:15-13:20	0	3	0	3
13:30-13:35	0	3	0	3
13:45-13:50	0	2	1	3
14:00-14:05	0	3	1	4
14:15-14:20	0	3	0	3
			Máximo	4

TARDE				
Intervalo	Sector A	Sector B	Sector C	Total
15:30-15:35	0	4	0	4
15:45-15:50	0	4	0	4
16:00-16:05	1	3	2	6
16:15-16:20	0	4	1	5
16:30-16:35	0	4	0	4
16:45-16:50	0	9	0	9
17:00-17:05	0	9	0	9
17:15-17:20	0	6	0	6
			Máximo	9

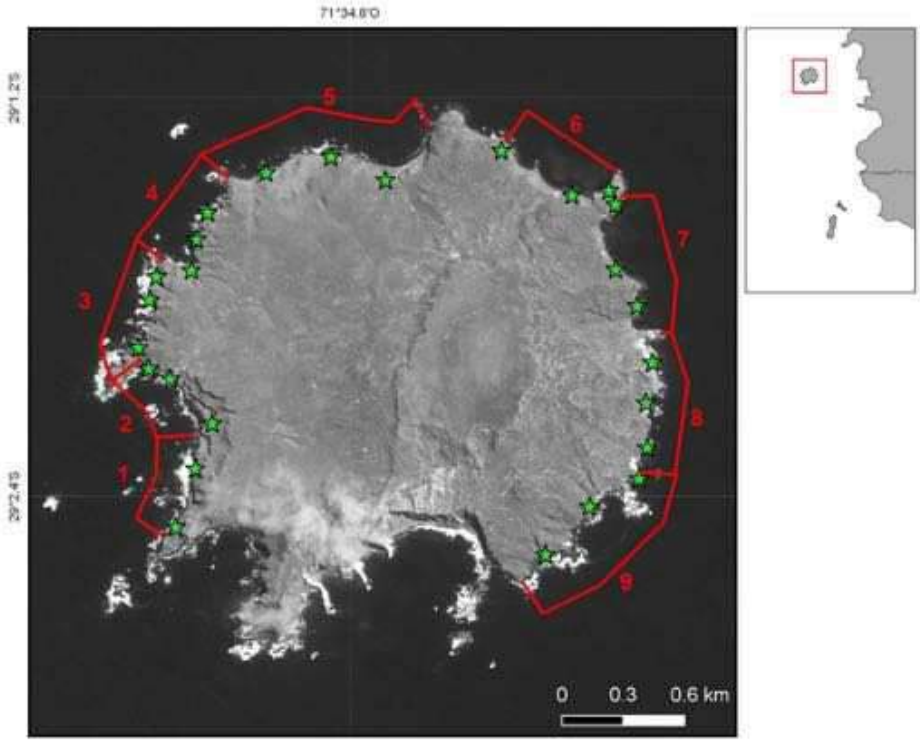


Figura 7. Delimitación de los nueve sitios de observación para estimar la abundancia de chungungos en isla Chañaral. Las estrellas muestran la ubicación de los observadores.

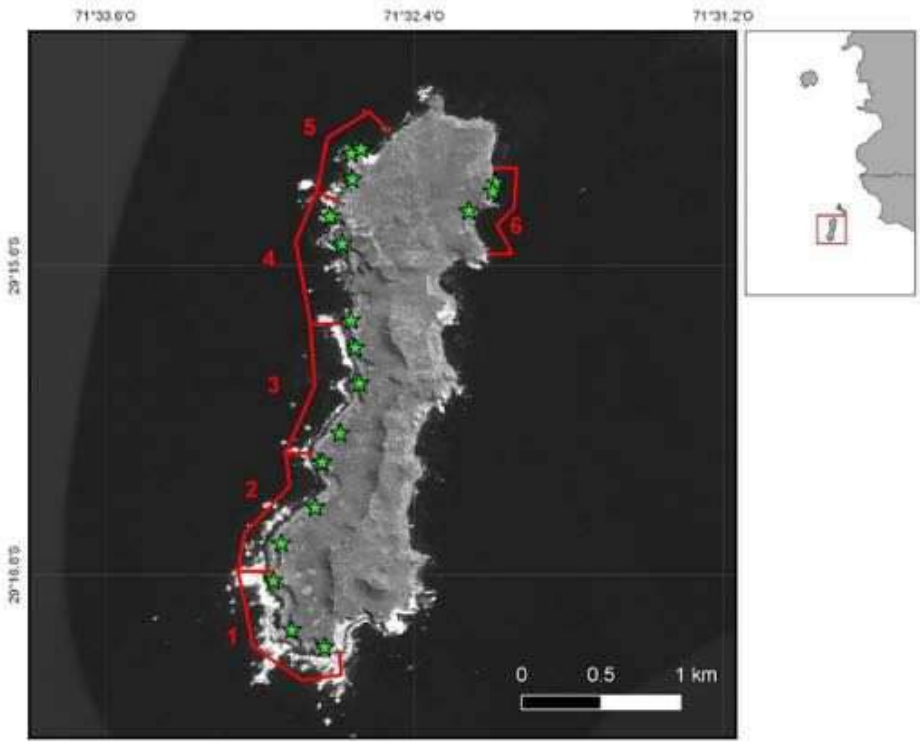


Figura 8. Delimitación de los seis sitios de observación para estimar la abundancia de chungungos en isla Choros. Las estrellas muestran la ubicación de los observadores.

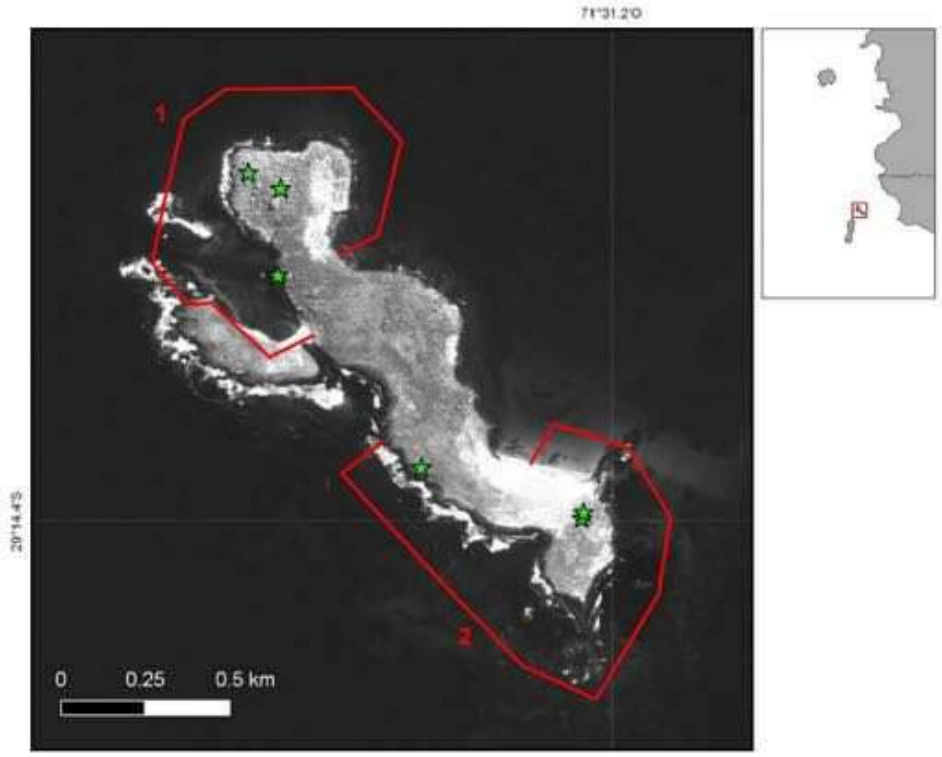


Figura 9. Delimitación de los dos sitios de observación para estimar la abundancia de chungungos en isla Damas. Las estrellas muestran la ubicación de los observadores.

Los datos de abundancia de chungungos pueden ser expresados como densidad de individuos, es decir, como número de individuos por kilómetro de costa. Para esto, se debe medir la extensión del borde costero de cada sitio en un mapa con escala 1:5.000. La expresión de los datos como densidad, permitirá hacer comparaciones entre islas, y con otros sitios fuera de las Reservas Marinas.

En la Tabla 2 se muestra la extensión del borde costero medida para los sitios prospectados en las tres islas (ver Figuras 7, 8 y 9).

Tabla 2. Extensión del borde costero (km) en los sitios prospectado en isla Chañaral, isla Choros e isla Damas, medido en un mapa a una escala 1:5000.

Isla Chañaral	
Sitio	**Extensión (km)**
1	0,59
2	0,66
3	0,83
4	0,71
5	1,18
6	0,80
7	0,99
8	0,89
9	1,40

Isla Choros	
Sitio	**Extensión (km)**
1	0,90
2	1,04
3	1,06
4	1,20
5	0,70
6	0,81

Isla Damas	
Sitio	**Extensión (km)**
1	1,54
2	1,90

Folio012376

Fechas de monitoreo

La frecuencia de muestreo va a depender de la pregunta que se quiera responder en el estudio. Si se requiere hacer estimaciones estacionales de la abundancia y densidad de chungungos, cada sitio debe ser visitado al menos una vez durante la estación respectiva. Se recomienda que durante una campaña de terreno se prospecten todos los sitios a la vez en cada isla, con la finalidad de evitar errores en la estimación de abundancia debido al movimiento de individuos entre sitios.

Registro de información (planillas)

En la Figura 10 se muestra la planilla utilizada para el registro de la abundancia de individuos mediante la metodología de observación directa en el área de cada sitio. Esta planilla debe ser llenada por cada uno de los observadores.

En el encabezado de la planilla deben registrarse datos como la isla que se está prospectado (en este caso Chañaral, Choros o Damas), el sitio (1, 2, 3, …), el sector dentro de cada sitio que le corresponde al respectivo observador (generalmente se denotan con letras A, B y C), la fecha y el nombre del observador. Posteriormente, una vez que comiencen los escaneos para registrar la abundancia de chungungos, se llena el resto de la información. La "hora inicio" corresponde al inicio del intervalo de observación de 5 min (e.g., 9:30 h), mientras que la "hora fin" corresponde a la hora que terminó el escaneo (e.g., 9:35). En la casilla "N° individuos" debe registrarse la cantidad de nutrias distintas que avistó el observador en su sector, durante los 5 min que duró el intervalo de escaneo. En "Observaciones" se anota información como presencia de crías, cópula, si el animal se desplaza a otro sitio, o cualquier información que se considere relevante. En caso de que un observador avista un chungungo en su sector y el animal se desplace hacia el sector adyacente, el observador deberá registrar el avistamiento y avisarle por radio al observador del sitio adyacente, con el objetivo de que no se produzca un doble conteo del animal. Por este motivo es muy importante que los observadores mantengan una comunicación constante entre ellos, y que puedan avisarse cuando comienzan y terminan los intervalos de escaneo.

PLANILLA ABUNDANCIA DE CHUNGUNGOS

Isla: *Chañaral* **Fecha:** *25-02-2020*
Sitio: *2* **Observador:** *Guido Pavez*
Sector: *B*

	Hora inicio	Hora fin	N° individuos	Observaciones
Mañana	9:30	9:35	1	
	9:45	9:50	0	

	Hora inicio	Hora fin	N° individuos	Observaciones
Mediodía				

	Hora inicio	Hora fin	N° individuos	Observaciones
Tarde				

Figura 10. Planilla de registro de información para la estimación de abundancia de chungungos. Se muestra un ejemplo del llenado de la planilla.

9.2.4 Guía de monitoreo de Lobos marinos:

EQUIPAMIENTO Y MATERIAL NECESARIO

- Binoculares preferentemente 10x42 y 10x50
- Cámara fotográfica con lente zoom (>200x)
- GPS
- Planillas y lápiz para llenado de información
- Software de conteo (Adobe PhotoShop o similar)

METODOLOGIA

Clasificación de las loberas:

Las loberas se clasifican en loberas reproductivas o parideros, las cuales se forman durante la época reproductiva con una estructura reproductiva característica llamada harén (macho adulto, hembras y crías), y en loberas de descanso o paraderos donde no hay presencia de crías o solo algunas pocas (<15) (Oliva et al. 2020).

Censos poblacionales:

En cada colonia o asentamiento de individuos se debe llevar un registro fotográfico de la totalidad de la colonia con una cámara digital. Las fotografías deben tomarse a una distancia de entre 20 a 100 metros de la colonia, dependiendo de las condiciones meteorológicas y de accesibilidad a la lobera. Las fotografías deben ser secuenciales y ligeramente superpuestas para garantizar una cobertura completa de la lobera.

Análisis de gabinete:

Sobre la base de la experiencia en censos poblacionales de lobos marinos, se considera que los censos directos de terreno están sujetos a diversas dificultades, tales como: (1) condiciones climáticas que impiden una adecuada observación, conteo y categorización de individuos sobre una embarcación; (2) desplazamiento de individuos, que puede llevar a una omisión o conteo doble (Sepúlveda et al. 2011). Es por ello que a través de las fotografías obtenidas en los censos de terreno, tres observadores experimentados deben realizar un conteo de los individuos y una categorización de acuerdo a su clase de edad y sexo (ver más adelante), utilizando para ello un programa de análisis de foto, como es el Adobe Photoshop. En la Figura 1 se muestra un ejemplo de la metodología empleada para categorizar a los individuos en dicho programa. Para el cálculo del número de individuos, en cada censo se utiliza el promedio matemático de los tres observadores, aproximado a la unidad más cercana. Las diferencias entre las estimaciones de los observadores no debe superar el 5%.



Figura 1. Ejemplo del uso del programa Adobe Photoshop para el conteo y categorización de individuos. En este ejemplo, los puntos azules corresponden a los machos adultos, los verdes a los machos subadultos, los rojos a las hembras, los celestes a juveniles y los amarillos a los Indeterminados.

Categorización en distintas clases de edad y sexo:

Basados en los caracteres secundarios de la especie, la población de lobos marinos comunes se divide según su composición por sexo y clase de edad funcional en las siguientes categorías: machos adultos, machos subadultos, hembras adultas, juveniles y crías (Figura 2, Tabla 1). Se suele incluir además la categoría de indeterminados, que corresponde a aquellos individuos que por su mala visibilidad no pueden ser asignados a ninguna de las categorías señaladas anteriormente. Los valores finales de cada censo corresponden al promedio de los conteos de cada observador.

Macho adulto



Macho subadulto



Hembra y juvenil



Cría



Figura 2. Clases de edad del lobo marino común.

Tabla 1. Caracteres secundarios para diferenciar sexo y clases de edad en el lobo marino común.

Categorías	**Caracteres Secundarios**
Machos adultos	Longitud superior a 2 metros, melena larga amarillenta evidente alrededor del cuello, hocico romo, cuello macizo. Cintura pélvica estrecha en relación a la cintura escapular.
Machos subadultos	Longitud inferior a 2 metros, cuello grueso, hocico romo y cintura pélvica estrecha. Sólo indicios de melena.
Hembras	Raramente más de 1.8 metros. Cuello esbelto, perfil aguzado, sin indicio de melena. Cintura pélvica ancha, zona de la cintura escapular redondeada. Variedad de color en el pelaje (pardo o amarillento).
Juveniles	Comprende a machos y hembras de entre 1 y 3 años de edad, variando su longitud entre 120 y 150 cms. para los machos; y 112 a 125 cms. para las hembras.
Crías	Animales nacidos durante la temporada reproductiva (diciembre a marzo). Presentan pelaje oscuro lustroso durante su primera etapa.
Indeterminados	Individuos que por su ubicación no pueden ser asignados a ninguna de las categorías anteriores.

Para el caso del lobo fino austral, los caracteres secundarios para las distintas clases de edad se muestran en la Figura 3 y la Tabla 9.6.



Figura 3. Clases de edad del lobo fino austral

Tabla 9.6. Caracteres secundarios para diferenciar sexo y clases de edad en el lobo fino austral.

Categorías	Caracteres Secundarios
Machos adultos	Longitud promedio de 1,89 metros y de 120 a 200 kg de peso. El hocico es aguzado y más alargado que en Otaria, el rhinarium es globoso y las aberturas nasales están dirigidas hacia adelante, por lo que la nariz sobrepasa la boca. Posee un pelaje muy denso, la coloración general del dorso y costados es café oscuro con tintes grisáceos, mientras la región ventral presenta tintes acanelados. El pabellón de la oreja es prominente.
Hembras	Longitud promedio de 1,41 metros y 50 kg de peso. Cuello esbelto y perfil aguzado al igual que los machos. Cintura pélvica ancha. Posee un pelaje muy denso, la coloración general del dorso y costados es café oscuro con tintes grisáceos, mientras la región ventral presenta tintes acanelados. El pabellón de la oreja es prominente.
Juveniles	Comprende a machos y hembras de entre 1 y 3 años de edad, variando su longitud y peso entre un ejemplar cría y la longitud promedio del macho y hembra adultos.
Crías	Animales nacidos durante la temporada reproductiva (noviembre a diciembre). Los recién nacidos miden entre 0,6 y 0,65 m y pesan entre 3,5-5,5 kg. Presentan pelaje inicialmente negro, y a partir del tercer mes adquieren el pelaje típico de adultos. Desarrollan una pequeña melena sobre los hombros. El pabellón de la oreja es prominente.
Indeterminados	Individuos que por su ubicación no pueden ser asignados a ninguna de las categorías anteriores.

9.2.5 Guía de monitoreo de Aves marinas

EQUIPAMIENTO Y MATERIAL NECESARIO

Para observar desde el bote será necesario contar como mínimo con:

- Cámara fotográfica digital con zoom mínimo de 100x
- Equipo GPS para registrar el punto de observación.
- Lápiz y planilla de toma de datos

Es de utilidad, pero no indispensable, contar con los siguientes implementos en terreno:

- Binoculares
- Guía de campo para identificación:

a) Aves de Chile. Álvaro Jaramillo
b) Aves de Chile. Sus islas oceánicas y Península Antártica. Enrique Couve.

METODOLOGIA

Puntos de conteo:

Aves como el piquero forman densas colonias en los acantilados de la isla, no visibles desde tierra. Al recorrer el perímetro de la isla en bote se deben identificar puntos de observación frente a las colonias en los acantilados. Se debe registrar cada punto de observación en el GPS y registrarlo en la planilla de datos 1.

Registro fotográfico para posterior conteo:

Tomar fotografías de cada punto de conteo que capture la mayor cantidad de aves en la colonia. En caso de que sea posible, tomar más de una fotografía para construir una panorámica de rocas o acantilados muy grandes y asegurarse de incluir todos los individuos posibles. Se debe registrar el código de las fotografías para cada punto de conteo georreferenciado en la planilla de datos 1.

Conteo de individuos:

Para cada punto de conteo se debe seleccionar una o varias fotografías, y registrarlas en la planilla de datos 2. Las fotografías deben cubrir la mayor cantidad del área de la colonia y bien enfocadas para facilitar el conteo (Figura 1). Utilizando un software para visualizar imágenes en el computador, se cuentan todos los individuos de cada punto de conteo y se registra la cantidad de individuos en la planilla de datos 2. En caso de ser posible, registrar también el número de nidos observados, huevos, pollos o juveniles en la colonia (Figura 2). En caso de utilizar más de una imagen se debe cuidar de contar cada individuo una sola vez y no repetir conteos. Se puede utilizar un software que permita marcar y contar elementos de la imagen (Ej: Image pro, Photoshop), aunque también se puede utilizar un software básico de visualización y un contador manual.

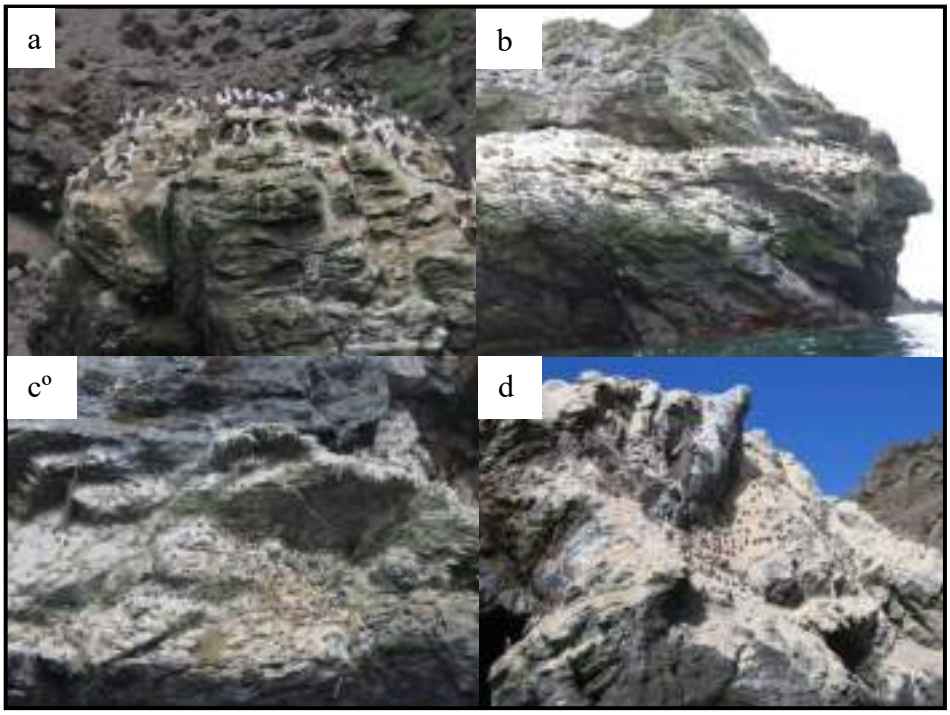


Figura 1 Puntos de observación de colonias activas de Piquero

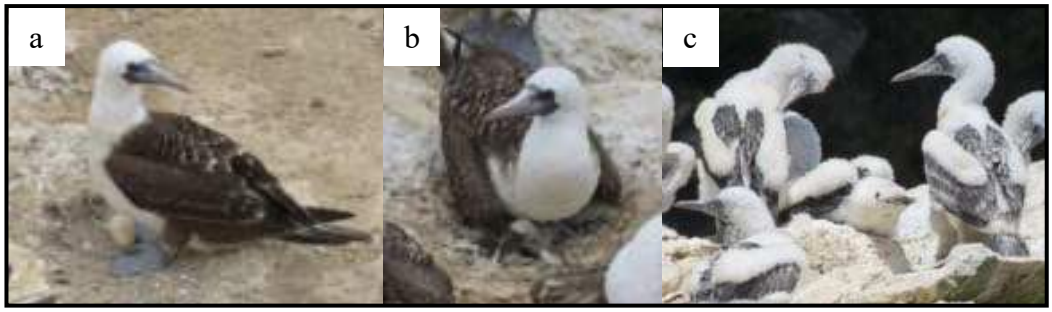


Figura 2. Seguimiento de colonia de piqueros. a) adulto incubando un huevo, b) adulto cuidando de pollo, c) pollos de 50 días

Registro de información (planillas):

Al momento de tomar los datos registrar la información en la planilla 1. Una vez realizado el conteo utilizando las fotografías registrar la información en la planilla 2 para cada especie.

Planilla 1

Monitoreo de aves marinas en acantilados, registro en terreno			
Fecha: *Ej: 17 enero 2020* **hora de inicio:** *Ej: 9:48* **Observador/es:**			
Punto GPS	**Registro fotográfico**	**Especies observadas**	**Comentarios**
Ej: #274	Ej: IMG_3534; IMG_3535; IMG_3537	Ej: Piquero, cormorán lile	Ej: 1 nido de lile entre colonia de piqueros

Planilla 2

Monitoreo de aves marinas en acantilados, conteo fotográfico									
ID GPS	**Fecha registro**	**Especie**	**nidos**	**huevos**	**Pollos o juveniles**	**adultos**	**individuos totales**	**Registro fotográfico**	**Obs.**
Ej: #274	*17 enero 2020*	*Piquero*	*48*	*61*	*27*	*284*	*311*	*Ej: IMG_3534; IMG_3535; IMG_3537*	*Solo algunos huevos visibles. Pollos con pocos días de edad*
Ej: #274	*17 enero 2020*	*Lile*	*1*	*3*	*0*	*2*	*2*	*IMG_3537*	*Pareja incubando*

Capítulo 10

Referencias bibliográficas

Bejder, L., A. Samuels, H. Whitehead, N. Gales, J. Mann, R. Connor, M. Heithaus, J. Watson-Capps, C. Flaherty & M. Krützen. 2006. Relative abundance of bottlenose dolphins (*Tursiops* sp.) exposed to long-term anthropogenic disturbance. Conservation Biology 20: 1791–1798.

Buchan, S. & A. Yori. 2019. Comparación de ruido subacuático emitido por motores de bencina y gas.

Castilla, J.C. & I. Bahamondes. 1979. Observaciones conductuales y ecológicas sobre *Lutra felina* (Molina, 1782) (Carnivora, Mustelidae) en la zona central y centro-norte de Chile. Archivos de Biología y Medicina Experimentales 112:119- 132.

Conservation Measures Partnership (CMP) 2007. Estándares abiertos para la práctica de la conservación. Disponible en: https://cmp-openstandards.org/wp-content/uploads/2014/03/CMP_Open_Standards_Version_2_Spanish.pdf

Ebensperger, L. & J.C. Castilla. 1991. Conducta y densidad poblacional de *Lutra felina* en Isla Pan Azúcar (III Región) Chile. Medio Ambiente 11: 79-83.

Gaymer, C.F., W. Stotz, R. Garay-Flühmann, G. Luna-Jorquera & M. Ramos. 2008. Evaluación de línea base de las Reservas Marinas "Isla Chañaral" e "Islas Choros-Damas". Informe Final Proyecto FIP 2006-56. 532 pp.

Higham, J.E.S., L. Bejder & D. Lusseau. 2009. An integrated and adaptive management model to address the long-term sustainability of tourist interactions with cetaceans. Environmental Conservation 35: 294–302.

McCarthy, M.A. & H.P. Possingham. 2007. Active adaptive management in conservation. Conservation Biology 21: 956–963.

Medina-Vogel, G., J.L. Bartheld, R. Alvarez & C. Delgado. 2006. Population assessment and habitat use of marine otter (*Lontra felina*) in southern Chile. Wildlife Biology 12: 191-199.

Oliva, D., L.R. Durán, M. Sepúlveda, D. Cárcamo, M. Pizarro, C. Anguita, M. Santos, A. Canto, P. Herrera, L. Muñoz, M. Orellana & P. Vásquez. 2020. Estimación poblacional de lobos marinos e impacto de la captura incidental. Informe Final Proyecto FIP 2018-54, 190 pp + Anexos.

Ostfeld, R.S., L. Ebensperger, L.L. Klosterman & J.C. Castilla. 1989. Foraging, activity budget and social behaviour of the South american marine otter *Lutra felina* (Molina,1782). National Geographic Research 5(4): 422-438.

Pavez, G., L. Muñoz, F. Barilari & M. Sepúlveda. 2015. Variation in behavioral responses of the South American sea lion to tourism disturbance: implications for tourism management. Marine Mammal Science 31: 427-439.

Pavez G, M. Santos-Carvallo, M.J. Pérez-Alvarez, M. Flores & M. Sepúlveda. 2016. Diversidad de aves y mamíferos en la reserva. En: Sepúlveda M, D. Oliva, G. Pavez & M. Santos-Carvallo (eds): Caleta Chañaral de Aceituno: Destino turístico de alta

calidad para el avistamiento de cetáceos, otros mamíferos y aves marinas. Pp. 23-60.

Pérez, M.J., F. Thomas, F. Uribe, M. Sepúlveda, M. Flores & R. Moraga. 2006. Fin whales (*Balaenoptera physalus*) feeding on *Euphausia mucronata* in nearshore waters off North-central Chile. Aquatic Mammals 32(1): 109-113.

Pizarro-Neyra, J. 2008. Mortality of the marine otter (*Lontra felina*) in southern Peru. IUCN Otter Specialist Group Bulletin 25: 94-99.

Santos-Carvallo, M., M. Sepúlveda, R. Moraga, M.F. Landaeta & M.J. Pérez-Álvarez. 2018. Occurrence, site fidelity and behavior pattern of transient bottlenose dolphins in the Humboldt Current System off north-central Chile. Pacific Science 72: 41-*56*

Schlatter, R.R & R. Hucke-Gaete. 1999. Importancia de la cooperación internacional para la conservación de aves y mamíferos marinos presentes en Chile. Estudios Oceanológicos 18: 13-24.

Sepúlveda, M., D. Oliva, A. Urra, M.J. Pérez, R. Moraga, D. Schrader, P. Inostroza, A. Melo, H. Díaz & W. Sielfeld. 2011. Abundance and status of South American sea lions (*Otaria flavescens*) off Central Chilean coast. Revista Chilena de Historia Natural 84(1): 97-106.

Sepúlveda M, D. Oliva, G. Pavez & M. Santos-Carvallo. 2016. Caleta Chañaral de Aceituno: Destino turístico de alta calidad para el avistamiento de cetáceos, otros mamíferos y aves marinas. 124 pp. ISBN 9 78-956-368-261-8

Sepúlveda M, M. Santos-Carvallo & G. Pavez. 2017. Whale-watching en la Reserva Marina Isla Chañaral: Manejo y planificación para una actividad sustentable. 84 pp. ISBN 978-956-368-225-0.

Sepúlveda M., T. Martínez, D. Oliva, P. Couve, G. Pavez, C. Navarro, M. Stehlik, L.R. Durán & G Luna. 2018. Spatial and temporal variation in the interaction of South American sea lions and the artisan gillnet fishery in Chile. Fisheries Research 208: 147-152.

Sepúlveda, M., G. Luna, M. Santos-Carvallo, G. Pavez, M.J. Pérez-Alvarez, C. Olavarría, C. Fernández, C. Hernández, A. Ardiles, P. Hernández, F. Barilari & M. Flores. 2020. Determinación del estado poblacional en las Reservas Marinas Isla Chañaral e Islas Choros y Damas, de las especies delfín nariz de botella, chungungo, pingüino de Humboldt y cetáceos. Pre-Informe Final Proyecto FIPA 2018-43.

Simeone, A., M. Bernal & J. Meza. 1999. Incidental mortality of Humboldt Penguins *Spheniscus humboldti* in gillnets, central Chile. Marine Ornithology 27: 157- 161.

República de Chile
Ministerio del Medio Ambiente
MCPB/DMV

INICIA EL PROCEDIMIENTO ABREVIADO PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE RECUPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y GESTIÓN DEL PINGÜINO DE HUMBOLDT (*Spheniscus humboldti*)

RESOLUCIÓN EXENTA N° 0720

SANTIAGO, 30 JUN 2022

VISTOS: Lo dispuesto en los artículos 37 y 70 letras a) e i) de la Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente; en el Decreto Supremo N° 1, de 2014, del Ministerio del Medio Ambiente, que aprueba Reglamento para la Elaboración de Planes de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies; en la Resolución Exenta N° 51, de 30 de enero de 2015, que Designa Integrantes del Comité de Planes de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies, y en las resoluciones N° 1111, de 11 de septiembre de 2019, N° 376, de 6 de mayo de 2020, y N° 1348, de 1 de diciembre de 2020, todas del mismo Ministerio, que designan, oficializan y reemplazan, respectivamente, a integrantes de dicho Comité; en el Acta N° 6 del Comité de Planes de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies, de 7 de abril de 2021; en el Ordinario N° 113 de 2 de marzo de 2022, del Director Ejecutivo de la Corporación Nacional Forestal, que ingresa la propuesta de Plan de Recuperación, Conservación y Gestión del Pingüino de Humboldt; en el memorándum N° 240/2022, de 13 de mayo de 2022, de la División de Recursos Naturales y Biodiversidad del Ministerio del Medio Ambiente; en la Resolución Exenta N° 328, de 2022, del Ministerio del Medio Ambiente, que Extiende aplicación de las medidas extraordinarias de visación de documentos del Ministerio del Medio Ambiente - Subsecretaría del Medio Ambiente, a raíz de la alerta sanitaria por brote de coronavirus (COVID-19); en la Resolución Nº 7, de 2019, de la Contraloría General de la República, que fija normas sobre exención del trámite de toma de razón; y,

CONSIDERANDO:

1. Que es deber del Estado tutelar la preservación de la naturaleza, así como velar por la protección y conservación de la diversidad biológica del país.

2. Que, conforme lo dispone el artículo 70 letra i) de la ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, es atribución del Ministerio del Medio Ambiente proponer políticas y formular planes, programas y acciones que establezcan los criterios básicos y las medidas preventivas para favorecer la recuperación y la conservación de los recursos hídricos, genéticos, la flora, la fauna, los hábitats, los paisajes, ecosistemas y espacios naturales, en especial los frágiles y degradados, contribuyendo al cumplimiento de los convenios internacionales de conservación de la biodiversidad. Uno de dichos instrumentos son los planes de recuperación, conservación y gestión de especies, referidos en el artículo 37 de la ley N° 19.300.

3. Que los planes de recuperación, conservación y gestión de especies constituyen un instrumento administrativo que contiene el conjunto de acciones, medidas y procedimientos que deberían ejecutarse para recuperar, conservar y manejar especies que hubiesen sido clasificadas en el marco del Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres según Estado de Conservación, de acuerdo al artículo 37 de la ley N° 19.300.

4. Que el Decreto Supremo N° 1, de 2014, del Ministerio del Medio Ambiente, que aprueba Reglamento para la Elaboración de Planes de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies (en adelante, el Reglamento), dispone en lo pertinente, en su Artículo 21. Que: "Procedimiento abreviado. En caso que exista un plan previamente elaborado por terceros, éste podrá oficializarse como Plan de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies, a través de un procedimiento abreviado. Para tal efecto deberá reunir los siguientes requisitos copulativos: a) Recaer en especies o grupos de especies que sean definidas como prioritarias para la elaboración de planes; b) Haber considerado, durante su proceso de elaboración, la opinión de los órganos públicos con competencia en la materia, así como de personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, con conocimiento o experiencia en la materia; y c) Contemplar los contenidos establecidos en el artículo 4 del presente reglamento. Este procedimiento se iniciará con una resolución del Subsecretario del Medio Ambiente, en la cual se consignará la aplicación del procedimiento abreviado conforme a este artículo, la o las especies que serán objeto del plan, la identificación del plan elaborado por terceros sobre el cual trabajará el Comité de Planes, y la orden de apertura de un expediente público del plan. Dicha resolución deberá ser publicada en la página electrónica del Ministerio y un extracto de la misma en un diario de circulación nacional.".

5. Que la especie Pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*) ha sido clasificada de acuerdo al Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres según Estado de Conservación bajo la categoría Vulnerable, según consta en el Decreto Supremo N° 50, de 2008, del Ministerio Secretaría General de la República.

6. Que tal especie se encuentra amenazada por presencia de especies exóticas invasoras, interacción con pesquerías, destrucción de hábitat de nidificación y de alimentación, especies introducidas y el turismo no regulado. También pueden mencionarse la ocurrencia de procesos naturales que pueden afectar seriamente al éxito reproductivo, principalmente por la ocurrencia de lluvias torrenciales que inundan los nidos y la disminución del alimento disponible.

7. Que, en sesión del 7 de abril de 2021, el Comité de Planes acordó proponer al Pingüino de Humboldt como especie prioritaria para la elaboración de un Plan de Recuperación, Conservación y Gestión.

8. Que, mediante Ordinario N° 113 de 2 de marzo de 2022, del Director Ejecutivo de la Corporación Nacional Forestal, se ingresó la propuesta de Plan de Recuperación, Conservación y Gestión del Pingüino de Humboldt, para ser tramitado mediante el procedimiento abreviado contenido en el artículo 21 del Decreto Supremo N° 1 de 2014, de este Ministerio, que establece el Reglamento para la Elaboración de Planes de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies.

9. Que la propuesta de Plan de Recuperación, Conservación y Gestión del Pingüino de Humboldt cumple con los requisitos contenidos en el artículo 21 del Reglamento citado.

RESUELVO:

1. **INÍCIESE** el procedimiento abreviado para la elaboración del Plan de Recuperación, Conservación y Gestión del Pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), de conformidad a lo dispuesto en el artículo 21 del Reglamento para la Elaboración de Planes de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies.

2. **REVÍSESE** por el Comité de Planes la propuesta de Plan de Recuperación, Conservación y Gestión del Pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*) elaborado por la Corporación Nacional Forestal.

3. **FÓRMESE** expediente público del Plan de Recuperación, Conservación y Gestión del Pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*).

4. **PUBLÍQUESE** en extracto en un diario de circulación nacional y en la página electrónica del Ministerio del Medio Ambiente.

ANÓTESE, COMUNÍQUESE, PUBLÍQUESE, Y ARCHÍVESE

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE SUBSECRETARIO

MARIE CLAUDE PLUMER BODIN
SUBSECRETARIA (S) DEL MEDIO AMBIENTE

MCB/AEG/GBB/CTE

Distribución:
- Archivo División Jurídica.
- Archivo División de Recursos Naturales y Biodiversidad.
- Expediente Plan.

INFORME TÉCNICO

REVISIÓN DEL INFORME "ANÁLISIS ACTUALIZADO DEL COMPORTAMIENTO DE LA VEGETACIÓN EN LAS ÁREAS DEL CORREDOR BIOLÓGICO PANTANILLO, CIÉNAGA REDONDA Y QUEBRADA VILLALOBOS"

INFORME FINAL

Preparado por

Biota Gestión y Consultorías Ambientales Ltda.

Para

Kinross

Diciembre de 2015

INFORME TÉCNICO

"REVISIÓN DEL INFORME "ANÁLISIS ACTUALIZADO DEL COMPORTAMIENTO DE LA VEGETACIÓN EN LAS ÁREAS DEL CORREDOR BIOLÓGICO PANTANILLO, CIÉNAGA REDONDA Y QUEBRADA VILLALOBOS"

INFORME FINAL

Empresa Ejecutora: Biota Gestión y Consultorías Ambientales Ltda.

Domicilio: Miguel Claro 1224, Providencia.

Representante legal: Patricio Bobadilla Z.

Encargado del Estudio: Luis Faúndez Y. Director de Proyectos.

Equipo Técnico: Luis Faúndez Y.

Miguel Escobar V.



……

Responsable Técnico

Luis Faúndez Yancas

Ingeniero Agrónomo

Folio012393

INDICE DE CONTENIDOS

1.- REVISIÓN DE LA RESPUESTA A LA RES. EX. N°11/D-14-2015 POR PARTE DEL SAG. 4

1. 1- Tipos de imágenes utilizadas. 4

1.2- Temporalidad de las imágenes utilizadas. 6

1.3. Niveles de Actividad de la Vegetación presente en cada humedal 7

2.- EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LOS HUMEDALES DE "BARROS NEGROS" (VALLE ANCHO) Y VILLALOBOS. 8

2.1. Resultados 8

Humedal de Barros Negros (Valle Ancho) 8

Humedal de Villalobos 11

Folio012394

Biota ha revisado el informe "Análisis Actualizado del Comportamiento de la vegetación en las áreas del Corredor Biológico Pantanillo, Ciénaga Redonda y Quebrada Villalobos", elaborado por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) en respuesta a la consulta realizada por la Superintendencia de Medio Ambiente formulada a través de la Res. Ex. N°11/D-14-2015, en el marco del proceso de sanción iniciado por esta última.

1.- Revisión de la Respuesta a la Res. Ex. N°11/D-14-2015 por parte del SAG.

Como resultado de la revisión del referido informe de actualización del análisis multitemporal de los sectores Ciénaga Redonda, Barros Negros Pantanillo y Villalobos, es posible indicar que este contiene errores metodológicos que invalidan las conclusiones generadas a partir de ellos, y que estos errores radican en el tipo de imagen utilizada para el análisis multitemporal y en la fecha de comparación de las mismas.

A continuación se presenta el análisis de estos aspectos:

1. 1- Tipos de imágenes utilizadas.

Para el análisis multitemporal de Valle Ancho (incluido en el sector de Barros Negros) y Quebrada Villalobos se utilizaron imágenes provenientes de distintos sensores que presentan distinta resolución espacial y espectral. De acuerdo con Chuvieco (2002[1]) el análisis multitemporal requiere que las imágenes a comparar se ajusten geográficamente y radiométricamente entre sí; este último factor se refiere a que se debe minimizar la variación entre las imágenes a comparar producto de las diferencias en las condiciones de observación, condiciones atmosféricas y/o calibraciones del sensor, estos tres factores pueden afectar la signatura (firma o característica) espectral de un pixel aunque se mantenga constante la cubierta a observar. Se hace necesario realizar un proceso de normalización de las imágenes que permita su comparación, sobre todo si provienen de sensores distintos. Este proceso no se menciona en el informe emanado por la autoridad, por lo tanto no se conoce si ha sido realizado.

En el análisis del humedal de Barros Negros (Valle Ancho) se utilizaron imágenes provenientes de la constelación de satélites RapidEye (abril 2013) e imágenes provenientes de la constelación SPOT 7 (febrero 2014), ambos tipos de imágenes presentan una serie de diferencias entre las que destacan las resolución espacial y rango espectral de cada uno de ellos, en el Cuadro 1 se muestran las características principales de los sensores utilizados en el análisis, se agregan también las características técnicas de las imágenes *Pleiades* utilizada en el humedal de Villalobos.

[1] Chuvieco, E. 2002. Teledetección ambiental: la observación de la tierra desde el espacio. Ed. Ariel, 2ª Ed.; 586 pp.

Cuadro 1: Especificaciones comparativas de los sistemas SPOT 7 [2], RapidEye[3] y Pleiades[4].

Característica	SPOT 7	RapidEye	Pleiades
Resolución espacial	1,5 m	5 m	Pancromático: 0,5 m Multiespectral: 2 m
Rango espectral			
Pancromático	450-745 nm	No posee	470-830 nm
Azul	450-520 nm	440-510nm	430-550 nm
Verde	530-590 nm	520-590 nm	500-620 nm
Rojo	625-695 nm	630-985 nm	590-710 nm
Red-edge	No posee	690-730 nm	No posee
NIR	760-890 nm	760-850 nm	760-890 nm

Fuente: elaboración propia a partir de la especificaciones técnicas de cada sensor.

En el cuadro anterior se puede observar que existen diferencias espaciales entre ambos sensores que determinan un distinto grado de sensibilidad con que una misma cubierta vegetal es evaluada por cada sensor. Más relevante aún son las diferencias espectrales que poseen cada una de las bandas que componen la imagen resultante de cada satélite, estos valores diferenciales por muy pequeños que sean inciden directamente sobre los valores de banda que puede tener un pixel en particular en cada una de las imágenes en un momento determinado, esto se complejiza más aun si los valores de las distintas bandas de cada imagen se usan de manera combinada tal como es el caso de los índices de vegetación que corresponden a una operación algebraica entre bandas de una misma escena. Eventualmente, se podría hacer un análisis multitemporal con imágenes provenientes de dos sensores distintos, para lo cual las escenas a utilizar deberían ser corregidas geométrica y espectralmente, lo que significa que se debe asegurar que se está situado en la misma zona para ambas fechas, y que la variable que se esta comparando esté en la misma escala de medida (Chuvieco 2002[5]).

Así, el análisis realizado en Barros Negros (Valle Ancho) se basa en la comparación de imágenes de dos sensores distintos que presentan diferencias espectrales y dado que no se indica si se realizaron correcciones geométricas y espectrales de las imágenes, se considera que los valores del índice de vegetación utilizado (SAVI) son inválidos si no se han realizado las correcciones necesarias que permitan igualar la magnitud de los valores del índice en cada escena, además **el propio SAG señala en su Informe SAG Ciénaga Redonda, Barros Negros Pantanillo 2013 que no**

[2] http://www2.geo-airbusds.com/files/pmedia/public/r12785_9_spot6-7_ficha_tecnica.pdf
[3] http://www.geosoluciones.cl/documentos/rapideye/RapidEye_Mosaic_Product_Specifications_ES.pdf
[4] http://www.imagine-it.cl/web/index.php/imagenes-satelitales/2013-11-19-17-13-00/pleiades
[5] Chuvieco, op cti.

se pueden utilizar imágenes provenientes de distintos sensores en un análisis multitemporal si sus rangos espectrales son distintos ya que los montos de reflectividad no son comparables (Informe SAG Ciénaga Redonda, Barros Negros Pantanillo 2013, página 11, párrafo 5).

Lo mismo ocurre con el análisis de Quebrada Villalobos, donde además la autoridad reconoce la diferencia de escalas de los sensores utilizados y su influencia sobre el análisis, sin embargo no hace lo mismo respecto de las diferencias espectrales entre los sensores utilizados lo que, según lo anteriormente expuesto, puede distorsionar aún más el análisis de la respuesta de la vegetación mediante índices espectrales (NDVI, SAVI, etc.).

Producto de lo anterior, es que el análisis entregado por la Autoridad presentaría inconsistencias metodológicas, en relación con los requisitos de las imágenes para el desarrollo de un análisis multitemporal, que invalidan los resultados obtenidos.

1.2- Temporalidad de las imágenes utilizadas.

Para la evaluación comparativa en Barros Negros (Valle Ancho) se utilizaron imágenes correspondientes a los meses de abril de 2013 y febrero de 2014, existe entre ambas fechas un desfase de poco más de un mes dentro del ciclo de crecimiento natural del humedal evaluado. Considerando que el período de crecimiento de los sistemas de vegetación azonal hídrica altoandina ocurre en no más de 6 meses al año, noviembre a abril aproximadamente (ver gráfico 1), las diferencias de más de un mes en las imágenes, captura también las diferencias dentro del ciclo de crecimiento de la vegetación, lo que claramente puede resultar significativo al momento de evaluar su estado y evolución en este tipo de sistemas. La Literatura recomienda (Chuvieco 2002[6]) que las imágenes a comparar sean de la misma época del año a fin de aislar o minimizar los cambios producidos por distintos estadios fenológicos en las cubiertas vegetales analizadas.

En el gráfico 1 se muestra la relación entre la temperatura, precipitación y la tasa de crecimiento relativa de distintos tipos de praderas y matorrales del tipo hídrico presentes en la zona altiplánica del país, en cual fue elaborado a partir de la recopilación de antecedentes climáticos (CNR - CIREN, 2007)[7], y el modelo de crecimiento de distintas praderas altiplánicas presentado por Castellaro (2005)[8].

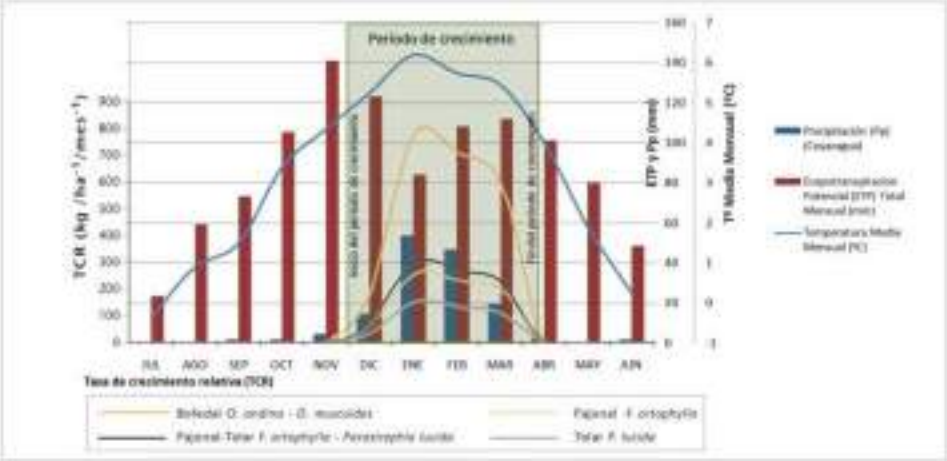
[6] Chuvieco, op cti.

[7] CNR - CIREN, 2007. Calculo y cartografía de la evapotranspiración potencial en Chile, informe final. Comisión Nacional de Riego (CNR) – Centro de información de recursos naturales (CIREN). 14 pp más anexos.

[8] Castellaro G., 2005. Manejo nutritivo de la vicuña en condiciones de pastoreo. En: Galaz J. & Gonzáles G. (Eds.). Técnicas para el Manejo Productivo de la Vicuña (Vicugna vicugna Molina, 1782) en Chile. Corporación Nacional Forestal (CONAF) – Fundación para la Innovación Agraria (FIA), pág. 230.

Folio012397

Gráfico 1: Tasa de crecimiento relativa de distintos tipos de praderas altiplánicas y su relación con la temperatura media y precipitación del sector altiplánico.



Caso similar se registra en el análisis desarrollado en quebrada Villalobos, donde, junto con utilizar distintos sensores y con diferente resolución espacial y espectral, tal como se explicó precedentemente, hay una diferencia entre las imágenes RapidEye (abril 2014) y Pleidaes (noviembre 2012) las cuales corresponden temporalmente al término y al inicio del período de actividad de la vegetación en el humedal y que concuerdan con períodos de baja actividad de la misma, tal como se puede apreciar en el ejemplo mostrado en el gráfico 1.

1.3. Niveles de Actividad de la Vegetación presente en cada humedal

Otro detalle no menos importante es que la comparación se realiza entre humedales que presentan niveles de actividad de la vegetación muy distintos. Así, el humedal de Barros Negros (Valle Ancho) presenta niveles de actividad que van desde niveles muy bajos en aquellos sectores con escasa vegetación, los cuales además ocupan una importante superficie del humedal, presenta también sectores con una alta actividad en aquellas áreas con mayor disponibilidad hídrica, mientras que el humedal de Villalobos corresponde a una unidad relativamente continua y que presenta una alta actividad de la vegetación en gran parte de su extensión dada su alta disponibilidad hídrica lo que lo hace poco comparable con el humedal de Barros Negros (Valle Ancho) y los demás ubicados en el sistema Pantanillo-Cienaga Redonda.

En definitiva, se puede concluir que el análisis efectuado por la Autoridad presenta debilidades metodológicas que hacen que los resultados obtenidos no puedan ser considerados concluyentes, debido principalmente a que en las comparaciones se emplean diferentes sensores, no dejando claro en el informe si se realizaron las correcciones geométricas, espectrales y la normalización de los valores de las escenas a comparar, además se realizan comparaciones con desfase de fechas ,y la comparación se realiza entre unidades de vegetación que poseen un comportamiento distinto en términos de la actividad de la vegetación.

Folio012398

2.- Evaluación comparativa de los humedales de "Barros Negros" (Valle Ancho) y Villalobos.

Considerando lo anterior, con el propósito de estudiar la dinámica de estos sistemas y verificar los resultados de la autoridad, Biota ha realizado una evaluación temporal de los humedales de Barros Negros (Valle Ancho) y Villalobos que busca medir el estado de la vegetación en dos fechas distintas para posteriormente contrastar ambas fechas; los datos a evaluar se han obtenido en momentos en que la superficie terrestre presente estados similares, a fin de minimizar las diferencias producidas por el cambio temporal de la cubierta vegetal y se ha utilizado el mismo sensor con las respectivas correcciones, utilizando como parámetros de comparación unidades de vegetación homologas entre sí, en términos del tipo de vegetación y sus propiedades.

Se procedió a evaluar el estado de la vegetación mediante el cálculo del índice de vegetación NDVI (índice de vegetación de diferencia normalizada) en ambos humedales utilizando dos imágenes provenientes del satélite Landsat 7 (sensor ETM+, producto SR) capturadas en el mes de febrero de cada año con fechas 15-02-2013 y 18-02-2014 respectivamente.
Este análisis tiene como propósito corroborar si los resultados obtenidos por la Autoridad (informe SAG), en términos de la variación de la superficie de vegetación activa, son coincidentes o no.

2.1. Resultados

A diferencia de lo presentado en el "Estudio Multitemporal de la Vegetación Azonal Hídrica, Sectores Pantanillo, Valle Ancho, Barros Negros y Ciénaga Redonda" (Biota 2015), acompañado en los descargos presentados por Compañía Minera Maricunga, el presente análisis permite cuantificar en términos de superficie el estado de la vegetación y la variación interanual que la vegetación activa presentó entre ambas temporadas, segregando entre vegetación activa y áreas sin vegetación (vegetación seca o de baja actividad y suelo desnudo), estableciendo para ello un valor umbral del NDVI. Se utilizó un valor umbral de NDVI de 0,18[9] que representa el límite entre la vegetación seca o de baja actividad, y la vegetación activa en el humedal de Barros Negros (Valle Ancho) según los resultados obtenidos en Biota, 2015.Se utilizó este mismo valor para segregar la vegetación en el humedal de Villalobos, y de este modo poder comparar ambas áreas, los resultados del análisis interanual para ambos humedales se presentan a continuación.

Humedal de Barros Negros (Valle Ancho)

En este humedal, para un valor umbral del NDVI (Landsat SR) de 0,18 se tiene una superficie de vegetación activa[10] para el año 2013 de 108,72 ha, mientras que el año 2014 presenta una superficie de 103,5 ha, lo que equivale a una disminución del 4,8% de la superficie de vegetación activa entre ambas temporadas (ver cuadro 2), lo que no se equipara en ningún caso con lo señalado por la Autoridad, quien afirma que en este humedal existe una disminución de alrededor de un 40% de la superficie de vegetación activa. En la figura 2 se muestra la comparación entre las

[9] Este valor representa el promedio de los valores máximos obtenidos para la vegetación con baja actividad o vegetación seca en el informe Biota, 2015.
[10] Superficie de vegetación activa, este valor depende directamente del valor umbral de NDVI utilizado y puede presentar diferencias respecto a la superficie de vegetación presentado en otros estudios referentes a este humedal.

Folio012399

imágenes de los años 2013 y 2014. Esto puede parecer un cambio de superficie significativa, que podría apuntar en el sentido que señala la autoridad, respecto a descartar un efecto global y dejar de manifiesto un efecto producto de una actividad externa al sistema (extracción hídrica, por ejemplo). Sin embargo, si se observa en la misma figura, los humedales laterales (hacia el O y NO) al sistema Valle Ancho, la vegetación activa también presenta una reducción de superficie.

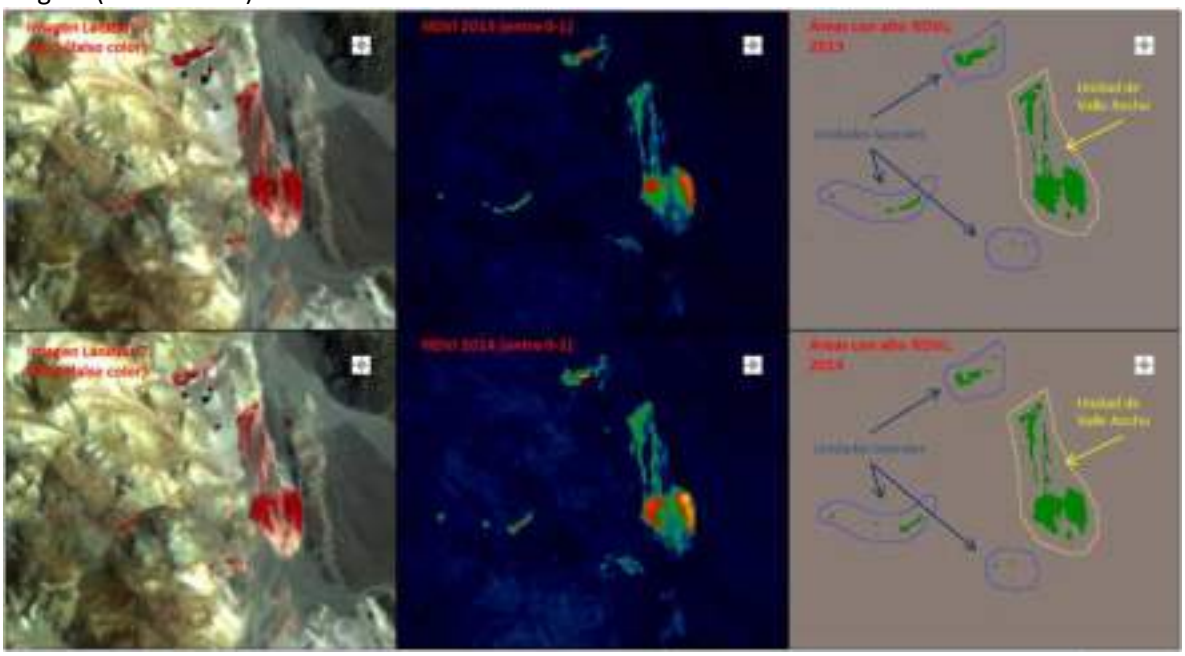
Cuadro 2: Superficie y variación inter anual de la vegetación activa en el humedal de Barros Negros (Valle Ancho) y unidades laterales para los años 2013 y 2014 (valor umbral NDVI (Landsat SR) NDVI=0,18).

		Superficie anual vegetación activa [ha] (valor umbral NDVI = 0,18)			
Zona	**Clase NDVI**	**2013**	**2014**	**Diferencia en [ha]**	**% Variación**
Valle ancho	NDVI (0.18 - 1)	108,72	103,5	-5,22	-4,8
Unidades laterales	NDVI (0.18 - 1)	26,82	25,47	-1,35	-5,0

Estos sistemas laterales, si bien pequeños en extensión, se encuentran en una posición topográfica, al menos en términos de cuenca espacial, más relacionada con el humedal de Valle Ancho que el humedal de Villalobos, el cual se pretende emplear como control para establecer el funcionamiento natural de estos sistemas en el área.

En estos casos existe una diferencia entre 2013 y 2014 de 1,35 ha, lo que equivale a una disminución del 5% de la superficie de la vegetación activa en estos sectores, este porcentaje es similar al observado en el humedal de Barros Negros (Valle Ancho) en el punto anterior.

Figura 2: Imagen Landsat 7 (RGB 432), NDVI e imagen parcializada entre áreas con vegetación y sin vegetación activa con un valor umbral del 0,18 NDVI para los años 2013 y 2014 humedal Barros Negros (Valle Ancho).



Fuente: elaboración propia

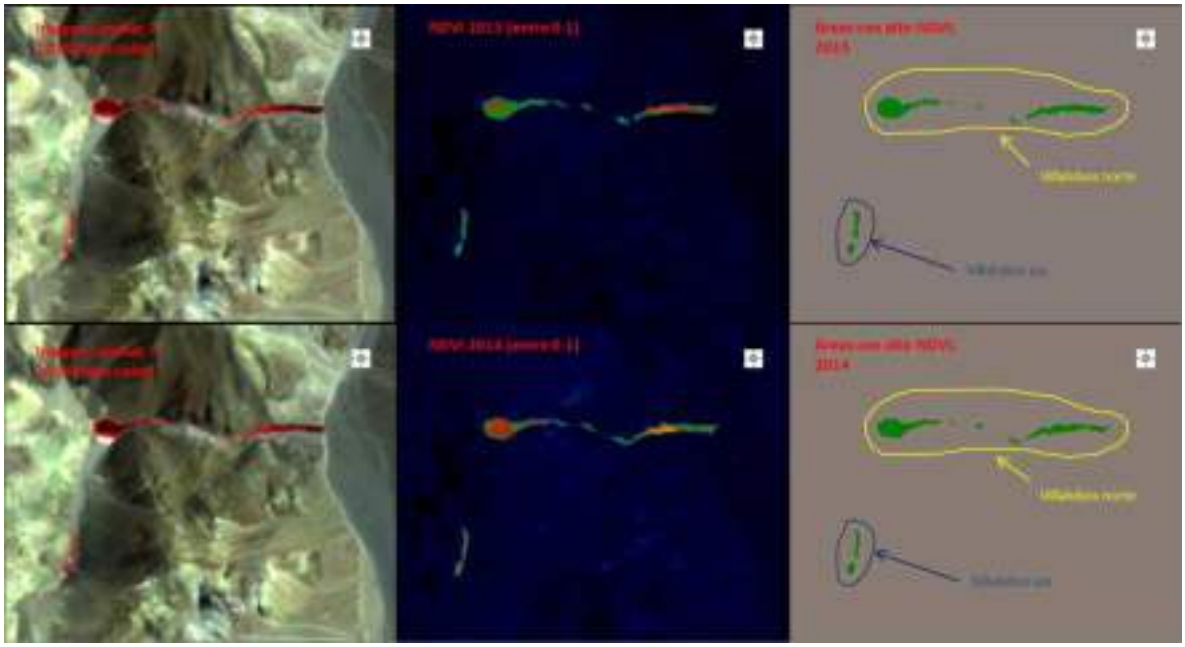
Humedal de Villalobos

De manera similar al sector de Barros Negros (Valle Ancho), el humedal de Villalobos presenta variaciones en la superficie de vegetación activa entre la temporada 2013 y 2014, tal como se puede observar en el cuadro 3 la porción norte del humedal (ver figura 3) presenta para un valor umbral del NDVI (Landsat SR) de 0,18 una superficie de vegetación activa de 45,9 ha mientras que en el año 2014 presenta una superficie de 42,4 ha lo que corresponde a una disminución de 3,5 ha equivalentes al 7,6% de la superficie de vegetación activa siendo este valor muy superior al registrado en el humedal de Barros Negros (Valle Ancho) y es contrario a lo que señala la autoridad quien afirma que en este sector prácticamente no hay variación en la vegetación, en la porción sur por su parte se observa un aumento de 0,27 ha equivalentes a un 4,2% de la superficie situación que aumenta de cierta forma la variabilidad del sistema de vegetación Villalobos ya que se registran áreas con disminución en la actividad de la vegetación y otras áreas en la cual aumenta .

Cuadro 3:. Superficie y variación inter anual de la vegetación activa en el humedal de Villalobos Norte y Sur para los años 2013 y 2014 (valor umbral NDVI (Landsat SR) NDVI=0,18).

		Superficie anual vegetación activa [ha] (valor umbral NDVI = 0,18)			
Zona	**Clase NDVI**	**2013**	**2014**	**Diferencia en [ha]**	**% Variación**
Villalobos norte	NDVI (0.18 - 1)	45,9	42,39	-3,51	-7,6
Villalobos sur	NDVI (0.18 - 1)	6,39	6,66	0,27	4,2

Figura 3: Imagen Landsat 7 (RGB 432), NDVI e imagen parcializada entre áreas con vegetación y sin vegetación activa con un valor umbral del 0,18 NDVI para los años 2013 y 2014 humedal de Villalobos



Fuente: elaboración propia

Finalmente a partir del análisis de los humedales de Barros Negros (Valle Ancho) y Villalobos se establece que la disminución de la vegetación activa informada por la autoridad en el humedal de Barros Negros (Valle Ancho) con un valor de alrededor de 40 ha no es tal, sino que se trataría de un variación del 5%, y posiblemente la diferencia registrada se deba a las inconsistencias metodológicas detectadas en el análisis, por su parte el humedal de Villalobos, contrario a lo que indica la Autoridad, presenta variaciones en la superficie de la vegetación activa entre los años 2013 y 2014 correspondientes a una disminución del 7,6% en la porción norte y un aumento del 4,2% en la porción sur del humedal las cuales son muy superiores a las señaladas por la autoridad en su informe (alrededor de 1% de disminución de vegetación activa), en ambos casos estas variaciones en superficie de vegetación activa son esperables y pueden tener diversas causas naturales, no correspondiendo necesariamente a la influencia antrópica que sobre ellos se pueda estar ejerciendo.

Folio012403

ADENDA 1
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
OPTIMIZACIÓN PROYECTO MINERO CERRO CASALE

ANEXO 4.4.2

ESTUDIO DE CONECTIVIDAD BIOLÓGICA INTER ÁREAS PARQUE NACIONAL NEVADO TRES CRUCES

Estudio de Conectividad Biológica Inter Áreas Parque Nacional Nevado Tres Cruces



CEDREM Consultoría en Recursos Naturales y Medio Ambiente

Estudio de Conectividad Biológica Inter Áreas Parque Nacional Nevado Tres Cruces

Introducción

Este estudio se circunscribe al sistema de humedales altiplánicos que se ubica entre la vertiente occidental de la Cordillera de los Andes y la Reserva Nacional Nevado Tres Cruces en sus dos sectores (Laguna Santa Rosa-Salar de Maricunga y Laguna del Negro Francisco), en la Región de Atacama (Figura 1). Este sistema de humedales se halla en un rango de altitud de 4.400 m. (área de Piedra Pómez) hasta 3.600 m. (Sector Casale), pasando por elevaciones cercanas a los 5.000 m. Este sistema de humedales se superpone con el área denominada "Corredor Biológico Pantanillo-Ciénaga Redonda", propuesto por CONAF como conector entre la Laguna Santa Rosa y la Laguna del Negro Francisco (CONAF,2007). Las características de esta área serían adecuadas para la movilidad y el intercambio de fauna, principalmente aves acuáticas, terrestres y mamíferos andinos, entre ambos sectores de la Reserva Nacional.

Figura 1.
Ubicación del área propuesta como corredor biológico, uniendo las dos áreas del Parque Nacional Nevado Tres Cruces (Tomado de "Corredor Biológico Pantanillo-Ciénaga Redonda", CONAF 2007).



En el año 1996, ambas lagunas fueron catalogadas como Sitio Ramsar[1], denominación de categoría internacional que pone énfasis en la conservación y uso racional de estos humedales debido a su importancia para la conservación de las aves acuáticas. Actualmente, sin embargo, se reconoce la importancia de estos ecosistemas como fundamentales en la conservación global y en el uso sostenible de la biodiversidad, más allá de su importancia para la conservación de la avifauna. Este reconocimiento se fundamenta en los atributos que definen a los humedales como capital biológico natural (también llamado patrimonio natural), de una determinada región. Desde este punto de vista los humedales son fundamentales en cuanto a sus funciones, sus valores y sus atributos (Tabla 1).

Tabla 1. Descripción y alcance de los atributos que definen a los humedales (www.ramsar.org).

Atributos	Descripción
Funciones	La regulación de la fase continental del ciclo hidrológico, la recarga de acuíferos y la estabilización del clima local
Valores	Los recursos biológicos y el suministro de agua
Atributos	Refugio de diversidad biológica, patrimonio cultural y usos tradicionales.

La denominación de humedal incluye una diversidad de ambientes con presencia de agua superficial o embebida, tales como pantanos, mallines, pajonales, ríos, lagunas, entre otros. Las vegas altiplánicas y altoandinas también son consideradas humedales.

El sistema de vegas que es objeto de este estudio, se encuentra inserto en la Región de Atacama, la cual se caracteriza por la presencia del desierto del mismo nombre. El área de humedales abarca un sector de la superficie propuesta como corredor biológico y está constituido por quebradas, afloramientos de aguas subterráneas y cursos de agua. Los ríos Lamas y Valle Ancho, forman parte de la cuenca del Salar de Maricunga, mientras que los ríos Villalobos y Astaburuaga, forman la cuenca de la Laguna del Negro Francisco. El Río Lamas se desarrolla de oriente a poniente y al llega a la base de equilibrio, sus sedimentos coalescen con los sedimentos del Valle Ancho entre los que se sumerge, alimentando en forma subterránea también al Salar de Maricunga. A medida que el río escurre la calidad del agua se deteriora paulatinamente hasta exceder totalmente la norma de uso para riego. En el río Lamas la alta temperatura (19° C) y un fuerte olor a azufre, serían indicadores de un afloramiento termal. El Río Valle Ancho corresponde a una depresión longitudinal que de sur a norte alcanza a 55 Km. y un ancho medio de 400 m., que se desarrolla entre las cordilleras de Darwin y el cordón limítrofe Constituye una corriente de escurrimiento más bien intermitente que aflora de trecho en trecho formando vegas. Por su parte El río Astaburuaga corre en su propio cono de deyección, desviando las aguas en algunas

[1] Convenio de Ramsar, o Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitats de Aves Acuáticas. Firmado en la ciudad de Ramsar, Irán, el 2 de febrero de 1971, entró en vigor en 1975.

oportunidades hacia Valle Ancho, y otras, las más frecuentes, hacia la laguna del Negro Francisco. Estos cursos de agua se encuentran en la fase de ritrón con pendientes y velocidades de aguas comúnmente medias y sustratos con clastos, arena y limos, dando origen al sistema de humedales con presencia de fauna y flora acuática prácticamente en toda su extensión. Entre los humedales destacan las Vegas Ciénaga Redonda, Vega Barros Negros y Vega Pantanillo Ancho. La no aptitud para riego de las aguas es una constante en el sistema de humedales, ya que sobrepasa esta norma en parámetros como el nivel de arsénico, cloruro, sodio porcentual, sulfato, vanadio y zinc. Otros parámetros como pH, coliformes fecales y contaminantes (aceites, grasas, hidrocarburos, espumas, basuras, otros sólidos, sedimentos orgánicos o inorgánicos) se encuentran en rangos que se ajustan a los márgenes de aptitud para la vida acuática (Estudio Línea de Base Proyecto Minero Casale, Sector Acueducto, 2010). El sistema de humedales se caracteriza también por la baja diversidad de la macroflora acuática la que no supera las 5 especies, encontrándose coexistiendo habitualmente, no más de dos especies. El alga verde *Cladophora aegagropila* (Cladophoraceae), *Myriophyllum aquaticum* (Haloragaceae), *Potamogeton pectinatus* (Potamogetonaceae) y la gramínea *Festuca deserticola* (Poaceae), son las especies más habituales en estos ambientes. Ninguna de ellas se encuentra clasificada en categoría de conservación (Estudio Línea de Base Casale, Sector Acueducto, 2010). La fauna bentónica es el grupo más numeroso en taxa, y más abundante en número de individuos, de la biota acuática del sistema de humedales. Se compone de aproximadamente 13 taxa, siendo los más representados los Ordenes Díptera, Ephemeroptera y Trichoptera y escasamente representados los Órdenes Lumbriculida, Coleoptera y Amphipoda. Destaca la ausencia de anfibios y de peces (Estudio Línea de Base Casale, Sector Acueducto, 2010) en el sector donde se ubica el sistema de humedales.

La Región de Atacama se caracteriza por ser una región fitogeográfica de alto grado de endemismo de plantas. Es así como de las 1.099 especies que conforman la flora regional, 980 (90%) son nativas, y de ellas 532 (54,3%) son endémicas de Chile (Letelier et al., 2008). Antecedentes recopilados para el sector donde se ubica el sistema de humedales (Estudio Línea de Base Casale, Sector Acueducto, 2010) indican que, en el sector estudiado el 100% de las especies (50 especies) son nativas, mientras que las endémicas representan el 10% (5 especies). Estas especies son: *Adesmia frigida*, *Adesmia glomerula, Adesmia hystrix* (Papilionaceae), *Leucheria polyclados* (Asteraceae) y *Cruckshanksia lithiophila* (Rubiaceae) y no forman parte de la vegetación propia de los humedales, sino que de la vegetación zonal. Entre las familias más representadas se encuentran Poaceae (12 especies), Asteraceae (9 especies) y Papilionaceae (5 especies), todas ellas Magnoliophyta-dicotiledóneas, las que en conjunto agrupan a más de la mitad de la flora total registrada para el sector (55,3%) Fisionómicamente, tanto en laderas y planicies, como en los humedales, dominan las hierbas perennes en champas (*Stipa frigida*; coirón y *Deyeuxia eminens*; huaylla) y en cojín (*Zameioscirpus atacamensis*; pak'o) (Estudio Línea de Base Proyecto Minero Casale, Sector Acueducto, 2010). En relación con la distribución geográfica de las especies, la mayor parte de ellas corresponde a especies de amplia distribución, tanto en la

Sub-Región del Altiplano y la Puna, como en los Andes mediterráneos. Especies con una distribución más restringida son *Senecio volckmannii* (Andes de la Región de Atacama y Coquimbo) que aquí alcanzaría su límite Norte y *Adesmia frigida* que corresponde a una especie poco conocida de los Andes del Llullaillaco al Elqui (Región de Antofagasta a Coquimbo). El estudio de línea de base muestra que en el área que comprende este estudio se encontraron 11 especies de cuidado desde el punto de vista de la conservación, ya que 4 de ellas se encuentran en alguna categoría de conservación a nivel regional (*Chaetanthera acheno-hirsuta,* Vulnerable; *Pachylaena atriplicifolia*, Vulnerable; *Maihueniopsis glomerata*, Vulnerable; *Senecio eriophyton*, En Peligro), mientras que 7 se consideran como "Insuficientemente Conocida" *Leucheria polyclados*, *Phacelia pinnatífida*, *Nototriche clandestina*, *Festuca desertícola*, *Hordeum halophilum*, *Hordeum muticum*, *Cruckshanksia lithiophila* (Estudio Línea de Base Casale, Sector Acueducto, 2010; Squeo *et al*., 2008). De ellas tanto *Hordeum halophilum* como *Hordeum muticum* se encuentran asociadas al sistema de humedales habitando bofedales y vegas densos (Figura 2.). La vegetación asociada al sistema de humedales se divide en vegetación zonal (Estepa Altoandina con Matorral Andino, Pajonales, Herbazales y Tundra) y azonal (Vegas y Bofedales), las que son descritas a continuación:

Figura 2. Ejemplar de *Hordeum halophilum* (Poaceae), colectado en el estudio de Línea de Base, sector Acueducto, en las inmediaciones de las Vegas Lajitas-Barros Negros y Vegas Valle Ancho-Pantanillo Norte.



Formaciones zonales

La vegetación zonal ocupa las laderas y planicies hasta una altitud mayor a 4.200 m. En total cubre una superficie de 1.504,50 ha en el área de estudio. Sobre esta altitud, en sitios planos y expuestos al viento, sólo es posible observar poblaciones puras y muy ralas de *Stipa frigida* (coirón). En algunos tramos de altitud (4.400 a 4.600 m), pero en áreas muy localizadas, crecen especies de tundra como *Chaetanthera sphaeroidalis* (flor de la puna) con coberturas muy escasas (1 a 5%). Bajo 4.200 m., la vegetación corresponde a un pajonal de S*tipa frigida* (coirón), con participación de otras gramíneas como *Stipa chrysophylla* (coirón) y arbustos como *Adesmia aegiceras* (cuerno), *Fabiana bryoides* (pata de perdiz) y especies herbáceas como *Cristaria andicola* (malvilla). Las especies más frecuentes son *Stipa frigida* y *Adesmia aegiceras* (Estudio Línea de Base Casale, Sector Acueducto, 2010).

Formaciones Azonales

La vegetación azonal se encuentra en los bofedales, las vegas y en los márgenes de los salares, especialmente en los sectores donde la salinidad de las aguas es menor. Dominan las gramíneas que forman champas como *Deyeuxia eminens* (huaylla) y la juncacea *Oxychloe andina* (champa de vega). En general las coberturas sobrepasan un 50%, siendo menores en vegas asociadas a bordes de ríos (Estudio Línea de Base Casale, Sector Acueducto, 2010).

En el sistema de humedales las especies de fauna son aproximadamente 36, siendo las más ubicuas, es decir que habitan en una gran variedad de ambientes *Lama guanicoe* (guanaco), *Lycalopex culpaeus* (zorro culpeo) y *Ctenomys fulvus* (chululo) (Estudio Línea de Base Casale, Sector Acueducto, 2010). En el sistema de humedales habita *Puma concolor* (Puma) especie clasificada como Insuficientemente conocida (D.S. 75/2005 y posteriores). Por otra parte el Reglamento de la Ley de Caza, señala a 13 de las 36 especies en categoría de conservación. En categoría En Peligro se encuentran cuatro especies, todas correspondientes a mamíferos: Vicuña (*Vicugna vicugna*), Guanaco (*Lama guanicoe*), Puma (*Puma concolor*) y Vizcacha (*Lagidium viscacia*). En categoría Vulnerable se encuentran 6 especies. Cinco corresponden a aves: Piuquén (*Chloephaga melanoptera*), Cóndor (*Vultur gryphus*), Halcón peregrino (*Falco peregrinus*), Flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*) y Perdiz de la puna (*Tinamotis pentlandii*); y uno corresponde a mamífero, el Chululo (*Ctenomys fulvus*). En categoría Rara se encuentran dos especies. Una corresponde a un ave: Perdicita cordillerana (*Attagis gayi*), y otra al reptil Lagartija de Rosenmann (*Liolaemus rosenmanni*). En Categoría Insuficientemente conocida se encuentra una especie, el mamífero Zorro Culpeo (*Lycalopex culpaeus*) (Estudio Línea de Base Casale, Sector Acueducto, 2010).

Objetivos

Los objetivos planteados para este estudio son:

1. Identificar los sistemas de vegas presentes en el área de estudio, caracterizando las cuencas en las que se encuentran.
2. Delimitar las áreas con presencia de vegas mediante el análisis de imágenes satelitales QuickBird.
3. Describir topográficamente un subconjunto de vegas representativas a lo largo del área de estudio.
4. Describir y analizar la flora y fauna de las comunidades azonales, identificando diversidad de especies, abundancia y distribución, enfatizando en aquellas especies que se encuentren en alguna categoría de conservación.
5. Describir las principales características y estado actual de las vegas próximas al área de influencia del proyecto.
6. Establecer las bases para un futuro monitoreo biológico de las áreas de vegas próximas al área de influencia del proyecto.
7. Evaluar las comunidades de fauna presentes en base a en grado de conectividad o fragmentación determinado por el ambiente, para agrupaciones de especies.

Metodología General

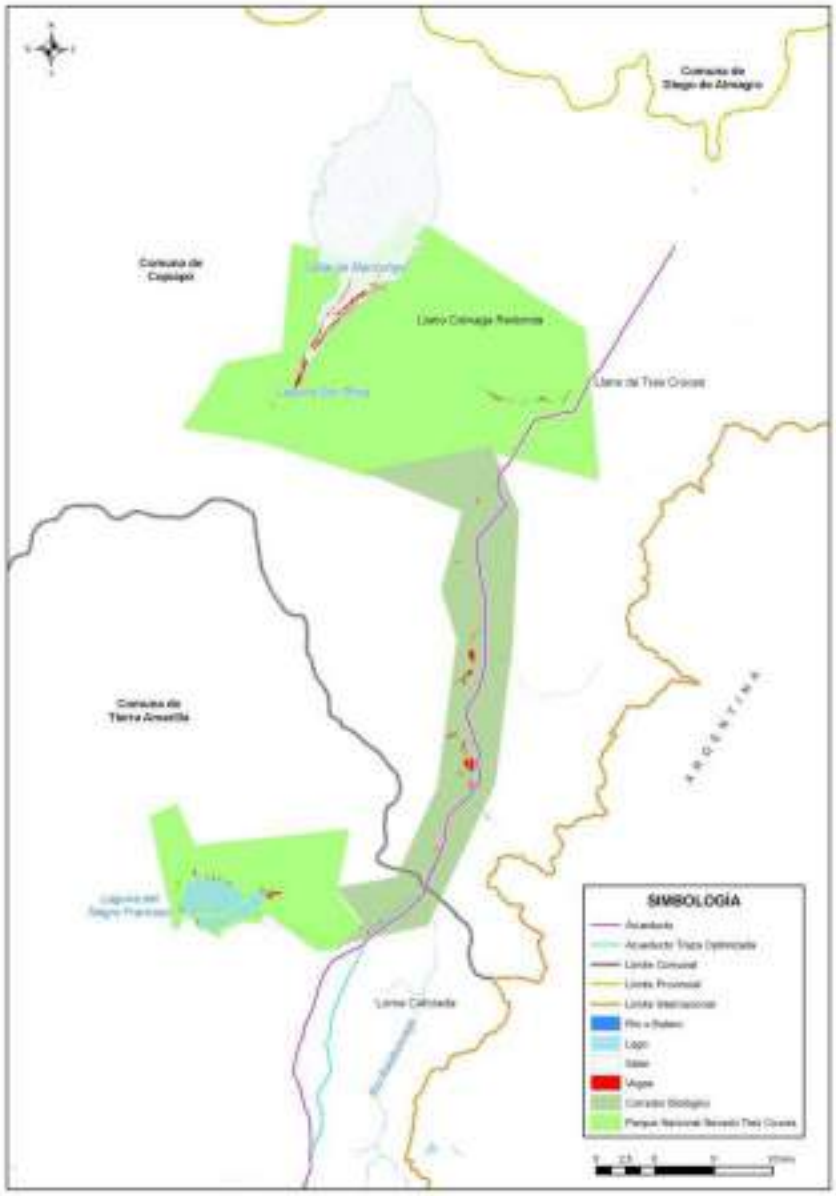
A continuación se describe el área de estudio y la metodología utilizada, para la obtención de los datos que han permitido cumplir con los objetivos de este estudio.

Área de estudio

Este estudio comprende los humedales ubicados en el sector que va desde campo de pozos, frente a la Laguna Santa Rosa, hasta los humedales ubicados frente a la Laguna del Negro Francisco, comprendiendo el entorno del tramo norte del acueducto del proyecto minero Cerro Casale. Esta zona se encuentra fuera del área de estudio del acueducto asociado al proyecto, no obstante se reconoce que las vegas presentes en esta sección son elementos esenciales de las comunidades biológicas del área de estudio. Por lo tanto las estaciones de muestreo fueron

seleccionadas de acuerdo con la relevancia y representatividad de los humedales ubicados en el área de influencia del proyecto y por la existencia y ubicación de puntos críticos de las obras. Se definieron 7 estaciones de muestreo para caracterizar este sistema de humedales (Figura 3). El trabajo de terreno tuvo por objeto recoger datos de flora, fauna, calidad de agua y biota acuática y se desarrolló entre enero y marzo de 2010, época del año en la que se registra la máxima actividad de las componentes biológicas evaluadas y el máximo caudal en los cursos de agua. Detalles de las estaciones de muestreo se incluyen en el Anexo fotográfico.

Figura 3. Área estudiada para flora, fauna, calidad de agua y biota acuática. En rojo se destacan los sistemas de humedales (vegas) estudiados. Proyecto Minero Casale.



Delimitación de cuencas hidrográficas

Se revisó la información disponible de cuencas y microcuencas del área de estudio. Con esta información se seleccionaron vegas representativas de las unidades próximas al área de influencia del proyecto. Cada cuenca ha sido descrita en términos de su superficie.

Identificación y delimitación de las vegas presentes

Se identificaron las vegas y bofedales presentes en el área estudiada, delimitándolas mediante análisis de imágenes y fotointerpretación. En el caso del análisis de imágenes se usaron imágenes QuickBird II a las que se resaltó la vegetación mediante el índice NDVI.

En cuatro de los sistemas de vegas presentes (Lamas, Ciénaga Redonda, Barros Negros y Valle Ancho) se realizó un levantamiento topográfico de los cuerpos representativos de las vegas para delimitar su superficie, forma y pendiente.

Para la ejecución del estudio topográfico se usaron los instrumentos de alta precisión GPS Doble Frecuencia Trimble R6 y estación total Topcon 229.

Previo al levantamiento topográfico se realizó un reconocimiento general del terreno para determinar el lugar más idóneo para el emplazamiento de las estaciones o puntos de apoyo requeridos (PRs).



Fotografía 1.
Vista perfil estación campamento Piedra Pómez

Posteriormente las estaciones fueron monumentadas, y se procedió a generar una línea base entre el campamento, Piedra Pómez, y la zona de la vega Barros Negros, de esta forma se obtuvo el punto de apoyo para generar todos los puntos de apoyo. Estos puntos fueron generados por el método GPS Diferencial Estático.

Después de determinar el punto de apoyo, se generaron desde este, todos los puntos de apoyo necesario en el resto las zonas de interés (Valle Ancho, Barros Negros, Cienaga Redonda, Río Lamas).

Con los PRs ya construidos y determinadas su exacta ubicación, se dio inicio al levantamiento topográfico de las vegas. El método Diferencial Cinemático considera el estacionando del equipo base GPS en un punto de Apoyo (PRS) determinado anteriormente, y desde ese punto se transmite por ondas de radio las correcciones diferenciales que permiten saber la coordenada del Móvil GPS que se encuentra levantando los puntos de interés de las zonas determinadas.

En cada sistema de vegas se levantó topográficamente el perímetro exterior o contorno de la vega, definiendo la línea menor densidad de vegetación, y la línea de mayor densidad de vegetación. Adicionalmente se levantó el curso de agua describiendo la forma del espejo en estudio

Flora

Riqueza y Cobertura

El estudio de flora terrestre se realizó en un muestreo basado en un total de 31 parcelas de 5x5 m, distribuidas en 247 transectos en 7 estaciones de muestreo (Tabla 1). Para registrar la riqueza de taxa y la cobertura de cada uno de ellos, en cada vega se definieron varios transectos (Tabla 1), de longitud variable, pero siempre abarcando el ancho total de la vegetación en cada uno de los sistemas de vega. Esta longitud fluctuó en un rango de 70 a 700 m. En cada transecto se realizó un muestreo dirigido estratificado, con el objeto de obtener información de la variedad de formaciones vegetales encontradas. A lo largo de cada transecto se distribuyeron y muestrearon parcelas de 5 x 5 m, dentro de las cuales se registró la composición de especies y se estimó visualmente su cobertura (Tabla 2), obteniéndose un listado florístico y porcentaje de cobertura por especie para cada vega.

Tabla 2. Número de transectos y número de parcelas de vegetación terrestre muestreados en 7 sitios de las vegas del Sector Corredor Proyecto Minero Casale.

Sitio de estudio	Transectos	Parcelas
Vegas Río Lamas	8	41
Vega Ciénaga Redonda	5	56
Vega Lajitas	2	19
Vega Barros Negros	4	45
Vega Valle Ancho	4	36
Vega Pantanillo Norte	3	15
Vega Pantanillo Sur	5	35
Total	31	247

Forma de crecimiento, origen geográfico y estado de conservación

Utilizando el listado florístico obtenido con la metodología anteriormente descrita y, en base a la bibliografía disponible, se determinó la forma de crecimiento, el origen geográfico y el estado de conservación para cada una de las especies encontradas.

Especies dominantes por cobertura (%)

Con la metodología de toma de datos anteriormente descrita, se calculó, para cada estación, la frecuencia y la cobertura total por especie, determinando de esta manera las especies dominantes según su cobertura en cada una de las vegas estudiadas.

Índice de diversidad

Para medir la diversidad se calculó el índice de dominancia de Simpson[2] con la siguiente fórmula:

$$D=\sum((ni/n)^2)$$

Donde:

ni= nº de individuos o % cobertura de la especie *i*.

[2] Hammer, Ø., Harper, D.A.T., and P. D. Ryan, 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica 4(1): 9pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm

Los valores del índice de diversidad de Simpson van desde 0 a 1, donde 0 indica que todas las especies tienen coberturas similares y 1 indica que hay una especie muy dominante. Valores intermedios resultas de dominancias heterogéneas entre las especies presentes en la comunidad.

Análisis de Similitud

Para comparar entre sitios, se efectuaron cálculos de similitud basados en el índice de Morisita, los que se fundamentan en el índice de abundancia de Simpson; el que se calculó con el algoritmo de "*encadenamiento simple*" [2].

Metodología Fauna

La fauna fue evaluada en varios puntos de muestreo dentro de cada humedal. La cantidad de puntos de muestreo por cada humedal se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Número de puntos de muestreo evaluados en cada una de las vegas estudiadas.

Humedal	Puntos de muestreo
Vega del Río Lamas	3
Vega Ciénaga Redonda	3
Vega Lajitas	2
Vega Barros Negros	6
Vega Valle Ancho	5
Vega Pantanillo Norte	1
Vega Pantanillo Sur	4
Total	24

Riqueza de taxa

Para determinar la riqueza faunística de cada vega, se realizaron recorridos a pié (aproximadamente 3 km/h) entre puntos de observación a lo largo de toda la extensión de las vegas. Los recorridos fueron realizados por un observador equipado con binoculares y cámara fotográfica de alta resolución. Se cuantificaron los individuos de todas las especies avistadas mediante registro directo e indirecto.

Abundancia de individuos y densidad poblacional

Para determinar la abundancia de las especies de fauna asociadas a humedales presentes en las vegas se establecieron puntos de observación cada 600 m, a lo largo de toda su extensión (Tabla 1). En cada punto de observación se registró la especie y el número de individuos avistados directa o indirectamente dentro de un radio de 100 m, permaneciendo el observador en el mismo punto hasta que todos los individuos en el rango de visión fueran registrados. En la cuantificación de las

evidencias indirectas se consideró la presencia de al menos un individuo. Se excluyeron de los cálculos de abundancia las especies ocasionales, tales como las aves rapaces y los reptiles.

Estado de conservación

Para determinar el estado de conservación de las especies avistadas se revisó, el Reglamento de Clasificación de Especies Decreto Supremo N°75 de 2005 (RCES DS 75/05) y los decretos derivados posteriores (DS 151/07, DS 50/08 y DS 51/08). Dado que el proceso de clasificación de especies bajo la normativa que establece la RCES DS 75/2005, no ha sido completado, se consultó en forma complementaria el Reglamento de la Ley de Caza (Ley de Caza; DS 05/98 modificado por el DS 53/03).

Índices de Diversidad

Se utilizó el índice de Shannon-Wienner (Begon et al., 1996) como medida de diversidad. Su cálculo se realizó mediante la siguiente fórmula

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \log_2 p_i$$

Siendo

s= número de especies (riqueza de especies)

p_i= proporción de individuos de la especie i respecto del total de individuos de todas las especies (abundancia relativa de la especie i)

Este índice considera tanto la riqueza como la abundancia de especies con valores que van entre 1 y 5, con 1 cuando la diversidad es baja y 5 cuando la diversidad es alta.

Caracterización de humedales

Para realizar una caracterización más completa de los humedales que abarca este estudio, se complementó la información obtenida de flora y fauna, con dos parámetros limnológicos de uso común: calidad de agua y biota acuática.

Calidad de agua

Los análisis de la calidad de las aguas se realizaron de acuerdo a los aspectos señalados en la Norma de agua para riego y otros usos NCh 1.333[3]. Adicionalmente se estudiaron tres parámetros

[3] La Norma Chilena NCh 1.333 incluye la norma de aguas de riego, vida silvestre, estética y recreación con contacto directo y no directo. En este estudio se utilizó solamente el aspecto de la norma relacionado con la norma de agua de riego. No se incluyó medición de radionucleidos.

de importancia limnológica en todas las estaciones: nitrógeno total, fósforo total y DQO, ya que se relacionan con la disponibilidad de nutrientes para la biota y por ende, con la condición trófica de los sistemas. Algunos de los parámetros que incluye la norma de riego fueron analizados en laboratorio (Tabla 4), mientras que otros fueron evaluados en terreno (Tabla 5).

Tabla 4. Parámetros de Calidad del Agua y Métodos de Análisis de Laboratorio

Parámetro	Unidades	Método de Análisis
Aceites y grasas flotantes	mg/l	NCh 2313/6
Aceites y grasas emulsionadas	mg/l	NCh 2313/6
Alcalinidad Total (CaCO3)	mg/l	2320 B
Aluminio	mg/l	3120 B
Arsénico	mg/l	3120 B
Bario	mg/l	3120 B
Berilio	mg/l	3120 B
Boro	mg/l	3120 B
Cadmio	mg/l	3120 B
Cianuro	mg/l	NCh 2313/14
Cloruros	mg/l	10304-2
Cobalto	mg/l	3120 B
Cobre	mg/l	3120 B
Coliformes fecales	NMP/100 ml	NCh 2313/23
Color	Unidades de escala Pt-Co	NCh 409
Cromo	mg/l	3120 B
Fluoruro	mg/l	2313/33
Hierro	mg/l	3120 B
Litio	mg/l	3120 B
Manganeso	mg/l	3120 B
Mercurio	mg/l	NCh 2313/12
Molibdeno	mg/l	3120 B
Níquel	mg/l	3120 B
Oxígeno	mg/l	Lodometría
Hidrocarburos	mg/l	NCh 2313/7
pH		NCh 2313/1
Plata	mg/l	3120 B
Plomo	mg/l	3120 B
Selenio	mg/l	3120 B
Sodio Porcentual	%	Cálculo NCh 1333
Sólidos sedimentables	Ausentes	NCh 2313/4
Sulfatos	mg/l	10304-2
Turbiedad	UNT	NCh 409
Vanadio	mg/l	3120 B
Zinc	mg/l	3120 B
RAS		Cálculo 1333
Conductividad Específica	µmho/cm	3120 B
Nitrógeno Total	mg/L	Cálculo
Fosforo Total	mg/L	SM 3120 B
DQO	mg/L	2313/24
Clorofila a	mg/L	10200H

Tabla 5. Parámetros de Calidad del Agua y Métodos de Análisis en Terreno

Elemento	Método de Análisis
Sólidos flotantes y espumas no naturales	Según observación en terreno
Temperatura en agua corriente	Termómetro digital
Materias que sedimenten formando depósitos objetables	Según observación en terreno
Materias que por su concentración o combinaciones sean tóxicas o que produzcan olor, color, sabor o turbiedad objetable	Según observación en terreno
Sustancias y condiciones o combinaciones de éstas en concentraciones que produzcan vida acuática indeseable.	Según observación en terreno

- Toma de Muestras de Calidad de Agua

Las muestras para análisis de laboratorio fueron tomadas por según los procedimientos de las normas chilenas que indica el Manual de la Superintendencia de Servicios Sanitarios. Aquellas muestras de agua destinadas a análisis químico se colectaron, directamente del agua, en frascos de poliestireno de alta densidad o de vidrio.

- Procedimientos de Laboratorio

Los análisis fueron realizados por el Laboratorio Físico Químico y Microbiológico de la Pontificia Universidad Católica de Chile (DICTUC), Área de Análisis de Aguas y RILES, acreditado según norma NCh-ISO 17025 y reconocido por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (Convenio INN-SISS). Los parámetros químicos y nutrientes se analizaron mediante los métodos del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th edition, 1998 y las Normas Chilenas del Manual de la Superintendencia de Servicios Sanitarios, Métodos de Análisis Fisicoquímicos de Agua Potable (abril, 1997).

- Análisis de Resultados

Se analizaron los datos verificando si los valores obtenidos para cada parámetro de calidad de aguas se ajustaron a los valores indicados en la NCh 1.333.

- Clasificación de las estaciones-Análisis de Componentes Principales (ACP)

Se exploraron las relaciones espaciales entre las estaciones de muestreo en función de las variables químicas mediante un análisis de componentes principales (ACP) (Hair et al. 1995), utilizando el programa estadístico SYSTAT (Wilkinson et al. 1992).

Biota acuática

- Fitobentos

Para obtener muestras de fitobentos se utilizó la metodología habitual para perifiton. Para cuantificar el perifiton se tomaron muestras desde el sustrato rocoso mediante lavado. Las muestras fueron colectadas en frascos de polietileno de alta densidad (250 ml) y fueron fijadas *in situ* con lugol para el traslado al laboratorio. La identificación y el recuento de individuos fue realizado con microscopía óptica (Carl Zeiss ×1.000). El ensamble fue caracterizado en base a los parámetros comunitarios densidad total (cel/mm2), riqueza total (número de taxa).La clasificación de las microalgas siguió los trabajos de Rivera (1983), Simonsen (1987), Round et al. (1996), Rumrich et al. (2000) y Lange-Bertalot (2001).

- Zoobentos

Para la cuantificación del zoobentos se siguió la metodología habitual para el muestreo de macrozoobentos. Para cubrir la mayor variación de riqueza de taxa zoobentónicos de cada cauce, se obtuvo una muestra compuesta, colectando e integrando sedimento y macrófitas sumergidas (que mantienen organismos adheridos) a partir de dos áreas visualmente heterogéneas. Esta muestra integrada fue revisada, en su totalidad, en laboratorio. El muestreo se hizo usando una red Surber de 30x30 cm con una malla de 500 µm de luz de poro. Las muestras fueron fijadas *in situ* con alcohol al 15 % y trasladadas al laboratorio. La identificación y el recuento de individuos se realizó con una lupa Carl Zeiss con aumento 40×. La clasificación de los organismos se hizo en base a los trabajos de Bertrand (1995), Lopretto & Tell (1995), Lugo-Ortiz & McCafferty (1995, 1999) y Merrit & Cummins (1996). El ensamble fue caracterizado mediante los parámetros densidad total (ind/m2), riqueza total (número de taxa) y diversidad biológica (byts). Se utilizaron varios índices de diversidad biológica tal como se indica más adelante.

- Macrófitas

El muestreo de flora acuática (macrófitas) ribereña se realizó mediante la colecta de especies acuáticas en un radio de 50 metros. En cada estación de muestreo se realizó la identificación taxonómica y la estimación de cobertura total de flora acuática a través de 2 cuadrantes de 1 x 1 m2 (N = 2) los que fueron dispuestos en el sector central del cauce o en la ribera de cada uno. Se recolectaron muestras para eventualmente confirmar en gabinete la identificación hecha en el terreno. La nomenclatura de las especies siguió el estudio de Marticorena & Quezada (1985) y actualizaciones posteriores.

- Fauna íctica y anfibios

En cada cauce se realizó una prospección con colector manual (chinguillo) seguida de una revisión con equipo de pesca eléctrica, recorriendo cada vez entre 50 y 100 m. lineales y con una duración del muestreo de 20 minutos aproximadamente. Los cauces eran someros, angostos y con agua transparente, facilitando la eventual detección de peces y anfibios. En el caso de detectar peces o anfibios, éstos serían recolectados e identificados *in situ* para determinar su estado de conservación biológica en función del D.S. Nº 51/08 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES). Los ejemplares de peces también serían medidos y pesados *in situ* para obtener el Factor de Condición (K) y con ello determinar la condición de robustez de las poblaciones. El Factor de Condición corresponde al modelo de Lagler (1956):

K = (PT/LT3) * 1000

Donde PT es peso total y LT longitud total.

En caso de detectar la presencia de peces y/o anfibios, estos sectores o hábitats que son sensibles serían caracterizados, reconociendo los potenciales sitios de alimentación y reproducción tales como son los sitios con acumulación de material, de baja profundidad, baja pendiente y con desarrollo de vegetación ripariana. En el Anexo 2 se adjuntan las autorizaciones de la Subsecretaría de pesca y del SAG para realizar pesca de investigación (Resolución Exenta N° 326 del 19 de enero de 2010, que modifica las Resoluciones Exentas N° 298 y Nº 2703 de 2009) y captura de anfibios en el área de estudio. Con los antecedentes así recopilados, se procederá a la elaboración de un catastro de las especies presentes en el área de estudio y su respectiva caracterización según la indicación de estados de conservación, en base a los siguientes documentos:

1. Procesos de clasificación de especies silvestres (Decretos Supremos 151/2007; 50/2008 y 51/2008).
2. El Reglamento de La Ley de Caza. Decreto Supremo Nº 5/1999.
3. El Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile (Glade, A. 1993)
4. El Boletín 47 del Museo Nacional de Historia Natural (1998)

- Especies Indicadoras y Especies Migratorias

Se definieron las especies indicadoras como aquellas útiles para establecer con posterioridad medidas de mitigación. Estas especies corresponden en primera instancia, a las que se encuentren en alguna categoría de conservación no obstante, se podrán incluir otras especies de interés relativas a pesca deportiva, especies de las cuales se dispongan de antecedentes de su biología o especies convenientes como indicadoras del ecosistema. Se identificarán las especies que

presentan conductas migratorias y se describirán las características de estas migraciones respecto del proyecto.

- Análisis de correspondencia canónica (CANOCO) para los ensambles de biota acuática

Para establecer potenciales asociaciones entre variables ambientales y los ensambles biológicos se utilizó un análisis de correspondencia canónica que fue aplicado sobre la abundancia y riqueza de taxa y de la cobertura de macrófitas. Los valores de cada variable fueron transformados al log (x+1) para normalizar y estabilizar la varianza. Se utilizó el programa CANOCO versión 4.5. Las covariables ambientales fueron excluidas del análisis considerando un factor de inflación > 10. Los resultados del análisis son presentados mediante diagramas de ordenación en los que se indica la respuesta lineal de los componentes biológicos frente al rango de cada variable ambiental. En estos diagramas aparecen vectores azules que representan a los taxa y vectores rojos que representan el comportamiento de las variables ambientales. El análisis de cada vector describe la correlación entre taxa y variables ambientales. Vectores señalando en la misma dirección indican correlación positiva y en dirección opuesta correlación negativa. A mayor longitud del vector mayor es la variabilidad explicada por cada componente biológico y variable ambiental, siendo por ello estas variables las de mayor poder explicativo.

Metodología Análisis de Fragmentación

El análisis se basó en los indicadores de fragmentación de forma, tamaño y espaciamiento de unidades. El análisis desarrollado está enfocado a evaluar el grado de continuidad de los ambientes de vegas y pajonales en el área estudiada. Lo anterior como una forma de evaluar los eventuales efectos que la instalación del acueducto pudiera generar sobre la funcionalidad del corredor.

Es importante tener en cuenta dos aspectos esenciales: primero que si bien se está evaluando el área conformada por el eje de los ríos Astaburuaga, Pantanillo, Lajitas y Lamas como un “corredor biológico” entre las dos secciones del Parque Nacional Nevado Tres Cruces (PNTC), su función como tal está íntimamente relacionada a su condición de hábitat, y no de mera área de paso de fauna entre una sección y otra del PNTC. En segundo lugar el análisis que se presenta debe ser interpretado como un indicador del grado de continuidad de los ambientes de interés más que del grado de fragmentación, ya que normalmente los análisis de fragmentación intentan cuantificar el grado de subdivisión de un hábitat inicialmente continuo en fragmentos de menor tamaño inmersos en una matriz modificada; situación que no aplica en este caso pues se trata de un sistema naturalmente discontinuo en el espacio. Aunque nos referiremos a las unidades de vega como “fragmentos” debe entenderse que no constituyen tales en sentido estricto, sino simples unidades discretas a lo largo del área de estudio.

Los análisis de fragmentación (o discontinuidad) se basan en indicadores de estado de la composición y configuración de los ecosistemas, analizando el área, forma o borde, y espaciamiento entre fragmentos. El supuesto detrás de este análisis es que hay elementos de la ecología de las comunidades asociadas que responden a modificaciones de estos indicadores de estado.

Los indicadores usados corresponden a dos tipos: indicadores con expresión física en el sistema, tales como el número de fragmentos, el área de los fragmentos, o la distancia media al vecino más cercano; e indicadores sin expresión física pero que permiten interpretar de mejor manera los primeros, tales como el coeficiente de variación del tamaño de los fragmentos, índice de forma, índices de contigüidad o índices de proximidad.

Los indicadores usados fueron:

- ***Indicadores a nivel de paisaje***

  TA = Área total de los parches o fragmentos de vega en el área estudiada.

  NP = Número de parches de vega en el área estudiada

  PD = densidad de parches de vega en el área estudiada

  LPI = Índice del parche más grande (Largest Patch Index), corresponde al área (m2) del parche de vega más grande dividido por el área total del paisaje (m2), expresado en porcentaje. Este índice expresa la importancia del mayor parche presente en el paisaje estudiado. En nuestro análisis se trabajó solo con parches de vega por lo que el índice refleja la importancia de la vega mayor en relación al resto de la superficie de vega del área.

$$LPI = \frac{\max_{j=1}^{n}(a_{ij})}{A}(100)$$

  Donde:

  a_{ij} es el área del parche ij
  A= área total del paisaje (corredor biológico m^2)

Adicionalmente, a nivel de paisaje se han estimado los siguientes estimadores de los índices a nivel de fragmento:

MN = corresponde al promedio de los valores de índice a nivel de parche, para todo el paisaje estudiado.

$$MN = \frac{\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} x_{ij}}{N}$$

AM= Corresponde al promedio ponderado por el área. Se estima como la suma del índice estimado a nivel de parche, multiplicado por la abundancia proporcional del tipo de parche estudiado, y dividido por la suma de las áreas del tipo de parche estudiado. En nuestro caso los parches de vegas.

$$AM = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}\left[x_{ij}\left(\frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} a_{ij}}\right)\right]$$

MD = Corresponde a la mediana del valor a nivel de parche de un índice, en el paisaje estudiado.

$$MD = x_{50\%}$$

RA = corresponde al intervalo (Range) de valores a nivel de parche, de un índice en el paisaje estudiado.

$$RA = x_{max} - x_{min}$$

LSD = La desviación estándar del valor a nivel de parche de un índice en el paisaje estudiado.

- ***Índices de forma y tamaño***

AREA = corresponde al área de un parche expresada en hectáreas.

$$AREA = a_{ij}\left(\frac{1}{10{,}000}\right)$$

donde: a_{ij} es el area en m^2 del parche ij

PERIM = corresponde al perímetro del parche incluyendo los “hoyos” internos.

PARA = corresponde a la razón entre el área de un parche (fragmento) y su perímetro. Es una medida simple de la complejidad de la forma de un parche.

$$PARA = \frac{p_{ij}}{a_{ij}}$$

Donde:

P_{ij} es el perímetro (m) del parche ij

a_{ij} es el área (m^2) del parche ij

El índice SHAPE $\geq$ 1 con valor 1 solo si el parche máximamente compacto es un cuadrado.

$$SHAPE = \frac{p_{ij}}{\min p_{ij}}$$

Donde:

P_{ij} es el perímetro del parche

Min P_{ij} es el perímetro mínimo del parche ij.

Si a_{ij} es el área a_{ij} es el area del parche ij y n es el lado del cuadrado entero más pequeño que a_{ij}, y m = a_{ij} - n^2, entonces el perímetro mínimo del parche ij, min-p_{ii} tendrá una de las siguientes formas (Milne 1991, Bogaert et al. 2000):

min-p_{ii} = 4n, cuando m = 0
min-p_{ii} = 4n + 2, cuando $n^2 < a_{ij} \leq n(1+n)$
min-p_{ii} = 4n + 4, cuando $a_{ij} > n(1+n)$.

- ***Indices de vecindad***

CONTIG = Estima la conectancia espacial, o contigüidad de las celdas en un parche para proveer un índice de la configuración de los límites del parche y por lo tanto la forma del parche (LaGro 1991). Parches mayormente contiguos resultan en valores de índice mayores. El valor del índice adquiere sentido solo en un análisis comparativo.

$$CONTIG = \frac{\left[\frac{\sum_{r=1}^{z} c_{ijr}}{a_{ij}}\right] - 1}{v - 1}$$

Donde:

C_{ijr} = valor de contigüidad para el pixel r en el parche ij
V = la suma de los valores en un templado de celdas de 3x3
a_{ij} = área de los parches ij en términos de número de celdas.

PROX = es un índice de proximidad relativo al tamaño del parche. Se estima como la suma del área del parche (m2) dividida por el cuadrado de la distancia al borde de cada uno de los parches vecinos.

$$PROX = \sum_{s=1}^{n} \frac{a_{ijs}}{h_{ijs}^2}$$

Donde:
a_{ijs} es el área en m^2 del parche ijs en el entorno del parche ij dentro de una distancia especificada (m). En nuestro análisis la distancia especificada fue de 10000, distancia que incluye a todos los vecinos presentes.
hijs es la distancia (m) entre el parche y parche, en base a la distancia borde a borde.

ENN = Distancia Euclidiana al vecino más cercano (Euclidean Nearest Neighbourg Distance), se basa en la distancia borde a borde más corta.

El análisis de los índices se realizó usando el programa FRAGSTATS (McGarigal & Marks, 1995), en dos niveles de análisis: cálculos de índices para cada parche de vega en relación al mosaico que constituye el área de estudio del "corredor biológico", y el cálculo de índices para el mosaico completo.

El cálculo se realizó con la imagen sin fondo y con borde, por lo que no hay estimaciones de ningún tipo fuera del área del corredor de interés. Sin fondo se refiere a que solo se consideraron los polígonos con valor 1 (presente) para vega y pajonal, sin considerar el fondo o matriz donde estos se insertan, esto implica que toda la matriz es considerada "no hábitat" o "inhóspita" para efectos biológicos, lo que permite una estimación conservadora de que toda la diversidad depende exclusivamente de los fragmentos de vegas. Este punto es discutido más adelante.

Finalmente se representa en forma cartográfica los valores de Contigüidad, Proximidad y Distancia Euclidiana al vecino más cercano, mediante la generación de polígonos de Thiessen. Estos se calcularon en base a los centroides de cada uno de los parches de vega identificados. Simultáneamente se realiza la rasterización de los valores al área adyacente. El propósito de esta representación es destacar en forma gráfica los sectores del área estudiada que concentran vegas con mayor contigüidad (Plano 1), con mayor proximidad (Plano 2) y alternativamente los sectores con las mayores distancias entre vega (Plano 3).

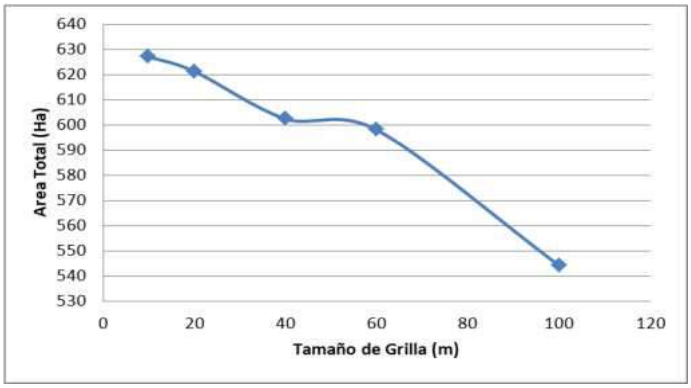
Estimación de la resolución de análisis

Considerando que Fragstats usa un polígono (cuadrado) de área conocida como grilla de análisis para realizar el cálculo de las superficies y distancias; se estimó el tamaño óptimo de este polígono de análisis mediante un análisis exploratorio de tres indicadores a nivel de paisaje usando cinco tamaños de grilla de análisis.

El resultado del análisis muestra que si bien existe poca diferencia en los valores estimados para la mayoría de los índices, es posible observar diferencias en la medida en que se modifica el tamaño de la grilla de análisis.

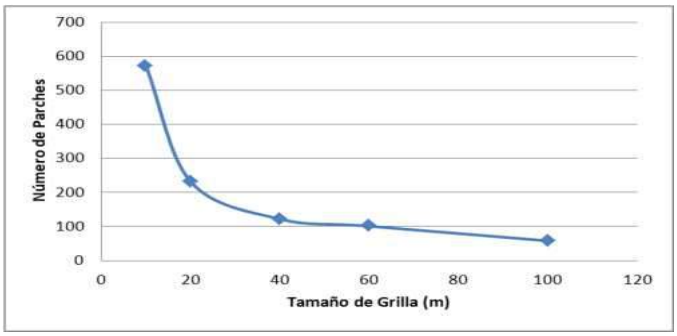
El área total (TA) disminuye al estimarla con una grilla de tamaño creciente. Alcanzando una estabilización entre 40 y 60 metros (Figura 3).

Figura 3. Variación de la estimación del área total de vegas



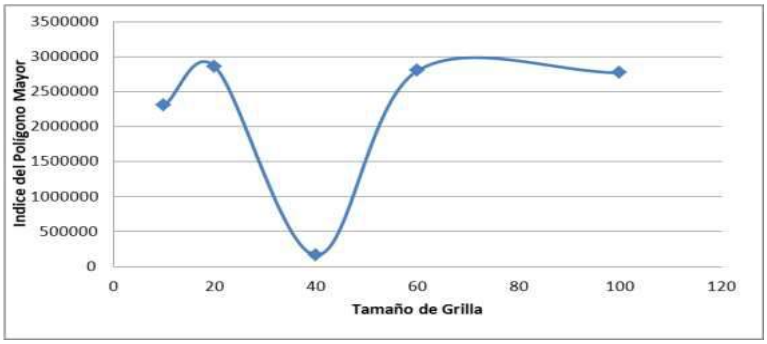
El número estimado de polígonos o parches de vega (NP) a partir de la imagen varía entre 58 y 572 dependiendo del tamaño de grilla empleado. Con una estabilización en el número estimado de parches entre 100 y 120 estimado con grilla de 40 a 60 metros (Figura 4).

Figura 4. Variación del número de parches de vega con el tamaño de grilla.



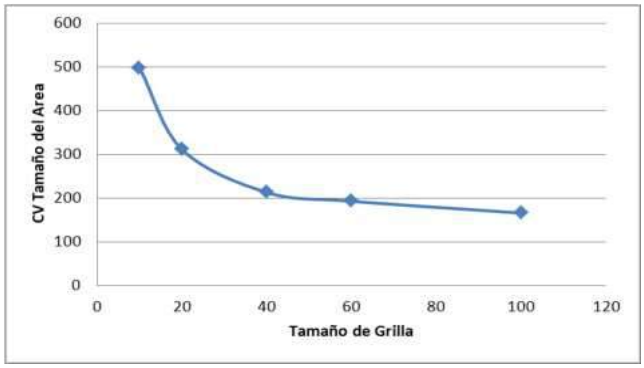
El índice LPI (índice del polígono mayor) presenta una inflexión a un mínimo cuando es calculado con tamaños de grilla de 40 metros (Figura 5).

Figura 5. Variación del índice LPI con el tamaño de grilla.



El coeficiente de variación del área total de vegas disminuye con el tamaño de la grilla empleado, con una estabilizándose aproximadamente a partir de la grilla de 40 metros (Figura 6).

Figura 6. Cambio del coeficiente de variación del área estimado con distintos tamaños de grilla.



A partir de este análisis se estimó que una resolución adecuada para el análisis corresponde a un área de 40 metros por lado. Este tamaño representaría un valor adecuado a la escala de tamaños de las vegas en estudio, en relación a la resolución espacial de la imagen QuickBird usada como fuente primaria, y equivale a un cuadrado de 10 x 10 pixeles aproximadamente.

Resultados

Delimitación de las Cuencas del área de estudio

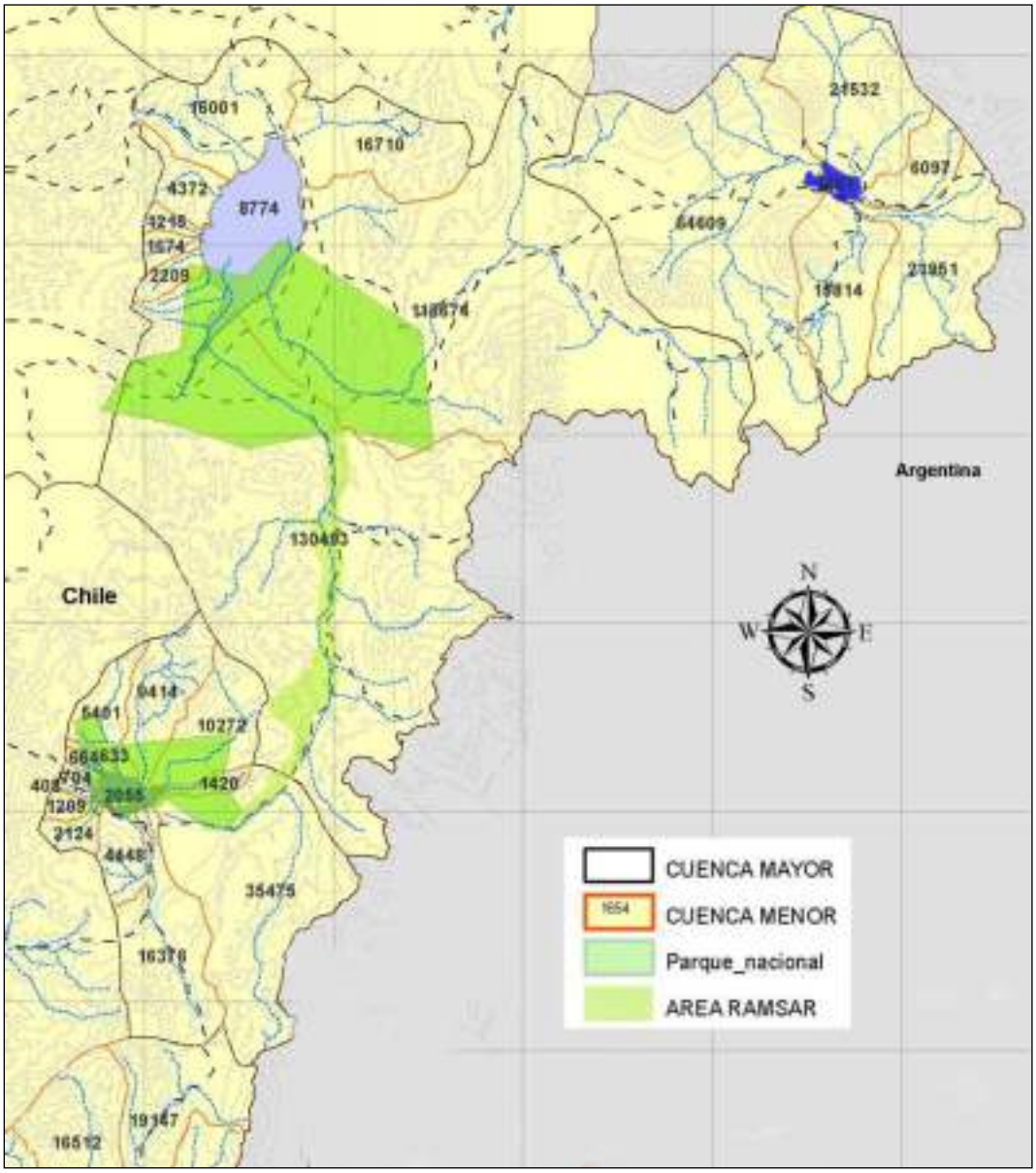
El área de estudio corresponde, hidrográficamente a tres grandes cuencas, de las cuales dos abarcan el área del corredor biológico entre las dos secciones del Parque Nacional Nevado Tres Cruces; la de más al norte es la mayor con una superficie aproximada de 291.000 ha y corresponde al Salar de Maricunga, extendiéndose hacia el este y sur sobre los ríos Lamas, y Astaburuaga. La segunda cuenca se extiende más al sur, y corresponde a la que da origen a la Laguna del Negro Francisco; su superficie aproximada es de 754.000 ha. La tercera cuenca se extiende al oriente, dando origen a la Laguna Verde y abarcando una superficie de 131.000 ha.

En términos de los sistemas de humedales presentes en la zona, estos se distribuyen principalmente en la cuenca del Salar de Maricunga, sobre dos subcuencas de gran tamaño que se extienden al oriente y sur-oriente. La primera de aproximadamente 118.674 ha incluye al río Lamas y sus sistemas de vegas asociados. La segunda subcuenca de este sistema abarca aproximadamente 130.493 has. Y contiene los sistemas de vegas asociados a la sección sur del

salar, las vegas de ciénaga redonda, de Villalobos, del sistema Lajitas-Barros Negros, y de Valle Ancho.

Por otra parte, la cuenca de la Laguna del Negro Francisco presentaría hacia el oriente una subcuenca de unas 35.475 has. En la que se emplaza el sistema de vegas de Pantanillo, vegas menores en el sector de la puntilla, y escasas manchas de vegetación de vega entorno a la Laguna misma.

Figura 7. Cuencas y subcuencas reconocidas en el área de estudio correspondiente al área de corredor biológico. Las cifras indican la superficie aproximada de cada cuenca en hectáreas. La línea segmentada azul representa el eje aproximado de los drenes.



Identificación y delimitación de las vegas del área estudiada

Como se indicó antes, son dos las cuencas hidrográficas que contienen la mayoría de los sistemas de vegas presentes en el área.

En total en el área del corredor biológico se reconocieron 13 sistemas de vegas las que fueron denominadas de acuerdo al nombre de uso común en el caso de que exista; según el río que la alimenta, o por proximidad a un sistema de vegas conocido (ej. Valle Ancho alto o Valle ancho aislada). La ubicación de estos sistemas de vegas se muestra en el Plano N° 1 adjunto.

Según la información cartográfica generada mediante el análisis NDVI de las imágenes satelitales, las vegas de mayor tamaño corresponden a las presentes en la sección sur del Salar de Maricunga y en valle Ancho. Otras vegas de importancia en el área del corredor biológico son la vega de Lajitas-Barros Negros y la vega del Río Lamas (Tabla 6). En el área muestreada la superficie de vega alcanza aproximadamente 600 hectáreas, repartidas entre la sección sur del salar de Maricunga y Laguna Santa Rosa, corredor biológico y Laguna del Negro Francisco. Probablemente, tanto en laguna Santa Rosa como en Laguna del Negro Francisco parte de los humedales detectados correspondan en parte a vegas y pajonales cuya reflectancia sea indistinguible en la imagen. No obstante representan sectores de alta productividad, igualmente importantes al momento de evaluar la actividad biológica.

Tabla 6. Sistemas de vegas identificadas en las cuencas presentes en el área del corredor biológico. Se indica además el tipo de muestreo implementado en cada una.

Sistema de vegas	Sub-Cuenca	Tamaño de la Sub-Cuenca (ha)	Superficie de la vega[1] (ha)
Lamas		118.674	35,68
Santa Rosa		118.674	70,88
Maricunga 1		118.674	2,72
Maricunga2		118.674	213,60
Ciénaga Redonda		130.493	4,64
Villalobos		130.493	2,56
Lajitas-Barros Negros		130.493	76,00
Valle Ancho		130.493	101,44
Valle Ancho aislada		130.493	4,16
Valle ancho alto		130.493	4,16
Pantanillo		130.493	4,00
La Puntilla		35.475	4,80
Negro Francisco		35.475	81,60[2]

[1] Determinada en base al modelo NDVI.

Levantamiento Topográfico de las vegas

De las vegas presentes en el área se seleccionaron cuatro sistemas en los que se realizó un levantamiento topográfico de uno de sus manchas de vega. Estos sistemas correspondieron a parte de la vega del Río Lamas, la vega de Ciénaga Redonda, Barros Negros, y Valle Ancho.

Como se señala en la metodología, el trabajo consistió en la delimitación, mediante GPS diferencial, del contorno de una de las áreas de vega de cada uno de estos sistemas, seleccionada en base a su superficie y ubicación en el sistema de vegas.

La Tabla siguiente resume la información generada para cada uno de de los sistemas de vega estudiados. La distancia longitudinal y el área topografiada corresponden a las de la unidad de vega seleccionada dentro de cada sistema, y permiten obtener información precisa de pendiente y altitud representativa de cada uno de los cuatro sistemas de vega (Tabla 7).

Tabla 7. Información Topográfica de las cuatro vegas seleccionadas.

Sistema de Vega	Distancia Longitudinal (m)	Pendiente Longitudinal (%)	Área topografiada (m^2)	Superficie (Há)	Altitud límite aguas arriba (m.s.n.m)	Altitud límite aguas abajo (m.s.n.m)	Altitud Promedio (m.s.n.m)
Río Lamas	1550	1,57	663.114,5	66	4339	4315	4327
Ciénaga Redonda	2500	1,18	934.854,7	93	3987	3958	3973
Barros Negros	3560	0,64	1.507.808,3	151	4126	4104	4115
Valle Ancho	2960	0,97	1.877.986,9	188	4195	4166	4180

Estos sistemas de vegas se encuentran altitudes que, en el caso de las vegas georreferenciadas, varían entre 4327 msnm (Vega del Río Lamas) y los 3973 msnm (Vega de Ciénaga Redonda).

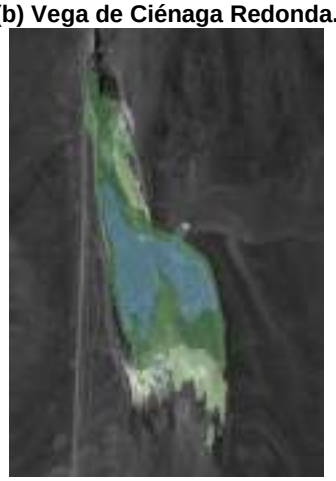
En general las vegas estudiadas presentan pendientes relativamente bajas. Si se analiza la diferencia entre la altura de la cabecera de la vega con la salida, se observa que la mayor pendiente alcanza 1,57% correspondiendo al Río Lamas, mientras que la menor pendiente de 0,64% corresponde a la vega de Barros Negros.

Figura 10. Detalle del levantamiento topográfico en las vegas seleccionadas. Los distintos colores representan el sector de vega en verde y verde oscuro, área de pajonales en amarillo, área con predominancia de agua en azul y terrenos desnudos en café.

(a)Vega del río Lamas.



(b) Vega de Ciénaga Redonda.



(c) Vega de Barros negros



(d) Vega de Valle Ancho



Estudio Biológico de las Vegas Seleccionadas

Flora

Riqueza y Cobertura

Se encontró un total de 13 especies de plantas vasculares en las 7 estaciones del área de estudio (Tabla 8). Todas estas especies son nativas y corresponden a 8 familias, de las cuales la más representada es Poaceae con 5 especies, mientras que 5 familias están representadas por solamente una especie (Tabla 26). Todas estas plantas tienen forma de crecimiento herbáceo perenne con características cespitosas (rizomas cortos en matas densas), pulvinadas (forman cojines) y no pulvinadas.

Tabla 8. Especies de plantas vasculares encontradas en las siete estaciones de muestreo en las vegas del sistema de humedales.

No	Especie	Familia	Forma de crecimiento	Origen geográfico
1	*Lilaeopsis macloviana*	Apiaceae-Umbelliferae	Hierba perenne, rosulada	Nativa
2	*Nastanthus compactus*	Calyceraceae	Hierba perenne, escaposa	Nativa
3	*Arenaria rivularis*	Caryophyllaceae	Hierba perenne, cespitosa	Nativa
4	*Phylloscirpus deserticola*	Cyperaceae	Hierba perenne, pulvinada	Nativa
5	*Carex maritime*	Cyperaceae	Hierba perenne, cespitosa	Nativa
6	*Oxychloe andina*	Juncaceae	Hierba perenne, pulvinada	Nativa
7	*Deyeuxia eminens*	Poaceae-Gramineae	Hierba perenne, cespitosa	Nativa
8	*Deyeuxia velutina*	Poaceae-Gramineae	Hierba perenne, cespitosa	Nativa
9	*Hordeum halophilum*	Poaceae-Gramineae	Hierba perenne, cespitosa	Nativa
10	*Poa brevis*	Poaceae-Gramineae	Hierba perenne, cespitosa	Nativa
11	*Puccinellia frigida*	Poaceae-Gramineae	Hierba perenne, cespitosa	Nativa
12	*Calandrinia compacta*	Portulacaceae	Hierba perenne, rosulada	Nativa
13	*Ranunculus exilis*	Ranunculaceae	Hierba perenne, estolonífera	Nativa

La mayor riqueza de especies se encontró en la vega Pantanillo Sur y en la Vega Lajitas con 11 especies en cada una (Figura 1), mientras que en Pantanillo Norte se encontró la riqueza más baja con 7 especies. La cobertura, en los sitios estudiados, fluctuó entre 63,5% (Vega Valle Ancho) y 89,3% (Vega Pantanillo norte) (Promedio= 76,7 %) (Figura 2). Sobre el promedio se encuentran las Vega Pantanillo Norte, formada principalmente por cojines de *Oxychloe andina*; Vega Río Lamas, con cerca de un 60 % de especies de gramíneas cespitosas y Vega Ciénaga Redonda donde las cespitosas *Deyeuxia eminens*, *D. velutina* y *Puccinellia frígida* alcanzan un 50,3%, pero que también tiene una importante presencia de plantas pulvinadas (Figura 11).

Figura 11. Riqueza de especies de plantas vasculares terrestres en cada una de las estaciones de muestreo.

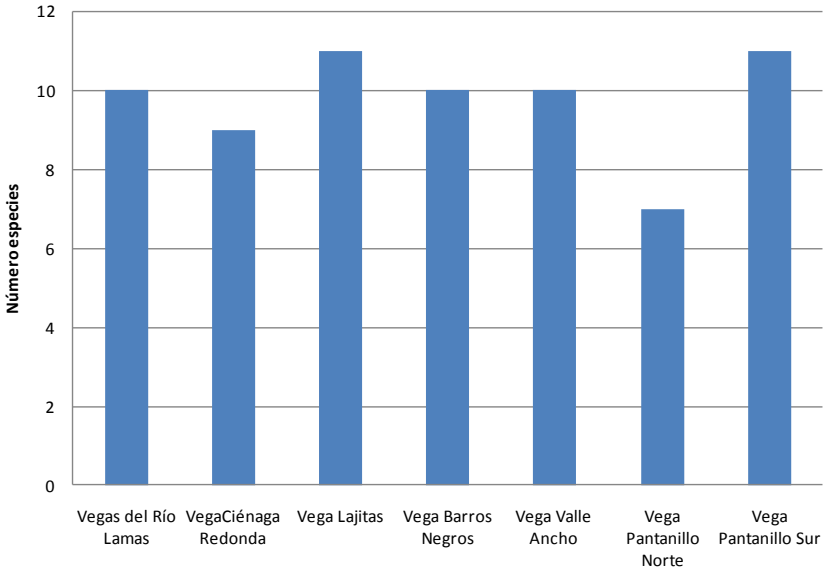
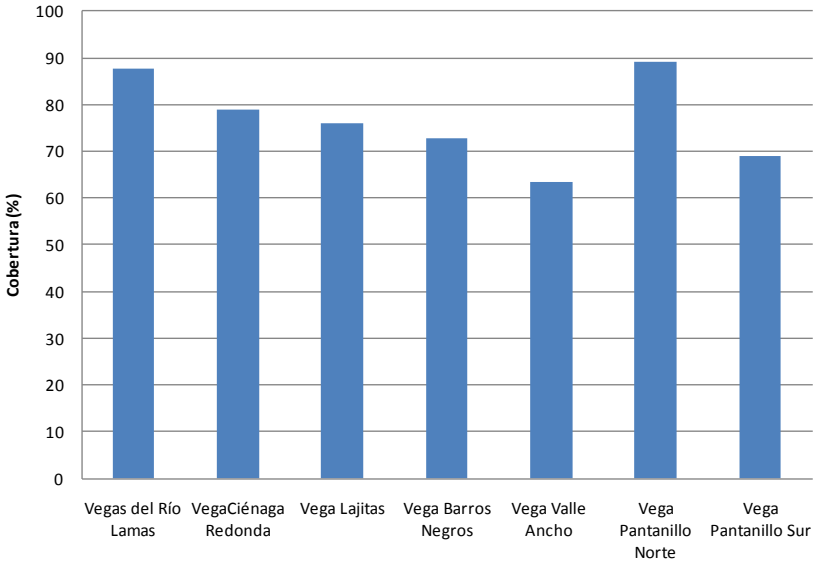


Figura 12. Cobertura promedio de especies de plantas vasculares en cada una de las estaciones de muestreo.



Se encontró que la cobertura fue variable entre especies, distinguiéndose dos grupos de especies. En el primero se encuentran 5 especies cuyas coberturas promedio para el sistema de vegas están en un rango entre 9,68 y 27,1%. En este grupo se encuentran *Deyeuxia eminens* (27,1%), *Phylloscirpus deserticola* (15,8%) y *Deyeuxia velutina* (10,7%). En el segundo grupo se encuentran 8 especies, cuyas coberturas promedio para el sistema de vegas están en un rango de 0,01 y

4,37%. En este grupo se encuentran *Lilaeopsis macloviana* (4,37%), *Carex maritima* (4,31%) y *Calandrinia compacta* (0,9%) (Figura 13 y Figura 14).

Figura 13. Cobertura promedio por especie. Grupo de especies de cobertura promedio alta en el sistema de vegas

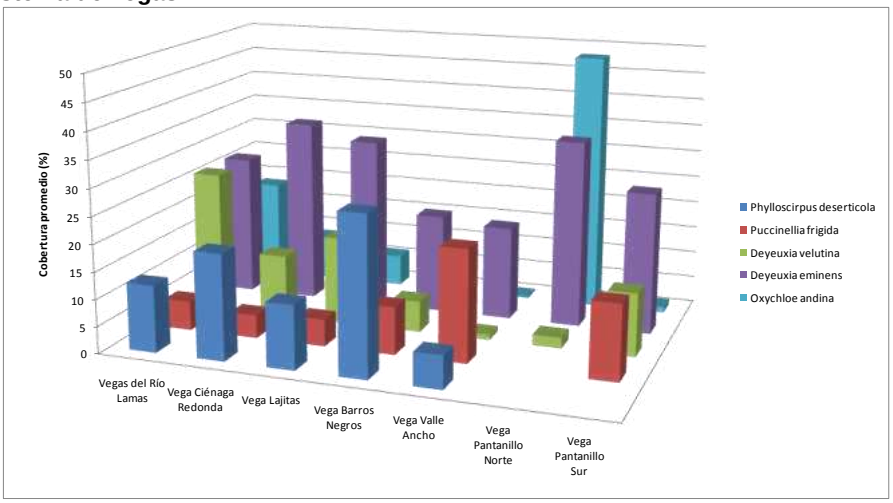
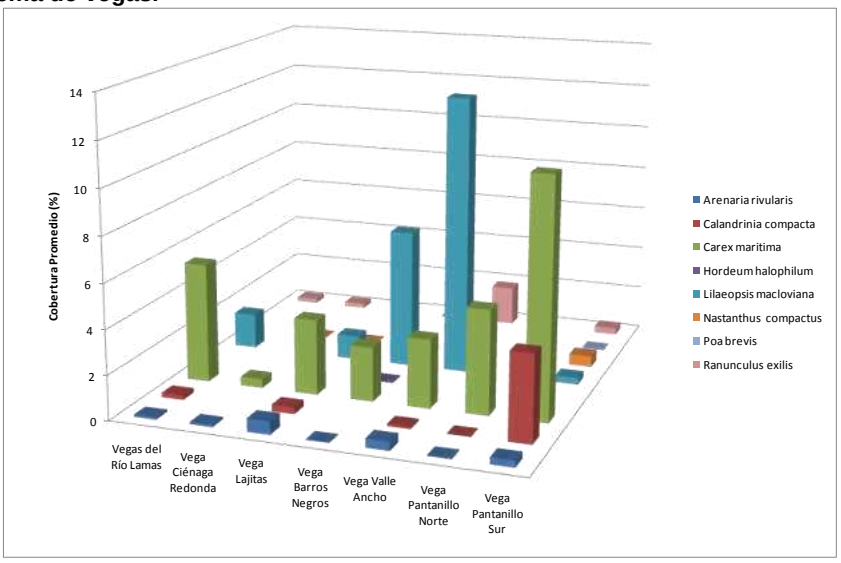


Figura 14. Cobertura promedio por especie. Grupo de especies de cobertura promedio baja en el sistema de vegas.



Diversidad

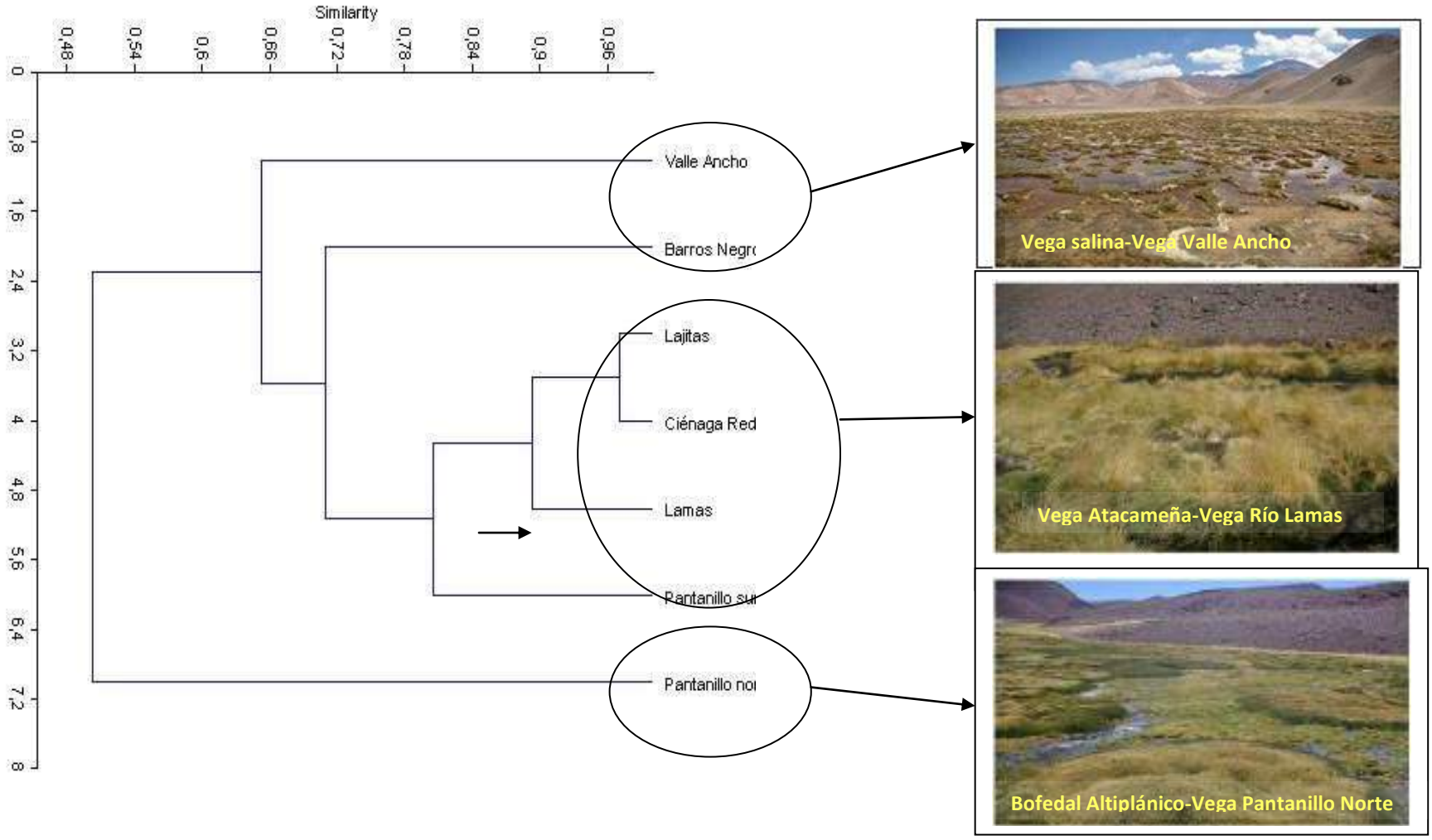
El índice de dominancia, utilizado como medida de la diversidad ecológica de las vegas estudiadas varió entre 0,22 (Vega Río Lamas) con la mayor diversidad y 0,45 (vega Pantanillo Norte) con la menor diversidad.

Análisis de similitud

En la Figura 4 se muestran las relaciones de similitud entre las vegas estudiadas, calculadas con base en el índice de Morisita que incluye tanto datos de composición como de abundancia. Se

observa que las vegas que presentan la mayor similitud son las de Vega Lajitas, y Vega Ciénaga Redonda, con ellas forman un grupo las Vegas del río Lamas y Vega Pantanillo Sur. Las que presentan mayores diferencias son Pantanillo norte que aparece bastante aislada, respecto de las demás, Vega Valle Ancho y Vega Barros Negros. En términos de análisis se puede concluir que el grupo principal está formado por vegas donde dominan especies como *Deyeuxia eminens*, *Phylloscirpus deserticola* y *Deyeuxia velutina*, las que representan vegas "típicas" atacameñas, que se constituyen en el área de influencia de un río con pocas ramificaciones y pocas zonas de inundación, limosas. La Vega Pantanillo Norte, sería la más diferente pues tendría más bien el carácter de un "bofedal altiplánico" en quebrada debido a la dominancia de la especie pulvinada *Oxychloe andina*. Finalmente, también aparecen como diferentes con las demás y entre sí, las vegas de Barros Negros y Vega Valle Ancho, es posible que las diferencias de estas con el resto, estén ligadas a la presencia de un río muy ramificado con presencia de numerosas zonas con suelo poco permeable, que, al parecer, se inundan por tiempo largo adquiriendo un carácter salino y donde se ubican *Lilaeopsis macloviana* y *Puccinellia frigida*.

Figura 4. Cladograma construido con el índice de similitud de Morisita, para las siete estaciones muestreadas.



Fauna

Riqueza de especies, abundancia de individuos y densidad poblacional

Se registró un total de 20 especies de fauna en el total de las estaciones de muestreo (Tabla 9), que pertenecen a 13 órdenes de reptiles, aves y mamíferos. El grupo más representado fue el de las aves con 14 especies, seguidas de los mamíferos con 5 especies y finalmente los reptiles con una especie (Tabla 9).

Tabla 9. Lista de especies de fauna encontradas en siete estaciones de muestreo

No	Phyllum	Orden	Especie	Nombre Común
1	Reptiles	TROPIDURIDAE	*Liolaemus rosenmanni*	Lagartija de Rosenmann
2	Aves	ANATIDAE	*Anas flavirostris oxyptera*	Pato Jergón chico del norte
3			*Chloephaga melanoptera*	Piuquén
4			*Lophonetta specularioides*	Pato Juarjual
5		EMBERIZIDAE	*Sicalis olivascens*	Chirihue verdoso
6		HIRUNDINIDAE	*Pygochelidon cyanoleuca*	Golondrina de dorso negro
7		MOTACILLIDAE	*Anthus correndera*	Bailarín chico
8		PHOENICOPTERIDAE	*Phoenicoparrus andinus*	Flamenco andino
9		SCOLOPACIDAE	*Calidris bardii*	Playero de Baird
10			*Gallinago andina*	Becacina de la Puna
11		THINOCORIDAE	*Attagis gayi*	Perdicita cordillerana
12			*Thinocorus orbignyanus*	Perdicita cojón
13		TYRANNIDAE	*Lessonia orea*	Colegial del norte
14			*Muscisaxicola flavinucha*	Dormilona Fraile
15			*Muscisaxicola frontalis*	Dormilona de frente negra
16	Mamífero	CAMELIDAE	*Lama guanicoe*	Guanaco
17			*Vicugna vicugna*	Vicuña
18		CANIDAE	*Pseudolopex culpaeus*	Zorro culpeo
19		LEPORIDAE	*Lepus capensis*	Liebre
20		FELIDAE	*Puma concolor*	Puma

La riqueza de especies varió entre cuatro y diez taxa, detectándose las menores riquezas en las vegas Lajitas, Pantanillo Norte y pantanillo Sur. Mientras que las vegas de río Lamas, Barros Negros y Valle Ancho presentaron las mayores riquezas (Figura 15).

La abundancia fue muy variable. Mientras en Vega Pantanillo Norte no se registraron individuos, en la Vega barros Negros se encontró la mayor abundancia con 161 individuos, de los cuales 143 correspondieron a aves.

Figura 16. Riqueza de especies de fauna por cada una de las vegas estudiadas.

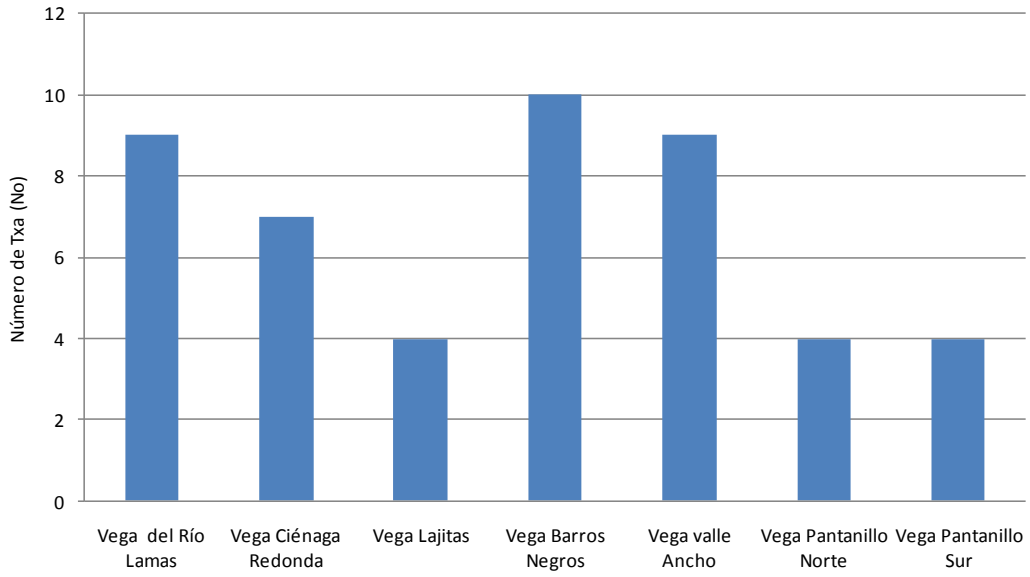
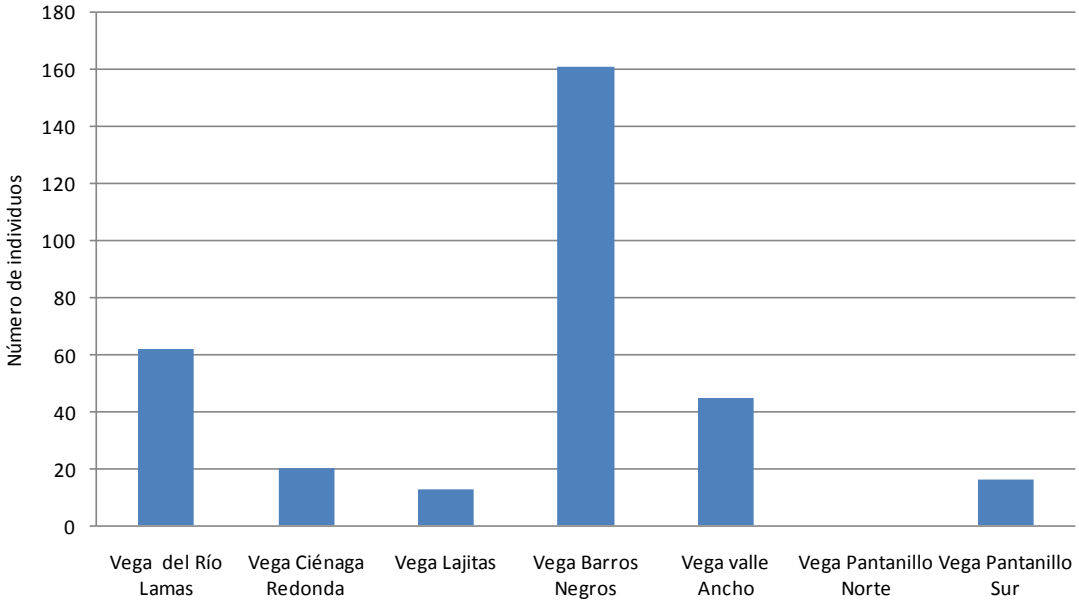
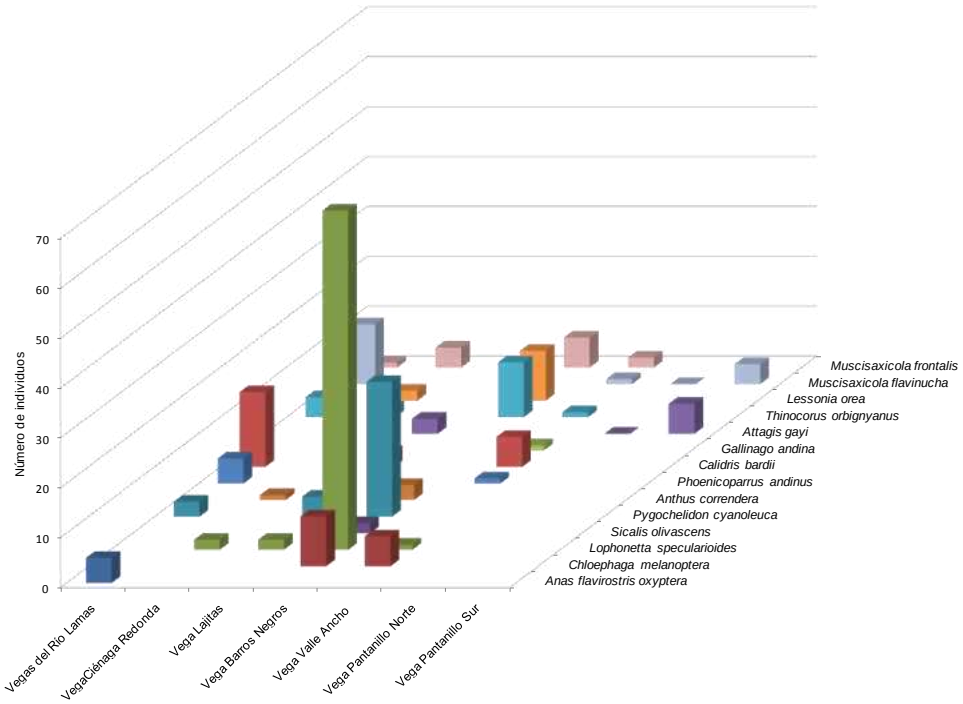


Figura 17. Abundancia (número de individuos) de especies de fauna por cada una de las vegas estudiadas.



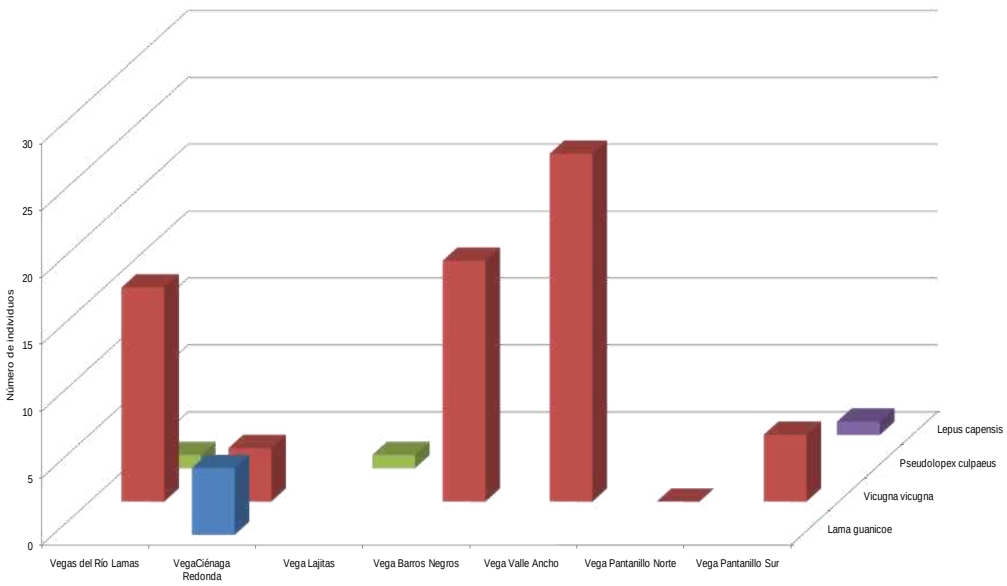
El grupo más representado en el conjunto de vegas fue el de las aves. En cuanto a la abundancia de este grupo, por vega destacan *Lophonetta specularioides* (Pato juarjual; N=68), *Pygochelidon cyanoleuca* (Golondrina de dorso negro; N=27), *Thinocorus orbignyanus* (Perdicita cojón; N=11), *Lessonia orea* (Colegial del norte; N=10) y *Chloephaga melanoptera* (Piuquén; N=10), todos ellos en la Vega Barros Negros, *Calidris bardii* (Playero de Baird; N=15) y *Muscisaxicola flavinucha* (Dormilona fraile; N=12) en la Vega Río Lamas (Figura 18).

Figura 18. Abundancia de especies de aves en las estaciones estudiadas. Destaca Vega Barros Negros con seis especies en que N≥10



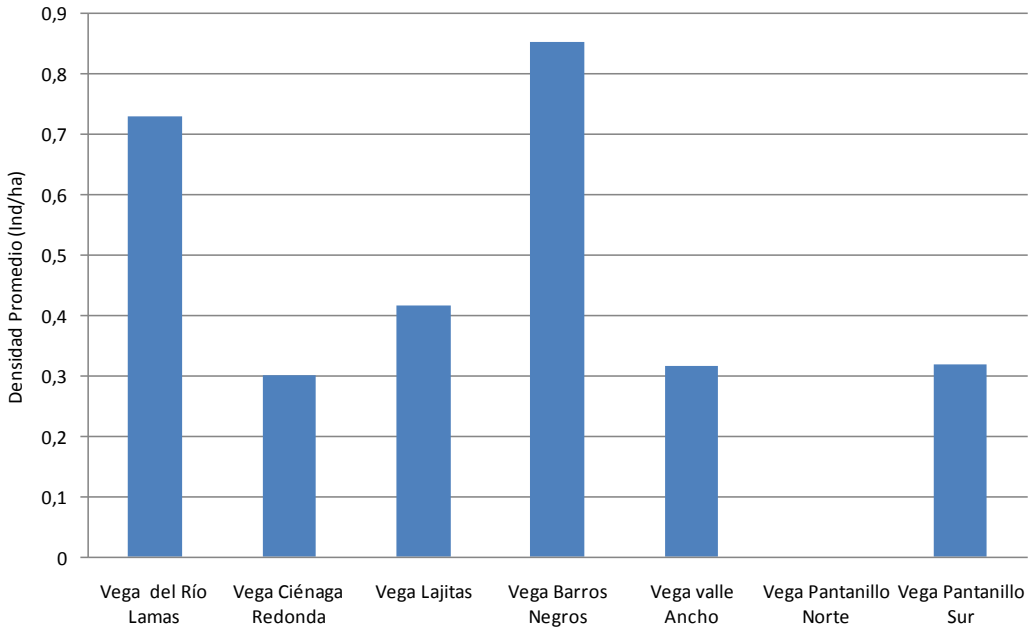
El grupo de los mamíferos estuvo representado por cinco especies. La presencia de *Puma concolor* se verificó por la presencia de fecas (evidencia indirecta) en la Vega Río Lamas, razón por la cual esta especie se incluyó en los datos de riqueza, pero no en los de abundancia. La especie más abundante fue la Vicuña, en la Vega Valle Ancho donde se contaron 26 individuos.

Figura 19. Número y distribución de los mamíferos en las vegas estudiadas



La densidad poblacional, por su parte fue muy baja, siendo inferior a un individuo por hectárea en todos los casos. La mayor densidad se encontró en la Vega Barros Negros y en la Vega del Río Lamas con 0,85 y 0,73 ind/H, respectivamente.

Figura 20. Densidad poblacional (ind/H) promedio para cada una de las vegas estudiadas.



Estado de Conservación

De las 20 especies encontradas tanto por evidencias directas como indirectas, ocho de ellas se encuentran en categoría de conservación: una lagartija, tres aves y cuatro mamíferos (Tabla 9).

Tabla 9. Especies de fauna y su categoría de conservación, encontradas en las siete estaciones de muestreo.

Nombre Científico	Nombre Común	Categoría Conservación
Liolaemus rosenmanni	Lagartija de Rosenmann	Rara
Chloephaga melanoptera	Piuquén	Vulnerable
Phoenicoparrus andinus	Flamenco andino	Vulnerable
Attagis gayi	Perdicita cordillerana	Rara
Lama guanicoe	Guanaco	En Peligro
Vicugna vicugna	Vicuña	En Pellagra
Pseudolopex culpaeus	Zorro culpeo	Insuficientemente conocida
Puma concolor	Puma	En Peligro

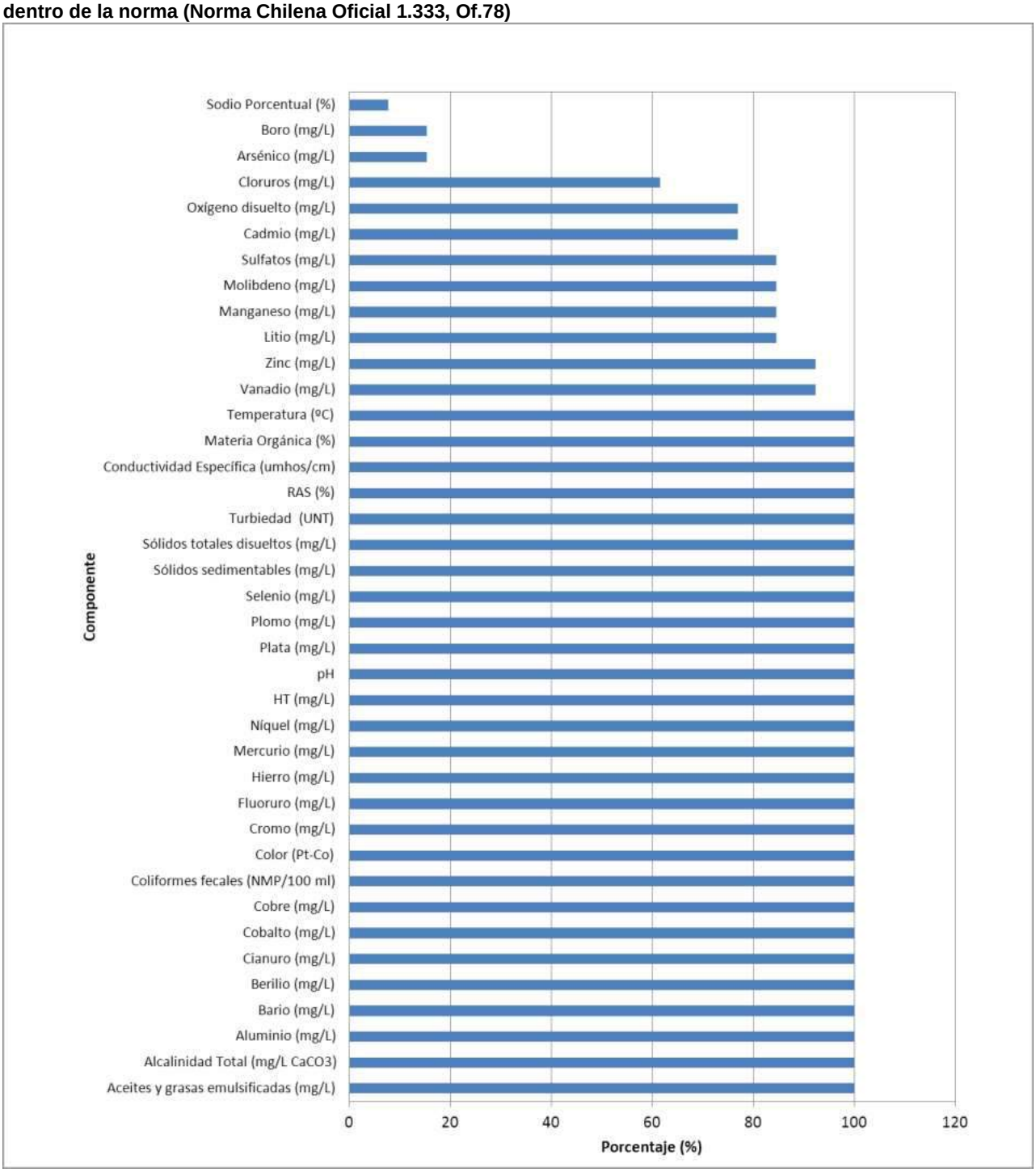
Diversidad

Los valores del índice de diversidad (Shannon), fluctuaron entre 1,25 (Vega Valle Ancho) y 1,87 (Vega Río Lamas). En la Vega Pantanillo Norte solamente se encontraron evidencias indirectas de fauna, representada con valor 0 para este índice.

Caracterización de Vegas

Los datos muestran que la calidad del agua desfavorable para el uso de riego (Norma Chilena Oficial 1.333, Of.78.), es una condición común a todos los sistemas de humedales estudiados y se debe a una alta concentración de iones (Arsénico, Boro, Cadmio, Cloruro, Litio, Manganeso, Molibdeno, Sodio porcentual, Sulfato, Vanadio y Zinc) y una baja concentración de oxígeno disuelto (Figura 21).

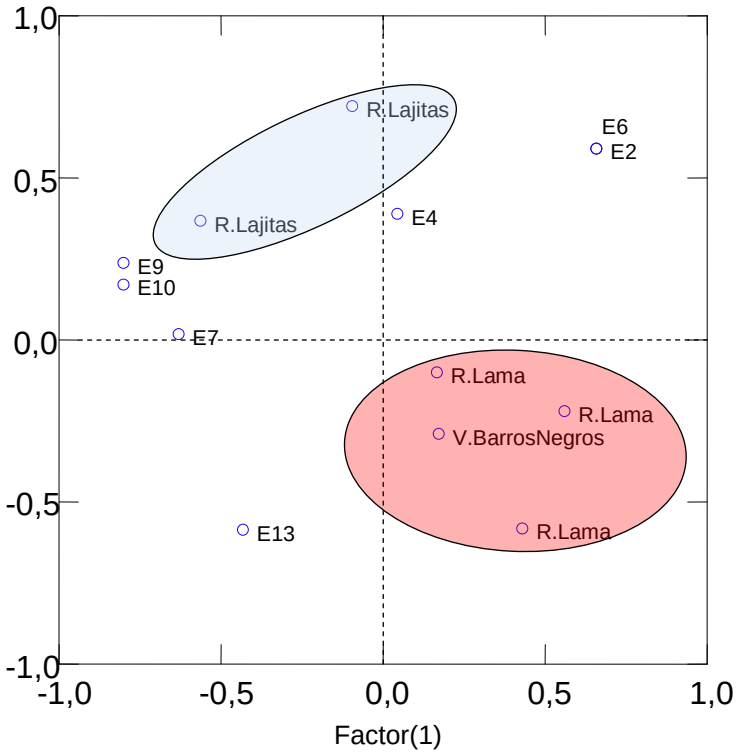
Figura 21. Porcentaje de las muestras del estudio de calidad de agua, cuyos valores se encontraron dentro de la norma (Norma Chilena Oficial 1.333, Of.78)



La condición de no aptitud para riego presenta, sin embargo, diferencias entre sitios de muestreo (Figura 22). La calidad del agua y la composición iónica del río Lamas y de la vega Barros Negros es diferente de la composición iónica del río Lajitas. Las diferencias se basan en que el río Lamas y la vega Barros Negros presentan las condiciones de calidad de agua para riego menos favorables entre todos los sistemas estudiados y que por el contrario, el río Lajitas presenta comparativamente

la mejor condición para este uso. La Vega Río Astaburuaga, Vega Valle Ancho y la Vega Pantanillo Ancho (norte) muestran condiciones intermedias de calidad de agua (Figura 22).

Figura 22. Análisis de Componentes Principales. Agrupación de estaciones de muestreo del sector del trazado (E2 a E13) en función de la calidad de agua.



De acuerdo con estos resultados, los ensambles biológicos muestran una condición depauperada generalizada en todas las estaciones estudiadas. Esto es válido particularmente para los ensambles ubicados en una posición alta dentro de la trama trófica, tales como peces y anfibios, ambos ausentes de todos muestreos y todas las estaciones. Siguiendo esta tendencia, también los ensambles bentónicos (fitobentos y zoobentos) presentaron baja densidad y riqueza (Figura 3 y Figura 4), situación que es indicativa de condiciones no favorables de hábitat, principalmente de calidad de agua que no favorece el desarrollo de la biota. Los ensambles bentónicos no mostraron diferencias en la riqueza de taxa ni en la densidad, entre los sistemas acuáticos. Sistemas con diferencias de calidad de agua no reflejaron diferencias de biota acuática, ya que el río Lamas y la vega Barros Negros que muestran una condición desfavorable en la calidad del agua no muestran un ensamble depauperado de organismos bentónicos respecto de sistemas con condiciones químicas más favorables (por ej. río Lajitas).

Figura 23. Riqueza del ensamble bentónico (fitobentos y zoobentos) en las estaciones estudiadas.

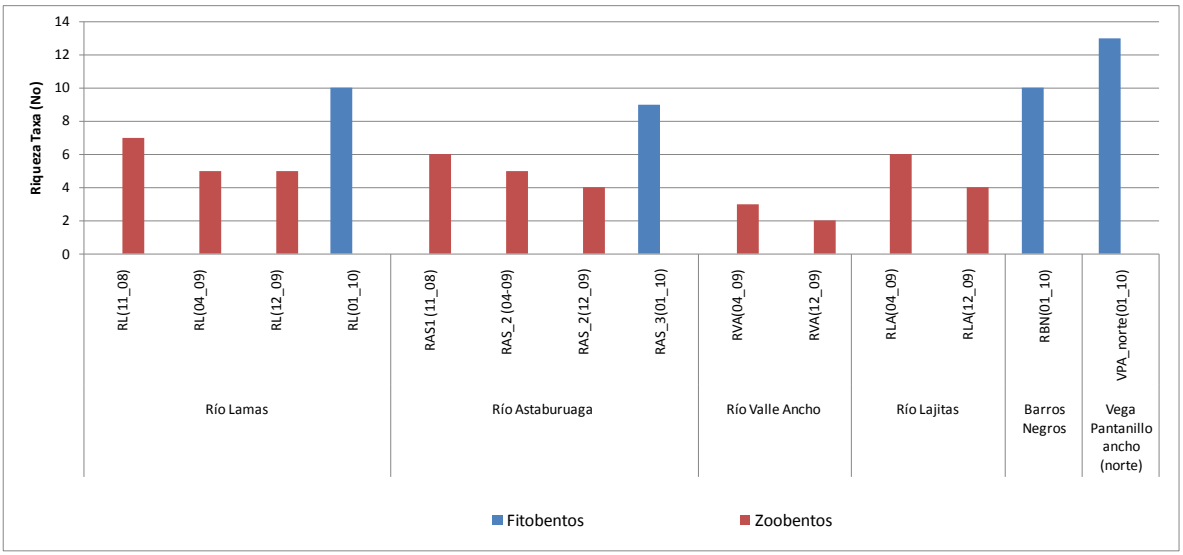
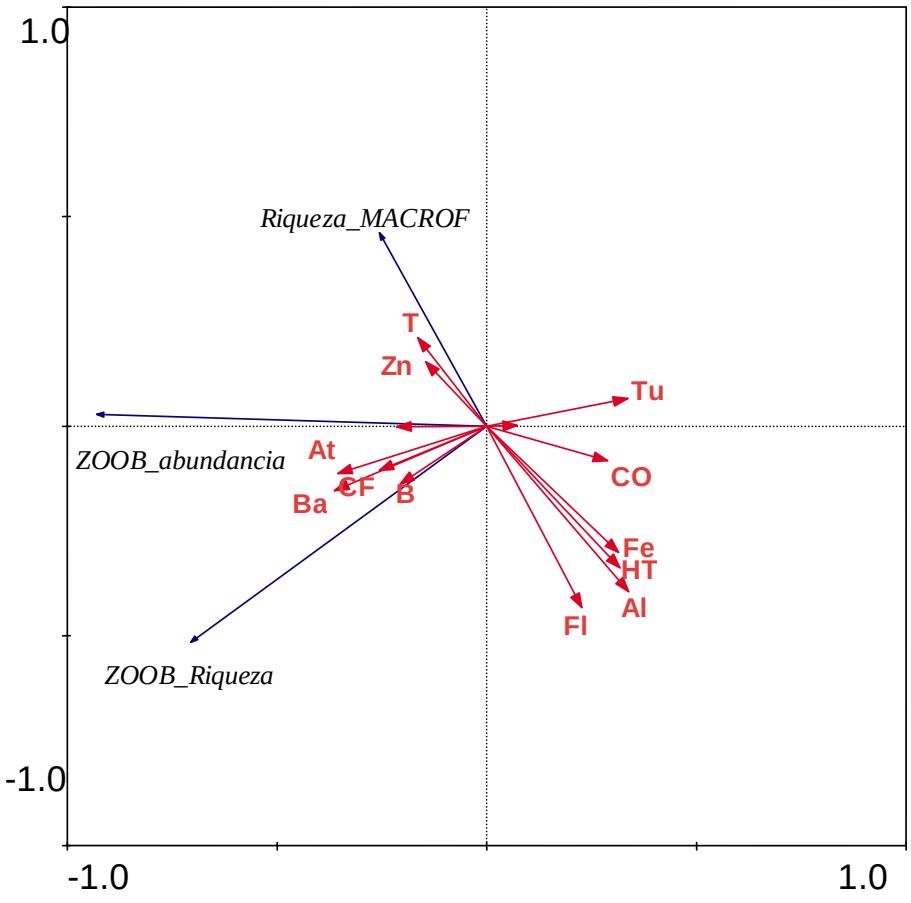


Tabla 10. Ensambles biológicos de los cuerpos de agua del sector del trazado del acueducto.

Esración Monitoreo	Código - Fecha	Período	Peces	Anfibios	Fitobentos		Zoobentos		Macrofitas	
					Riqueza	Densidad	Riqueza	Densidad	Riqueza	Cobertura absoluta
					Nº Taxa	cel/mm2	Nº Taxa	ind/m2	Nº Taxa	%
Río Lamas	RL(11_08)	Seco	0	0	s/d	s/d	7	1.110	1	s/d
Río Lamas	RL(04_09)	Seco	0	0	s/d	s/d	5	816	2	s/d
Río Lamas	RL(12_09)	Seco	0	0	s/d	s/d	5	265	2	s/d
Río Lamas	RL(01_10)	Húmedo	0	0	10	12.020.000	s/d	s/d	6	85
Río Astaburuaga	RAS1 (11_08)	Seco	0	0	s/d	s/d	6	37	3	s/d
Río Astaburuaga	RAS_2 (04-09)	Seco	0	0	s/d	s/d	5	69	2	s/d
Río Astaburuaga	RAS_2(12_09)	Seco	0	0	s/d	s/d	4	31	1	s/d
Río Astaburuaga	RAS_3(01_10)	Húmedo	0	0	9	14.426.311	s/d	s/d	4	75
Río Valle Ancho	RVA(04_09)	Seco	0	0	s/d	s/d	3	80	2	s/d
Río Valle Ancho	RVA(12_09)	Seco	0	0	s/d	s/d	2	448	3	s/d
Río Lajitas	RLA(04_09)	Seco	0	0	s/d	s/d	6	242	3	s/d
Río Lajitas	RLA(12_09)	Seco	0	0	s/d	s/d	4	728	2	s/d
Barros Negros	RBN(01_10)	Húmedo	0	0	10	160.000	s/d	s/d	3	88
Vega Pantanillo ancho (norte)	VPA_norte(01_10)	Húmedo	0	0	13	4.200.003	s/d	s/d	3	65

El análisis de correspondencia canónica muestra que las principales variables de calidad de agua que explican la presencia de la biota, es decir con las que muestran una correlación positiva, son: Temperatura, Zinc, Alcalinidad total, Coliformes fecales, Bario, Boro, Turbidez, Cobalto, Fierro, Hidrocarburos totales, Aluminio y Fluoruro (Figura 21). Del conjunto de estas variables, la concentración de Zinc en la Vega Río Lamas y de Boro en todas las estaciones, a excepción de la Vega Río Lajitas, presentó niveles que superaron los niveles máximos de la normativa ambiental para riego (NCH Oficial 1.333, Of 78). A pesar de estas diferencias fisicoquímicas, no ocurren diferencias de biota acuática entre los sistemas acuáticos del área estudiada.

Figura 21. Análisis de correspondencia. Asociación variables biológicas (negro) y químicas (rojo) T=Temperatura, Zn= Zinc, At=Alcalinidad total, CF=Coliformes fecales, Ba=Bario, B=Boro, Tu=Turbidez, CO=Cobalto, Fe=Fierro, HT=Hidrocarburos totales, Al= Aluminio, Fl=Fluoruro)



Análisis de Fragmentación

El sistema de vegas del corredor biológico está constituido por una constelación de 122 parches (polígonos) de vega pertenecientes a 7 sistemas de vegas distribuidas a lo largo del eje de los ríos Astaburuaga, Pantanillo, Lajitas y Lamas.

Estos sistemas corresponden a los ya mencionados, pertenecientes a:

Laguna Santa Rosa y Salar de Maricunga, Río Lamas, Ciénaga Redonda, Villalobos, Lajitas-Barros Negros, Valle Ancho, Pantanillo, y vegas de la laguna del Negro Francisco.

Indicadores a nivel de paisaje

En términos generales el sistema de vegas observado se ha estimado en 602,4 ha a partir de la clasificación supervisada usando una imagen satelital QuickBird. Estas 602 Ha estarían repartidas en 122 polígonos, que en el área total cubierta por los mismos equivalen a 0,20 parches por hectárea de vega. Se hace énfasis en la densidad indicada corresponde a la densidad de polígonos en las superficie de terrenos indicados como vega, y no al área total del eje estudiado, cuyos límites serían arbitrariamente definidos lo que podría llevar a interpretar los resultados como tendenciosos.

El índice del polígono mayor (LPI) es de 11,24 (Tabla 10). Este índice cuantifica el porcentaje del paisaje total de vegas que es abarcado por el parche de vega de mayor tamaño, como una medida de la dominancia. LPI se aproxima a cero cuando el parche de mayor tamaño en el paisaje es pequeño, y tiene valor 100 cuando el paisaje completo está compuesto por un único parche que abarca el 100% de la superficie.

En el caso del corredor biológico, el parche de mayor tamaño corresponde a las vegas del sector Laguna Santa Rosa, con fragmento de 67,68 ha. La siguiente vega de mayor tamaño se encuentra en el mismo sector del Salar de Maricunga con una superficie de 66,72 ha.

Tabla 10.
Índices de Paisaje para el área de vegas del sector corredor biológico.

Area Total (TA)	Número de Polígonos (NP)	Densidad de Polígonos (PD)	Indice del Polígono Mayor (LPI)
602,4 ha	122	0,20 parches/ha	11,24
AREA_MN	**AREA_AM**	**AREA_MD**	**AREA_RA**
4,93	27,28	1,2	67,36

Como se señaló, el área total de vegas, estimada de acuerdo al modelo de grilla de 40 m. es de 602 hectáreas. El promedio de cada parche de vegas es de 4,93 ha con una mediana de 1,2 ha.

La dispersión de superficies es alta. El intervalo de superficies estimado es de 67,36 ha entre el parche de mayor tamaño y el de menor tamaño.

Indicadores de forma y tamaño

Al analizar la nube completa de parches de vega presentes en el área estudiada, se pueden distinguir 13 sistemas o agregaciones de vegas las que se nombran en la Tabla 11 de acuerdo a la toponimia del lugar de ubicación.

Tabla 11.
Sistemas de vegas distinguibles en el área estudiada y sus características de superficie.

Sistema de vegas	N° de Parches	Area Total	Area Promedio	Area Mínima	Area Máxima
Ciénaga Redonda	1	4,6	4,6	4,6	4,6
La Puntilla	2	4,8	2,4	1,8	3,0
Lajitas-Barros Negros	14	76,0	5,4	0,3	34,6
Lamas	10	35,7	3,6	1,0	12,3
Maricunga 1	1	2,7	2,7	2,7	2,7
Maricunga2	32	213,6	6,7	0,3	66,7
Negro Francisco	34	81,6	2,4	0,3	15,7
Pantanillo	2	4,0	2,0	0,3	3,7
Santa Rosa	4	70,9	17,7	0,3	67,7
Valle Ancho	18	101,4	5,6	0,3	30,1
Valle Ancho aislada	1	0,3	0,3	0,3	0,3
Valle ancho alto	2	4,2	2,1	1,4	2,7
Villalobos	1	2,6	2,6	2,6	2,6

De los sistemas descritos los de mayor superficie de vega corresponden a Maricunga 2, Valle Ancho, Laguna del Negro Francisco, Lajita-Barros Negros y Laguna Santa Rosa, todas con superficie superior a 70 ha. Las vegas del río Lamas aparecen con un tamaño intermedio de 35 ha; mientras que los otros sistemas tienen superficies inferiores a 5 ha. En general el promedio del

área de cada parche de vega varía entre 2 y 5 ha. Los parches mayores se registran en Santa Rosa donde el promedio alcanza las 17,7 ha.

Los sistemas más complejos, en términos de número de parches de vega registrados corresponden a Maricunga 2 y Negro Francisco con 32 y 34 parches de vega estimados (Tabla 11). Otros sistemas relativamente numerosos son Valle Ancho (18 parches), Lajita-Barros Negros (14 parches) y Río Lamas (10 parches).

En general los parches de vega más pequeños registrados miden 0,3 ha, mientras que los mayores fluctúan entre 2,7 y 67 ha dependiendo del sistema. Los mayores parches, como se dijo, están en Maricunga (parte sur del salar), Laguna Santa Rosa, Lajita-Barros Negros y Valle Ancho.

El perímetro promedio de los distintos sistemas de vega fluctúa entre 240 m y 4120 m con una mayoría entre 1000 y 1500 m (Tabla 3). La relación entre perímetro y área varía entre 382 y 750. Los valores mayores, es decir los sistemas de vegas más irregulares corresponderían a la vega aislada de Valle Ancho, Las vegas de Pantanillo, y de Maricunga 2 y de El Negro Francisco.

El índice Shape, que compara el perímetro observado con el perímetro mínimo de un parche de igual área, sin el sesgo del tamaño del área de la relación perímetro/área, muestra que los menores valores de índice se observan en Negro Francisco y Maricunga 1, mientras que los mayores valores de índice se observan en Maricunga 2 y Ciénaga Redonda; sugiriendo que estos serían los más complejos en términos de borde e irregularidad de las formas. No obstante hay que indicar que la diferencia entre los mínimos y máximos valores es 1,1, lo cual es relativamente bajo sugiriendo que todas las vegas serían relativamente compactas.

Tabla 12.
Indicadores de forma de los parches de vega del área estudiada.

Sistema de vegas	Perímetro Promedio	PARA Promedio	Shape Promedio
Ciénaga Redonda	1840,0	396,6	2,1
La Puntilla	1040,0	437,8	1,6
Lajitas-Barros Negros	1377,1	555,8	1,5
Lamas	1400,0	493,6	1,8
Maricunga 1	1040,0	382,4	1,4
Maricunga2	2365,0	562,7	1,9
Negro Francisco	931,8	568,7	1,4
Pantanillo	880,0	581,5	1,5
Santa Rosa	4120,0	523,1	2,1
Valle Ancho	1573,3	494,6	1,6
Valle Ancho aislada	240,0	750,0	1,0
Valle ancho alto	920,0	455,9	1,5
Villalobos	1200,0	468,8	1,9

Índices de Vecindad

El análisis de los índices de contigüidad muestra valores relativamente similares entre un sistema de vegas y otro. Los promedios del índice varían entre 0,2 y 0,6.

Las vegas que presentan el mayor grado de conectancia o contigüidad de sus parches corresponden a las vegas de Maricunga1 y Ciénaga Redonda, mientras que la pequeña vega de Valle Ancho este presenta la menor conectancia. Todas estas vegas tienen parches con distintos grados de conectancia, lo que se refleja en la diferencia entre los valores mínimos y máximos registrados en un mismo sistema. En el caso de la vega Lajita Barros Negros hay parches sumamente aislados (valor de contigüidad 0,17) a contiguos (valor 0,82). Otros sistemas, como Villalobos o Maricunga 1 son más regulares en su conectancia, sin diferencias entre mínimos y máximos (Tabla 13).

Tabla 13.
Valores de Conectancia o Contiguidad estimados en los sistemas de vega estudiados.

Sistema de vega	Mínimo de CONTIG	Máximo de CONTIG	Promedio de CONTIG
Ciénaga redonda	0,55	0,55	0,5
La Puntilla	0,48	0,54	0,5
Lajitas-Barros Negros	0,17	0,82	0,4
Lamas	0,28	0,71	0,4
Maricunga 1	0,60	0,60	0,6
Maricunga2	0,17	0,71	0,4
Negro Francisco	0,17	0,76	0,4
Pantanillo	0,17	0,56	0,4
Santa Rosa	0,17	0,76	0,4
Valle Ancho	0,17	0,84	0,4
Valle Ancho este	0,17	0,17	0,2
Valle ancho alto	0,46	0,57	0,5
Villalobos	0,42	0,42	0,4

El análisis de proximidad muestra que los sistemas de vega con menos vecinos próximos son la vega de Villalobos, Pantanillo, y la vega al este de Valle Ancho.

En el otro extremo, los sistemas de vega con mayor proximidad son las de Maricunga 2, Santa Rosa y Valle Ancho. Otros sistemas presentan altos valores máximos de proximidad (ej. Lajita-Barros Negros, Negro Francisco, Lamas) que son compensados a la baja por los menores valores mínimos del índice, reflejando una mayor cantidad de parches aislados en relación a otros vecinos (Tabla 14).

Tabla 14.
Resumen de valores del índice de Proximidad

Sistema	Mín. de PROX	Máx. de PROX	Promedio de PROX
Ciénaga redonda	0,02	0,02	0,02
La Puntilla	0,12	0,19	0,16
Lajitas-Barros Negros	0,28	27,26	7,33
Lamas	0,82	16,00	3,18
Maricunga 1	0,06	0,06	0,06
Maricunga2	1,01	81,21	26,23
Negro Francisco	0,07	28,61	5,99
Pantanillo	0,07	0,54	0,31
Santa Rosa	0,21	105,96	27,14
Valle Ancho	1,34	68,47	16,91
Valle Ancho este	0,05	0,05	0,05
Valle ancho alto	1,19	2,20	1,69
Villalobos	0,03	0,03	0,03

Cuando se analiza la distancia euclidiana de los sistemas estudiados se observa que los sistemas con mayor distancia a los vecinos más cercanos, y por lo tanto aislamiento, son las vegas de Villalobos, Cienaga Redonda, Maricunga 1 y Valle Ancho este.

Mientras que los sistemas con menores distancias al vecino más cercano corresponden a las vegas de Valle Ancho, Maricunga 2, Lamas, y Lajitas-Barros Negros (Tabla 15).

Tabla 15.
Distancia Euclidiana al vecino más cercano en el sistema de vegas estudiado.

Sistema	Mín. de ENN	Máx. de ENN	Promedio de ENN
Ciénaga redonda	5173,63	5173,63	5173,6
La Puntilla	411,83	411,83	411,8
Lajitas-Barros Negros	80,00	243,31	135,8
Lamas	80,00	200,00	126,7
Maricunga 1	3729,45	3729,45	3729,5
Maricunga2	80,00	329,85	116,8
Negro Francisco	80,00	824,62	180,6
Pantanillo	268,33	268,33	268,3
Santa Rosa	80,00	282,84	181,4
Valle Ancho	80,00	164,92	107,7
Valle Ancho este	2289,80	2289,80	2289,8
Valle Ancho alto	113,14	113,14	113,1
Villalobos	5173,63	5173,63	5173,6

Síntesis y Conclusiones

En el área de estudio, correspondiente al corredor biológico se reconocieron dos cuencas mayores: la del salar de Maricunga y otra que forma la laguna del Negro Francisco. La mayor parte de las vegas observadas se encuentran sobra la cuenca del salar de Maricunga, sobre la subcuenca que drena sobre el curso del río Lamas, con 119.000 ha aprox.; y sobre la subcuenca que drena sobre el curso del río Astaburuaga, con 130.000 ha aprox.

En estas áreas se observaron trece conjuntos de formaciones de vegas. Estas vegas están constituidas cada una por un conjunto de "manchas" de vegetación más o menos agregadas. Estas manchas de vega forman en su conjunto los sistemas de vegas que se identifican en el sector.

El sistema de humedales conforma un mosaico de características heterogéneas respecto de los parámetros biológicos medidos. Este mosaico presenta como condición basal la baja aptitud para riego del agua, la ausencia de peces y anfibios y una cobertura vegetacional superior al 60%. Sin embargo también presentan diferencias desde el punto de vista fisionómico y de la estructura y composición de los componentes de flora y fauna. De los 4 humedales estudiados, 4 son vegas atacameñas típicas sin inundación, con predominancia de gramíneas (*Deyeuxia eminens*, *D velutina*) y Cyperaceas (*Phylloscirpus deserticola*), mientras que en la parte central del sistema se encuentran 2 vegas formadas por ríos ramificados con suelo inundado y ambiente salino, donde las plantas típicas son *Lilaeopsis macloviana* y *Puccinellia frigida.* Finalmente y también en el centro geográfico del sistema de humedales, un bofedal altiplánico, cuya especie representativa es *Oxychloe andina*.

Si bien la calidad de agua se excede, para varios componentes, de lo indicado por la norma para riego, característica que explicaría la pobreza de los ensambles bentónicos, la calidad de agua no se explica, aparentemente, la distribución de la flora y la fauna terrestre, ya que estaciones con baja calidad de agua presentan una riqueza de flora y fauna más bien alta. Por ejemplo en la Vega Río Lamas se midió una baja calidad de agua, sin embargo se encontró una riqueza de macrófitas alta (6), una riqueza de flora terrestre alta (10) y una riqueza de fauna terrestre alta (9). Algo similar se observa en la Vega Barros Negros, que también presentó baja calidad de agua, una riqueza de macrófitas relativamente alta (3), una riqueza de flora terrestre alta (10) y una riqueza de fauna terrestre alta (10). En la Vega Barros Negros se registró además, la mayor abundancia de individuos (160).

En términos de la flora terrestre, las vegas presentan una riqueza y una dominancia variables que determinan que se reconozcan distintos tipos de vegas; *Oxychloe andina* forma cojines en pantanillo norte, las gramíneas cestiposas del género *Deyeuxia* dominan en río Lamas; *Puccinellia* alcanza una alta cobertura en Valle Ancho, mientras que en Ciénaga redonda las cespitosas tienen importancia equivalente a las pulvinadas. Se pueden distinguir en base al conjunto de especies

dominante, tres grupos de vegas: un primer grupo donde domina *Deyeuxia eminens, Phyllocirpus desertícola y Deyeuxia velutina* o vega atacameña típica (Lajitas, Cienaga Redonda, Lamas y Pantanillo Sur); otro grupo, formado por Barros Negros y Valle Ancho con presencia de *Lilaeopsis macloviana, y Puccinellia frígida*, probablemente relacionadas a características salinas del suelo. La única vega con características de bofedal altiplánico sería Pantanillo Norte, con presencia de *Oxichloe andina.*

Al evaluar el índice de diversidad de Shannon-Wiener, la vega del Río Lamas es la que presenta los mayores valores.

Resulta notable que las vegas con mayor riqueza de especies de flora no son necesariamente las con mayor riqueza de especies de fauna. Lajitas y Pantanillo Sur presentan sobre 10 especies de plantas vasculares, mientras que Barros Negros, Valle Ancho y Lamas son las que presentan las mayores riquezas de fauna. Valle Ancho es el sistema de vegas que presenta la menor cobertura promedio, no obstante las tres vegas se encuentran en el rango medio alto de la riqueza de flora.

La fauna más representada son las aves, particularmente su abundancia es alta en barros negros y en río Lamas

Las vegas del área del "corredor biológico" constituyen en la práctica un sistema de vegas-hábitat con distintos grados de conectividad o aislamiento entre sí. Cada vega está constituida en la práctica por una serie de parches más o menos agregados entre sí, y separados por distancias variables de otros sistemas multiparches.

En toda el área del corredor, se registraron 122 parches de vega a la escala de trabajo de 40 metros, estos parches están agregados en 13 sistemas de vegas cubriendo una superficie aproximada de 602,4 ha en todo el corredor biológico.

Los sistemas de mayor superficie son Maricunga 2, Valle Ancho, Laguna del Negro Francisco, Lajita-Barros Negros y Laguna Santa Rosa.

Maricunga 2 y Laguna del Negro francisco son a la vez los sistemas con mayor número de parches de vega

De acuerdo a los resultados obtenidos, los principales sistemas de vegas estarían constituidos por las presentes en la porción sur del salar de Maricunga (la vega denominada Maricunga 2 y Laguna del Negro Francisco compartiendo superficie total y mayor número de parches.

El análisis de vecindad consideró la comparación total de los parches al interior de cada sistema de vegas con los parches de los sistemas vecinos. Esto permite que el resultado refleje en cada sistema una serie de indicadores del "aislamiento" / proximidad de otros parches se encuentran cada uno de los parches. Los índices usados fueron el índice de conectancia o contigüidad, de proximidad y la distancia euclidiana al vecino más cercano.

El índice conectancia sugiere que los parches de vegetación más continuos se encuentran en Maricunga y Ciénaga Redonda. Es decir, en estas vegas, los distintos parches que conforman el sistema se encuentran relativamente más interconectados entre sí.

Por otra parte, las vegas de Maricunga, Santa Rosa y Valle Ancho serían las que presentan mayor proximidad, esto es, son sistemas de vega que tienen en promedio una mayor cercanía a las vegas vecinas.

La Distancia Euclidiana muestra que estas mismas vegas, más las del río Lamas y Barros negros son las que tienen en promedio las menores distancias a los vecinos más cercanos.

Lo anterior determinaría la existencia de núcleos de conectividad y cercanías entre la serie de sistemas de vega presentes en el área estudiada (figuras 1 y 2), los que estarían determinados por cada uno de las agrupaciones de parches de vega que componen cada vega (parches contiguos), y los sistemas de vegas vecinos. Los principales núcleos se encontrarían presentes en el sector sur del salar de Maricunga y laguna Santa Rosa, y en el sector de Valle Ancho. Por otra parte, entre estos núcleos de conectividad existen parches de vega aislados (Figura 3) que por su tamaño pequeño, y ausencia de parches vecinos presentan también bajos valores proximidad y contigüidad.

Bibliografía

Begon M, Harper J, Townsend C. (1996) Ecology: individuals, populations and communities. 3rd Edition. Blackwell Science. Oxford, UK.

Benoit I (ed.) 1989. Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile. Corporación Nacional Forestal. Santiago. 157 pp.

Bertrand H (1995) Les insectes aquatiques d"Europe. Encyclopédie Entomologique. Volume II: Trichoptères, Lepidoptères, Diptères, Hyménoptères. Paul Lechevalier Editeur (Paris). 543pp.

CASALE 2010 Línea de Base Limnológica

CONAF (2007). Corredor Biológico Pantanillo-Ciénaga Redonda

Museo Nacional de Historia Natural. (1998). Número especial. Boletín N° 47. 146 p. Santiago, Chile.

MINSEGPRES.1998. Decreto Supremo N°5. Reglamento de la Ley de Caza.

Glade A., 1993. Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile

Hair JF Jr, RE Anderson, LT Tatham & WC Black (1995) Multivariate data analysis. Fourth edition. Prentice Hall. New Jersey. USA. 745 pp.

Lange-Bertalot H (2001) Navicula sensu stricto, 10 genera sepa-rated from Navicula sensu lato Frustulia". En: H Lange-Bertalot (ed.) Diatoms of Europe (Vol. 2) ARG Gantner Verlag, Ruggell. 526 pp.

Letelier L, FA Squeo, G Arancio, A Marticorena, M Muñoz-Schick, MTK Arroyo, P León-Lobos, S Montecinos & J R Gutiérrez. 2008. Diversidad Vegetal de la Región de Atacama, Chile. En: Squeo FA, G Arancio, JR Gutiérrez, L Letelier, MTK Arroyo, P León-Lobos & L Rentería-Arrieta: Flora Incluida en categoría de conservaciónde la Región de Atacama y Estrategias para su Conservación. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena. viii + 72 pp.

Ley 19.473. Sustituye el texto de la Ley N° 4.601, sobre caza, y artículo 609 del código civil.

Lopretto E & G Tell (1995) "Ecosistemas de Aguas Continentales". Tomo III. Ediciones Sur. La Plata, Argentina. 1401 pp.

Lugo-Ortiz C.R & McCafferty (1999) "Revision of SouthAmerican species of Baetidae (Ephemeroptera) previously placed in Baetis Leach and Pseudocloeon Klapálek". Ann Limnol 35:257-262 pp.

Lugo-Ortiz C.R & W.P McCafferty (1995) "Three distinctive new genera of Baetidae (Insecta: Ephemeroptera) from SouthAmerica". Annals Limnologie 31: 233-243 pp.

Marticorena C & M Quezada (1985) Catálogo de la Flora Vascular de Chile. Gayana Botánica 42 (1-2).

Meléndez R & V Maldonado. 1998. Especies Nativas Chilenas de Líquenes, Pterydophytas, Cactáceas, Bulbosas, Crustáceos y Peces de Aguas Continentales agrupadas de acuerdo a su

Estado de Conservación. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile, 47: 123-138. Boletín Rojo.

Merrit R.W & K.W Cummins (1996) An introduction to the Aquatic Insect of North America. Third Edition. Kendall / Hunt Publishing Company. 862pp.

Ministerio de Obras Públicas (1987) Balance hídrico de Chile. Dirección General de Aguas. Santiago, Chile.

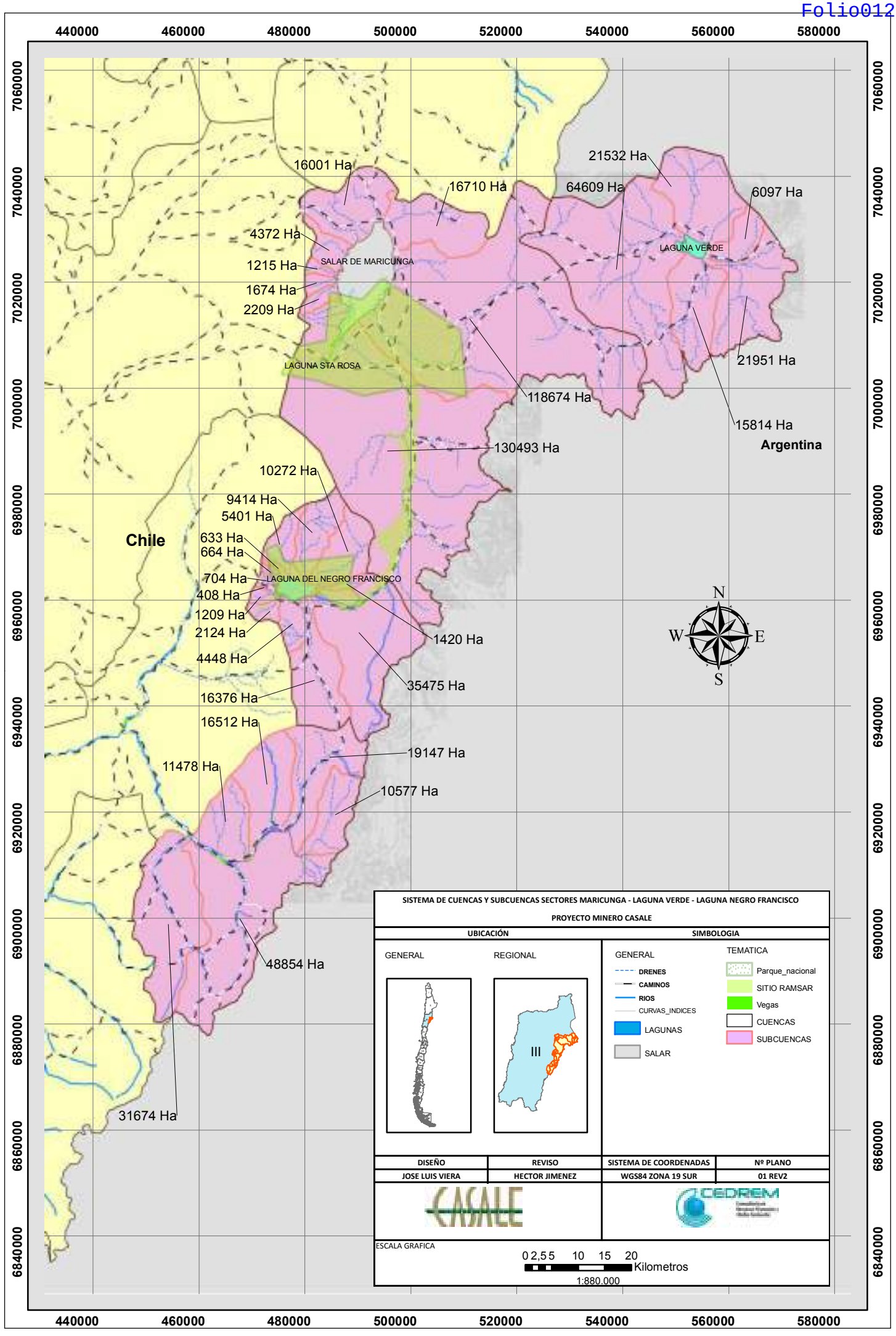
Rivera P (1983) A guide for references and distribution for the Class Bacillariophyceae in Chile between 18º28' S and 58ºS. Bibliotheca Diatomologica, Band 3. J. Kramer, Vaduz. 386pp.

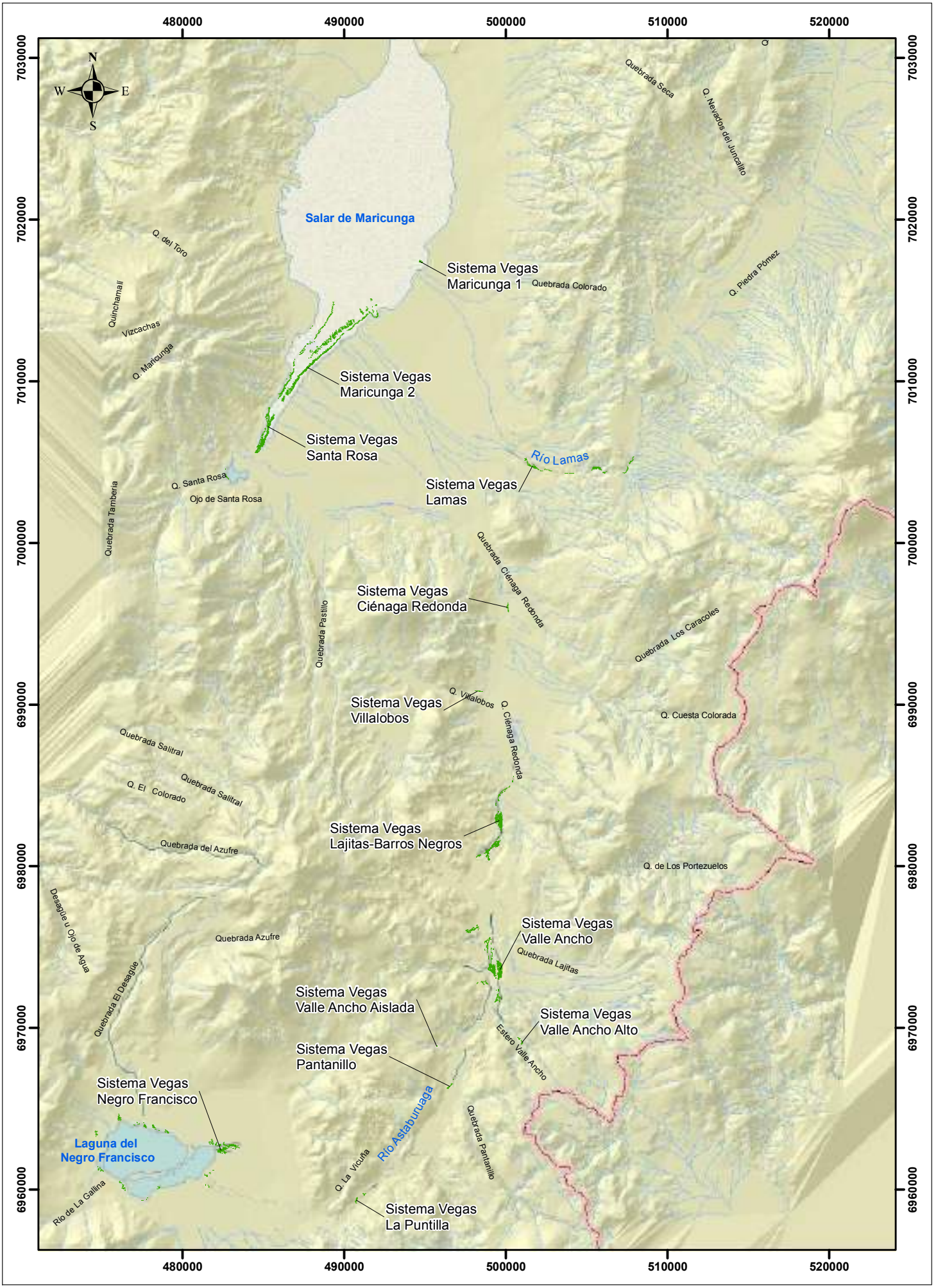
Round F.E., Crawford R.M & Mann D.G (1996) The Diatoms. Biology and morphology of the genera. Cambridge Univ. Press. Cambridge. 735pp.

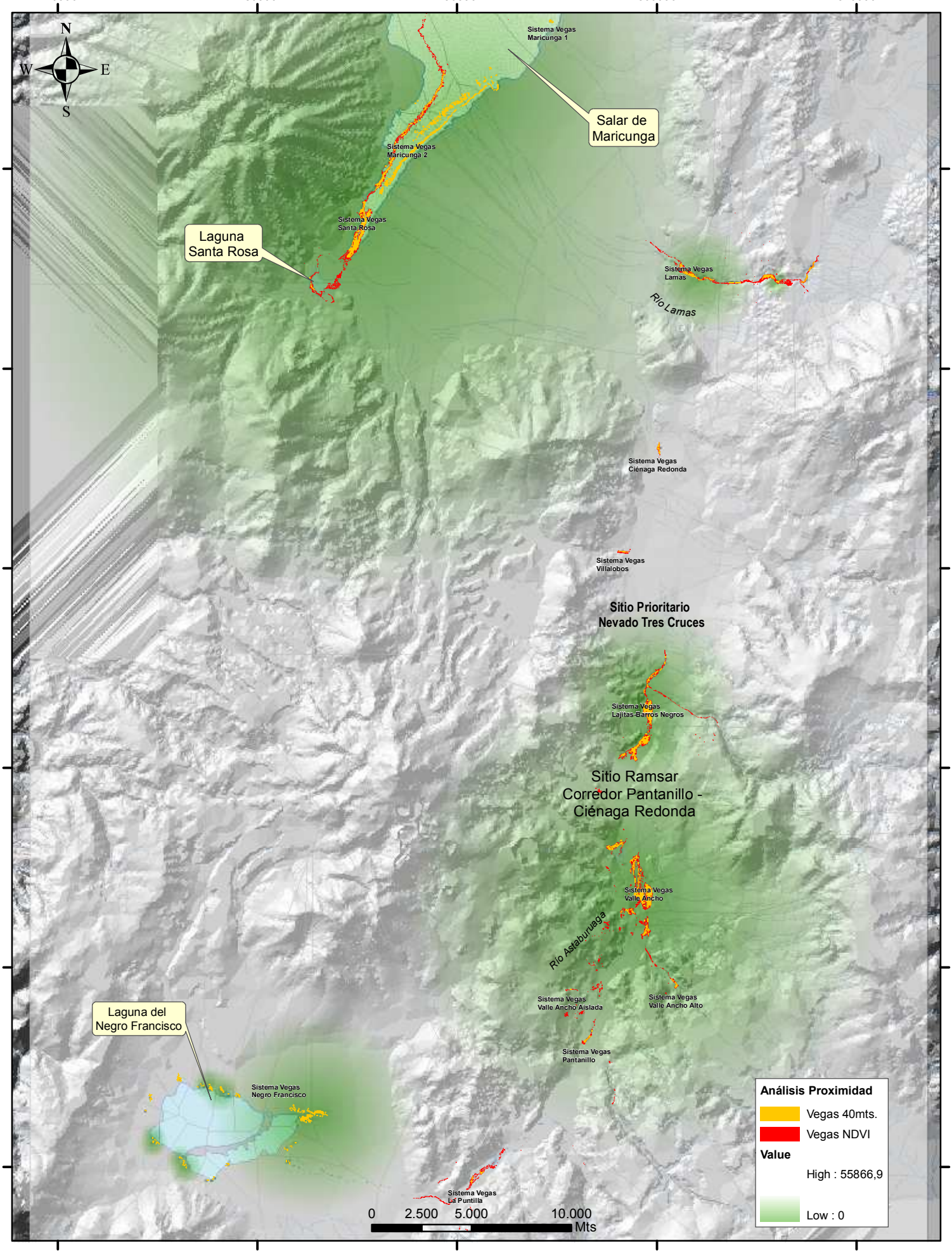
Rumrich, U, H. Lange-Bertalot & M. Rumrich (2000) Diatomeen der Anden von Venezuela bis Patagonien/Feuerland". En: H. Lange-Bertalot (Ed.), Iconographia Diatomologica Vol. 9, 673 pp., A.R.G. Gantner Verlag K.G.

Simonsen, R (1987) Atlas and Catalogue of the Diatom Types of Friedrich Hustedt. J. Cramer, Berlin & Stuttgart, 1: 525 pp, 2: 597, 3: 619.

Wilkinson L, M Hill, JP Weina & GK Birkenbeuel (1992) SYSTAT for Windows: Statistics. Fifth edition. Illinois. USA. 750 pp..ramsar.org


440000
460000
480000
500000
520000
540000
560000
580000
7060000
7040000
7020000
7000000
6980000
6960000
6940000
6920000
6900000
6880000
6860000
6840000
16001 Ha
16710 Ha
21532 Ha
64609 Ha
6097 Ha
4372 Ha
SALAR DE MARICUNGA
LAGUNA VERDE
1215 Ha
1674 Ha
2209 Ha
LAGUNA STA ROSA
21951 Ha
118674 Ha
15814 Ha
Argentina
130493 Ha
10272 Ha
9414 Ha
5401 Ha
Chile
633 Ha
664 Ha
704 Ha
LAGUNA DEL NEGRO FRANCISCO
408 Ha
1209 Ha
2124 Ha
4448 Ha
1420 Ha
35475 Ha
16376 Ha
16512 Ha
19147 Ha
11478 Ha
10577 Ha
48854 Ha
31674 Ha
N
W
E
S
SISTEMA DE CUENCAS Y SUBCUENCAS SECTORES MARICUNGA - LAGUNA VERDE - LAGUNA NEGRO FRANCISCO
PROYECTO MINERO CASALE
UBICACIÓN
SIMBOLOGIA
GENERAL
REGIONAL
III
GENERAL
DRENES
CAMINOS
RIOS
CURVAS_INDICES
LAGUNAS
SALAR
TEMATICA
Parque_nacional
SITIO RAMSAR
Vegas
CUENCAS
SUBCUENCAS
DISEÑO
JOSE LUIS VIERA
REVISO
HECTOR JIMENEZ
SISTEMA DE COORDENADAS
WGS84 ZONA 19 SUR
Nº PLANO
01 REV2
CASALE
CEDREM
ESCALA GRAFICA
0 2,5 5 10 15 20
Kilometros
1:880.000


480000
490000
500000
510000
520000
7030000
7020000
7010000
7000000
6990000
6980000
6970000
6960000
N
W
E
S
Salar de Maricunga
Quebrada Seca
Q. Nevados del Juncalito
Q. del Toro
Quinchamali
Vizcachas
Q. Maricunga
Sistema Vegas Maricunga 1
Quebrada Colorado
Q. Piedra Pómez
Sistema Vegas Maricunga 2
Sistema Vegas Santa Rosa
Río Lamas
Q. Santa Rosa
Ojo de Santa Rosa
Sistema Vegas Lamas
Quebrada Tamberia
Quebrada Ciénaga Redonda
Sistema Vegas Ciénaga Redonda
Quebrada Pastillo
Quebrada Los Caracoles
Q. Villalobos
Sistema Vegas Villalobos
Q. Ciénaga Redonda
Q. Cuesta Colorada
Quebrada Salitral
Q. El Colorado
Quebrada Salitral
Quebrada del Azufre
Sistema Vegas Lajitas-Barros Negros
Q. de Los Portezuelos
Desagüe u Ojo de Agua
Quebrada Azufre
Sistema Vegas Valle Ancho
Quebrada Lajitas
Quebrada El Desagüe
Sistema Vegas Valle Ancho Aislada
Sistema Vegas Valle Ancho Alto
Estero Valle Ancho
Sistema Vegas Pantanillo
Sistema Vegas Negro Francisco
Río Aslaburuaga
Quebrada Pantanillo
Laguna del Negro Francisco
Q. La Vicuña
Río de La Gallina
Sistema Vegas La Puntilla


470000
480000
490000
500000
510000
7010000
7000000
6990000
6980000
6970000
6960000
N
W
E
S
Sistema Vegas Maricunga 1
Salar de Maricunga
Sistema Vegas Maricunga 2
Sistema Vegas Santa Rosa
Laguna Santa Rosa
Sistema Vegas Lamas
Río Lamas
Sistema Vegas Ciénaga Redonda
Sistema Vegas Villalobos
Sitio Prioritario Nevado Tres Cruces
Sistema Vegas Lajitas-Barros Negros
Sitio Ramsar Corredor Pantanillo - Ciénaga Redonda
Sistema Vegas Valle Ancho
Río Astaburuaga
Sistema Vegas Valle Ancho Aislada
Sistema Vegas Valle Ancho Alto
Sistema Vegas Pantanillo
Laguna del Negro Francisco
Sistema Vegas Negro Francisco
Sistema Vegas La Puntilla
0 2.500 5.000 10.000
Mts
Análisis Proximidad
Vegas 40mts.
Vegas NDVI
Value
High : 55866,9
Low : 0

Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR) – Versión 2009-2012

Se puede descargar en la siguiente dirección: http://www.ramsar.org/ris/key_ris_index.htm.

Categorías aprobadas en la Recomendación 4.7 (1999) y modificadas por la Resolución VIII.13 de la 8ª Conferencia de las Partes Contratantes (2002) y Resoluciones IX.1, Anexo B, IX.6, IX.21 y IX. 22 de la 9ª Conferencia de las Partes Contratantes (2005).

Notas para el compilador de la información:

1. La FIR ha de ser llenada como se indica en la *Nota explicativa y lineamientos para llenar la Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar* adjunta. Se ruega encarecidamente al compilador que lea estas orientaciones antes de llenar la FIR.

2. Puede encontrar más información y orientaciones de apoyo a las designaciones de sitios Ramsar en el *Marco estratégico para el desarrollo futuro de la Lista de Humedales de Importancia Internacional* (Manual de Ramsar para el uso racional Nº 14, 3ª edición). Está en preparación una 4ª edición del Manual estará disponible en 2009.

3. Una vez llenada, se ruega mandar la FIR (y el o los correspondientes mapas) a la Secretaría de Ramsar. El compilador debe facilitarle un ejemplar electrónico de la FIR (MS Word) y, de ser posible, ejemplares digitales de todos los mapas.

---

1. Nombre y dirección del compilador de la Ficha:

PARA USO INTERNO DE LA OFICINA DE RAMSAR.

DD MM Y Y

Designation date | Site Reference Number

Compilador: Moisés P. Grimberg Pardo
Jefe Departamento de Áreas Silvestres Protegidas
Corporación Nacional Forestal Región Atacama
Dirección:
Teléfono:
E-mail: ;

2. Fecha en que la Ficha se llenó /actualizó:

Finalizada el 23 de junio del 2011, recibida el 17 de Noviembre de 2009

3. País:

Chile

4. Nombre del sitio Ramsar:

El nombre exacto del sitio designado en uno de los tres idiomas oficiales (inglés, francés o español) de la Convención. Los nombres alternativos, incluido en el idioma o idiomas locales, deben figurar entre paréntesis a continuación de ese nombre exacto.

Complejo Lacustre Laguna del Negro Francisco y Laguna Santa Rosa

5. Designación de nuevos sitios Ramsar o actualización de los ya existentes:

Esta FIR es para (marque una sola casilla)**:**

a) Designar un nuevo sitio Ramsar ☐; o

b) Actualizar información sobre un sitio Ramsar existente ☒

Folio012462

6. Sólo para las actualizaciones de FIR, cambios en el sitio desde su designación o anterior actualización:

a) Límite y área del sitio

El límite y el área del sitio no se han modificado: ❑

Si el límite del sitio se ha modificado:
i) se ha delineado el límite con más exactitud ☒; o
ii) se ha ampliado el límite ❑; o
iii) se ha restringido el límite** ❑

y/o

Si se ha modificado el área del sitio:
i) se ha medido el área con más exactitud ☒; o
ii) se ha ampliado el área ❑; o
iii) se ha reducido el área** ❑

** Nota importante: Si el límite y/o el área del sitio designado está en proceso de restricción/reducción, la Parte Contratante debería haber seguido los procedimientos establecidos por la Conferencia de las Partes en el Anexo a la Resolución IX.6 de la COP9, y haber presentado un informe en consonancia con el párrafo 28 de ese anexo, antes de presentar y actualizar la FIR.

b) Describa brevemente cualquier cambio importante que se haya producido en las características ecológicas del sitio Ramsar, incluyendo la aplicación de los criterios, desde la anterior FIR para el sitio.

La experiencia de CONAF en torno a conocer el comportamiento del sitio a través de tiempo se ha basado en monitoreos de fauna y la observación de los cuerpos de agua superficial de dichos ecosistemas. Respecto a los monitoreos de fauna amenazada las poblaciones de flamencos y camélidos altoandinos han permanecido en general estables. Respecto a los espejos de agua superficial, a través de la observación por parte de guardaparques del Parque Nacional Nevado de Tres Cruces, se ha observado una reducción en el cuerpo de agua de la Laguna del Negro Francisco. No obstante, con la información que se maneja al momento de la elaboración de esta ficha, no es posible determinar los probables cambios que han ocurrido en las características ecológicas desde la designación del sitio.

No existen estudios científicos previos, de conocimiento de CONAF, que expliquen las razones de la reducción del cuerpo de agua de la laguna del Negro Francisco, si bien la actividad productiva preponderante en la cuenca que involucra a este sitio es la minería. Al respecto, existe una permanente demanda de territorios aledaños al Sitio Ramsar en torno a proyectos mineros que demandan a su vez, gran cantidad recursos hídricos presentes en la zona, los que podrían afectar las napas freáticas que aportan al sitio. Por tanto, es pertinente realizar estudios que permitan establecer criterios en torno al caudal ecológico que permita asegurar el mantenimiento de los acuíferos que sustentan las vegas, bofedales y la biodiversidad asociada de estos ecosistemas altoandinos.

7. Mapa del sitio:
Véanse las orientaciones detalladas sobre suministro de mapas en regla, incluidos los mapas digitales, que figuran en el anexo III de la *Nota explicativa y lineamientos*.

a) Se incluye un mapa del sitio, con límites claramente delineados, con el siguiente formato:
i**) versión impresa** (necesaria para inscribir el sitio en la Lista de Ramsar) ☒
ii**) formato electrónico** (por ejemplo, imagen JPEG o ArcView) ☒
iii) **un archivo SIG con tablas de atributos y vectores georreferenciados sobre los límites del sitio** ☒

b) Describa sucintamente el tipo de delineación de límites aplicado:
Por ejemplo, el límite coincide con el de un área natural protegida existente (reserva natural, parque nacional, etc.), o sigue una divisoria de captación de aguas, o una divisoria geopolítica como una jurisdicción de un gobierno local, sigue límites físicos como carreteras, una línea de costa o la ribera de un río, etc.

Folio012463

La delimitación del Sitio Ramsar considera tres grandes sectores: dos sectores del Parque Nacional Nevado de Tres Cruces (unidad que forma parte del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado chileno) y sector denominado corredor biológico Pantanillo - Cienaga Redonda, que une los otros dos sectores. Este corredor es de vital importancia para el tránsito de avifauna altoandina y camélidos (vicuñas,), y además, a través de él pasa uno de los principales afluentes y aportadores de agua a las lagunas, denominado río Astaburoaga, que en cierto lugar del corredor se divide, fluyendo una parte hacia la Laguna Santa Rosa y otra parte hacia la Laguna del Negro Francisco. Asimismo, el sitio cuenta con otro sector de menor tamaño, que corresponde al bofedal del Río La Gallina.

Referencia importante para acceder al sitio Ramsar es el acceso al Parque Nacional Nevado de Tres Cruces, a través del camino internacional hacia Argentina, que atraviesa el llano Ciénaga Redonda, en dirección Sur hasta llegar al Río Lamas.

A continuación, se describe brevemente cada uno de los sectores:

Sector A: Laguna Santa Rosa:
A partir del río Lamas, en dirección al Este, los límites en este sector del Sitio Ramsar, el más septentrional, están definidos por la unión de las altas cumbres del cerro Portezuelo (4.842 m.s.n.m.), y el cerro Cienaga Redonda (4.533 m.s.n.m). Hacia el Norte, el límite lo conforma el salar de Maricunga, cuya altitud promedio 3.750 m.s.n.m. Un tercio de este salar forma parte del sitio (también del parque nacional). La laguna Santa Rosa, que le da el nombre a este sector del sitio, y a su vez , a uno de los sectores del parque nacional, se encuentra en el límite Sur del salar de Maricunga. Desde esta laguna, hacia el Oeste, los límites van por las altas cumbres de varios cerros, que oscilan entre los 4.000 m.s.n.m. y los 4.885 m.s.n.m (cerro Santa Rosa). El límite Sur de este sector esta dado por una línea recta desde el cerro Santa Rosa en dirección al Este, hacia el cerro Cienaga Redonda.

Sector B: Pantanillo-Cienaga Redonda (Corredor Biológico):
Desde el límite Sur del sector anterior y por el costado Este del cerro Cienaga Redonda en dirección Sur por el camino vehicular que conecta los sectores A y C, se encuentra el sector Pantanillo-Ciénaga Redonda, que presenta áreas o parches de vegetación que corresponden a vegas y bofedales, los cuales a su vez conforman un corredor biológico, cuyos lugares de más importancia son: bofedal Cienaga Redonda, bofedal Quebrada Villalobos, vega Barros Negros y vega Pantanillo.

Sector C : Laguna del Negro Francisco:
Este es el sector más al Sur del Sitio Ramsar (también es parte del parque nacional), junto con el sector D. Se encuentra ubicado al Sur del corredor biológico, e incluye parte del Río Astaburuaga, que viene de Sur a Norte por la quebrada Pantanillo, para luego desviarse en dirección Sur-Oeste hacia la Laguna del Negro Francisco. Esta laguna está ubicada en la última cuenca endorreica altiplánica de Chile, en términos latitudinales. En el límite Norte del sitio, lo bordea la Sierra de Monardes, por el Oeste, y la Cordillera de Darwin y el volcán Copiapó, por el Norte. El límite Sur, corresponde al borde sur de la Laguna del Negro Francisco, con el sur-este del Llano del Negro Francisco.

Sector D: Bofedal del río La Gallina:
Proporcionalmente, este sector es de superficie muy pequeña en relación a los tres restantes. Es un bodefal que se encuentra aledaño a la laguna del Negro Francisco y está ubicado en dirección Sur-Oeste del sector C del sitio.

---

8. Coordenadas geográficas (latitud / longitud, en grados y minutos):
Proporcione las coordenadas del centro aproximado del sitio y/o los límites del mismo. Si éste se compone de más de un área separada, proporcione las coordenadas de cada una de esas áreas.

A continuación, se indican las coordenadas geográficas de los de los centros aproximados del sitio. No obstante, en el ANEXO 1, se incluyen TODAS las coordenadas de delimitación del sitio.

Folio012464

Sector A: Laguna Santa Rosa	27°04'S 69°10'O
Sector B: Corredor Biológico	
Área 1: Bofedal Cienaga Redonda	27º09'S 69º00'O
Área 2:Bofedal Quebrada Villalobos	27º12'S 69º01'O
Área 3:Vega Barros Negros	27º16'S 69º00'O
Área 4:Vega Pantanillo	27º21'S 69º00'O
Sector C: Laguna del Negro Francisco	27°27'S 69°13'O
Sector D: Bofedal del Río La Gallina	27º30'S 69º17'O

9. Ubicación general:
Indique en qué parte del país y en qué gran(des) región(es) administrativa(s) se halla el sitio, así como la ubicación de la localidad importante más cercana.

El sitio está localizado en la Región de Atacama (254.336 habitantes), Provincia de Copiapó, comunas de Copiapó y Tierra Amarilla, aproximadamente a 230 Km. de la ciudad de Copiapó (155.713 habitantes), Chile.

10. Altitud: (en metros: media y/o máxima y mínima)

Sector A: Laguna Santa Rosa	3.760 m.s.n.m. (máxima)
Sector B: Corredor Biológico	
Área 1: Bofedal Cienaga Redonda	3.946 m.s.n.m. (máxima)
Área 2:Bofedal Quebrada Villalobos	4.030 m.s.n.m. (máxima)
Área 3:Vega Barros Negros	4.089 m.s.n.m. (máxima)
Área 4:Vega Pantanillo	4.172 m.s.n.m. (máxima)
Sector C: Laguna del Negro Francisco	4.110 m.s.n.m. (máxima)
Sector D: Bofedal del Río La Gallina	4.363 m.s.n.m. (máxima)

11. Área: (en hectáreas)

El Sitio Ramsar consta de 62.460 ha, las cuales fueron designadas y constituidas en el año 1996.

Sector A: Laguna Santa Rosa	38.950 hectáreas
Sector B: Corredor Biológico	11.057 hectáreas
Sector C: Laguna del Negro Francisco	12.138 hectáreas
Sector D: Bofedal del Río La Gallina	315 hectáreas
Total Sitio RAMSAR	**62.460 hectáreas**

12. Descripción general del sitio:
Describa sucintamente en un corto párrafo las principales características ecológicas y la importancia del humedal.

El sitio está conformado principalmente por dos lagunas, tres bofedales y dos vegas. A continuación de hace una descripción general de ellos:

La laguna Santa Rosa es un humedal de tipo continental que se encuentra al sur del salar de Maricunga, conectado a éste por un canal de ancho variable que constituye dos cuerpos de agua de forma subtriangular, los cuales son aprovechados por las aves migratorias que llegan en la época estival. Este humedal presenta distintas conformaciones naturales, por lo cual se produce una segregación vegetacional

Folio012465

y faunística bien definida. La vegetación corresponde al tipo de vegas y bofedales y se distribuye de acuerdo a la gradiente de salinidad.

El corredor biológico Pantanillo-Cienaga Redonda conecta a la laguna del Negro Francisco y a la laguna Santa Rosa, sectores del Sitio Ramsar que a su vez son parte del Parque Nacional Nevado Tres Cruces, proporcionando refugios temporales para aves migratorias y un lugar adecuado para que puedan desarrollar sus ciclos biológicos. Las aves presentes en este sector presentan una riqueza superior a las 40 especies, destacándose las tres especies de flamencos (flamenco andino, flamenco chileno y flamenco de james). Para los mamíferos mayores, el corredor biológico representa un sector de refugio y alimentación, principalmente para los guanacos (*Lama guanicoe*) y vicuñas (*Vicugna vicugna*). Esto se ve reflejado en los informes de censos de camélidos, siendo el sector con mayor abundancia del sitio. El sector está constituido por quebradas y afloramientos de aguas subterráneas, y cursos de agua, entre los que se cuentan el río Villalobos y el río Astaburuaga, cuyas aguas originan un ambiente de vegas y bofedales, entre las que destacan, el bofedal de Ciénaga Redonda, la quebrada Villalobos y las vegas de Barros Negros y Pantanillo.

Las formaciones vegetacionales asociadas a este sector son principalmente bofedales, vegas y pajonales que se caracterizan por ser de estratos bajos, de características turbosas y asociados a cuerpos de aguas ya sean superficiales o subterráneas.

La laguna del Negro Francisco (Región de Atacama) constituye el espejo de agua más importante al sur del Salar de Atacama (Región de Antofagasta). Se trata de un humedal de tipo continental, compuesto a su vez, de una laguna salobre y otra salada, separadas por un cordón de material de aluvión y conectadas por un canal pegado a la orilla sur. En la Región de Atacama, representa el sitio de mayor concentración de las tres especies de flamencos sudamericanos, y el área más austral de distribución de la parina grande o flamenco andino (*Phoenicoparrus andinus).* El principal aporte de la laguna es el río Astaburuaga, el cual conforma una desembocadura con afloramientos subterráneos, donde se concentra la mayor cantidad de especies de aves limnícolas de la puna atacameña, especialmente chorlos y playeros, especies migratorias del hemisferio norte. Se presenta como un notable elemento regulador de los componentes bióticos y abióticos que forman la base de las tramas tróficas de los ecosistemas andinos de la región.

Finalmente, está el bofedal del río La Gallina, de menor superficie aunque importante, ya que aporta con aguas subterráneas a la laguna del Negro Francisco, y al igual que los otros bofedales que componen el sitio, es un lugar de preferencia para la nidificación de patos y otras aves.

13. Criterios de Ramsar:

Ponga una cruz en la casilla que se encuentre bajo el número correspondiente a cada Criterio aplicado para designar el sitio Ramsar. Véanse los Criterios en el anexo II de *Notas explicativas y lineamientos* y las instrucciones para aplicarlos (aprobadas en la Resolución VII.11).Marque con una cruz las casillas de todos los criterios que se aplican para el sitio.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
❑	x	x	x	❑	x	❑	❑	❑

14. Justificación de la aplicación de los criterios señalados en la sección 13 anterior:

Justifique la aplicación de los criterios señalados refiriéndose a ellos uno por uno y especificando a qué criterio se refiere cada explicación justificativa (Ver el anexo II, donde se dan orientaciones sobre modalidades aceptables de justificación).

Criterio 2: En la laguna del Negro Francisco, la laguna Santa Rosa y el corredor biológico Pantanillo Cienaga Redonda, es posible encontrar la comunidad faunística denominada Comunidad de los Salares. Entre las especies que la conforman se encuentran tres especies de flamencos sudamericanos, a saber, el flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*), la parina grande (*Phoenicoparrus andinus*) y la parina chica (*Phoenicoparrus jamesi*), todas catalogadas como "vulnerables"; el piuquén (*Chloephaga melanoptera*), considerada "vulnerable"; la tagua cornuda (*Fulica cornuta*) catalogada como "vulnerable", la gaviota andina (*Larus serranus*), considerada "rara". Entre los mamíferos, están el guanaco (*Lama guanicoe*) y la vicuña

Folio012466

(*Vicugna vicugna*), ambas catalogadas "en peligro". Esta última especie, se distribuye a lo largo de todo el corredor biológico Pantanillo Cienaga Redonda, desde el río Astaburuaga por el sur hasta la vega Ciénaga Redonda por el norte y representa casi un 50% del total de vicuñas censadas anualmente.

La siguiente tabla, compara para las especies antes señaladas, las categorías internacionales de la UICN con las categorías nacionales que indica la Ley de Caza chilena.

Especie	Categoría UICN	Ley de caza, 2009
Phoenicoparrus andinus	Vulnerable	Vulnerable
Phoenicoparrus jamesi	Near threatened (casi anemazado)	Vulnerable
Phoenicopterus chilensis	Near threatened (casi anemazado)	Vulnerable
Chloephaga melanoptera	Near threatened (casi anemazado)	Vulnerable
Fulica cornuta	Near threatened (casi anemazado)	Vulnerable
Larus serranus	Near threatened (casi anemazado)	Vulnerable
Tinamotis pentlandii	Least concern (preocupación menor)	Vulnerable
Lama guanicoe	Least concern (preocupación menor)	En Peligro
Vicugna vicugna	Least concern (preocupación menor)	En Peligro

Fuente: Departamento de Áreas Silvestres Protegidas – CONAF Atacama, 2010

Criterio 3: En la **laguna Santa Rosa** la fauna puede estar representada por 49 especies, correspondiendo 41 a aves y 8 a mamíferos, conformándose esta laguna en un lugar con una importante diversidad biológica. De estas especies, el 32.6% de ellas presenta algún problema de conservación. En el **corredor biológico Pantanillo Cienaga Redonda** es posible encontrar 28 especies, de las cuales 20 especies corresponden a aves, 5 a mamíferos y a 3 reptiles. En la **laguna del Negro Francisco** es posible encontrar 44 especies, de las cuales 32 corresponden a aves, 4 a reptiles y 8 a mamíferos, representando esta laguna. De estas especies, el 25% de ellas presenta algún problema de conservación. Algunas de las especies que es posible observar tanto en las lagunas como en el corredor biológico son migratorias, sobre todo aves, las cuales permanecen en la región biogeográfica durante la temporada estival.

Criterio 4: En el período estival del hemisferio sur, llegan hasta el sitio una variedad de aves migratorias provenientes del hemisferio norte, utilizando las lagunas del Sitio Ramsar como punto de parada para principalmente descansar y alimentarse. En el caso de algunas aves, como por ejemplo la parina grande (*Phoenicoparrus andinus*), se observa apareamiento en el mes de noviembre, mientras que otras aves, por ejemplo, la tagua cornuda (*Fulica cornuta*), el pato juarjual (*Lophonetta specularioides*), el piuquén (*Chloephaga melanoptera*) y la gaviota andina (*Larus serranus*), nidifican en ambas lagunas.

Criterio 6: Basado en los registros de Wetlands International, las poblaciones de aves acuáticas que alcanzan el umbral del 1% en el sitio son aquellas relativas a los flamencos sudamericanos: el flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*) presenta una población de 1409 individuos, la parina grande (*Phoenicoparrus andinus*) 3176 ejemplares y la parina chica (*Phoenicoparrus jamesi*) 1248 individuos, cifras promedio logradas a partir de los censos ejecutados en los últimos 5 años (2007-2011). En particular, el censo estival del año 2011 logró las siguientes cifras: 1252 individuos para flamenco chileno, 1971 para flamenco andino y 1882 para flamenco de james. Asimismo, otra población que alcanza el umbral del 1% es la de la tagua cornuda (*Fulica cornuta*), con 1017 ejemplares en promedio, considerando los últimos cinco años. Para esta especie, el censo estival del año 2011, registró 1337 individuos.

Con respecto a distribución de estas especies, se señala lo siguiente: el flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*) se distribuye en todo Chile, en las costas de la zona central y sur del país; también se encuentra en Perú, Brasil, Uruguay, Bolivia y Argentina. La parina grande o flamenco andino (*Phoenicoparrus andinus*) habita en el altiplano chileno, entre las regiones de Tarapacá y Atacama, y también en el altiplano de Argentina, Bolivia y Perú. La parina chica o flamenco de james (*Phoenicoparrus jamesi*), también se distribuye en el altiplano chileno, entre las regiones de Tarapacá y Atacama, así como en el altiplano de Argentina,

Folio012467

Bolivia y Perú. Cabe destacar que el flamenco andino, debido a que presenta una distribución más restringida y con una cantidad de individuos totales bastante menor en comparación con el flamenco chileno y el de james, llega a poblaciones de 40.000 individuos, mientras las poblaciones de flamenco chileno o de james superan los 200.000 ejemplares, respectivamente. El flamenco andino, en la época estival se cuenta prácticamente sólo con un 5% de la población total. Finalmente, para la especie tagua cornuda (*Fulica cornuta*), que habita en el altiplano chileno, su distribución en Chile está entre las regiones de Tarapacá y Atacama, y también vive en Argentina y Bolivia.

---

15. Biogeografía (requerido cuando se aplican los criterios 1 y/o 3 y en algunos casos de designación con arreglo al Criterio 2):
Indique la región biogeográfica donde se halla el sitio Ramsar y el sistema de regionalización biogeográfica que se ha aplicado.

a) región biogeográfica:
Región Neotropical

b) sistema de regionalización biogeográfica (incluya referencia bibliográfica):

De acuerdo a la clasificación y distribución geográfica de la vegetación (Gajardo, 1993), los humedales del Complejo Lacustre Laguna del Negro Francisco – Laguna Santa Rosa se encuentran inmersos en la Región de la Estepa Altoandina, Sub-región del Altiplano y la Puna. El complejo abarca dos formaciones vegetales: a) Estepa Desértica de los Salares Andinos, en la cual el paisaje está dominado por la presencia de los grandes salares andinos y cuya vegetación es muy rala; y b) Desierto Altoandino del Ojos del Salado, de altitud excepcional, en su mayor parte sobre los 5000 m.s.n.m.

En el Complejo Lacustre Laguna del Negro Francisco – Laguna Santa Rosa se encuentran dos comunidades de fauna (Mann, 1960): la Comunidad de los Salares y la Comunidad de la Puna Desértica. La Comunidad de los Salares se encuentra inserta dentro del Bioma del Desierto, por sobre los 3.000 m.s.n.m., altitudes en las cuales se encuentran las últimas manifestaciones de las cuencas endorreicas del Norte de Chile, que presentan comunidades faunísticas particulares. La fauna silvestre se estructura principalmente en torno de los espejos de agua de los salares y lagunas, y de la vegetación de los humedales andinos, producidos por afloramientos de agua o meandros de los ríos. El salar de Maricunga, la laguna Santa Rosa y la laguna del Negro Francisco, son áreas de concentración, alimentación y/o nidificación. La Comunidad de la Puna Desértica se encuentra inserta dentro del Bioma Altomontano, se localiza en una media de 5000 m.s.n.m. siendo favorecida o desmedrada por la mayor o menor disponibilidad de agua.

---

16. Características físicas del sitio:
Describa, según proceda: aspectos geológicos y geomorfológicos; orígenes - naturales o artificiales; hidrología; tipo de suelo; calidad del agua; profundidad y grado de permanencia del agua; fluctuaciones del nivel del agua; variaciones de las mareas; cuenca de escurrimiento; clima general, etc.

Geomorfológicamente, los sectores de la laguna Santa Rosa, del salar de Maricunga y de la laguna del Negro Francisco, pertenecen o están incluidas en las cuencas interandinas cerradas, es decir, corresponden a grandes depresiones endorreicas con características de altiplanicie, confinadas por cordones volcánicos rumbo Norte – Sur y otras menores de rumbo Este – Oeste. Las depresiones se encuentran ocupadas por grandes masas de sedimentos recientes y en sus puntos más bajos por salares y lagunas de agua salobre sin desagüe visible. El cordón oriental coincide con el límite internacional que posee cumbres entre los 4800 m.s.n.m y los 5000 m.s.n.m.

En la zona de las cuencas cerradas, el paisaje litológico es enteramente volcánico. Los cordones están constituidos por sucesivos aparatos volcánicos donde dominan las lavas andesíticas y basálticas, muchas veces de textura porfírica. En estas latitudes se pone término a las manifestaciones volcánicas. Estas depresiones están ocupadas por masas de clastos semiredondeados constituidos petrográficamente de lavas y piroclastos. La quebrada de Ciénaga Redonda que forma parte del corredor biológico, presenta a

Folio012468

un kilómetro de su boca, un tipo de angostura, en lava andesítica, de textura porfírica. La laguna del Negro Francisco y su bolsón adyacente están ubicados en una extensa fosa tectónica.

En cuanto al balance hídrico, la **laguna Santa Rosa** recibe un aporte de 6 litros/segundo, sus aguas poco aportan al canal que la une al salar de Maricunga 1,5 l/s, y no se conocen infiltraciones para esta laguna.

En el caso de la **laguna del Negro Francisco**, las dos lagunas que la conforman reciben un volumen de aporte similar, 258 l/s para la laguna salobre y 229 l/s para la laguna salada. No obstante, la laguna salobre es abierta, con un caudal saliente de unos 20 a 30 l/s, lo que limita su salinidad a valores inferiores a 10 g/l ; mientras, la laguna salada, que es totalmente cerrada, solamente puede perder salmueras por infiltración con un flujo probablemente inferior a 1 l/s.

La profundidad de la **laguna Santa Rosa** está estimada en 1,20 metros. En su sector más profundo, en tanto, la **laguna del Negro Francisco** alcanza una profundidad de 1,50 m. Ambas lagunas poseen aguas permanentes, que se congelan en invierno.

El clima del Sitio Ramsar corresponde al Desierto Frío de Montaña, el cual se define como un desierto frío donde el ritmo de las temperaturas esta determinado por la altitud. La característica más importante de este ambiente es la gran sequedad del aire y las diferencias térmicas estacionales y diurnas. El día es más o menos templado a causa de la insolación directa, pero las noches pueden ser notablemente frías, con temperaturas que alcanzan los –30 °C. Se estima que el promedio anual de precipitación en este sitio es de 100 a 120 mm.

En el sector **laguna Santa Rosa** existen varios arroyos cuenca arriba, que portan importantes recursos de agua. Sin embargo, el arsénico limita notablemente su uso potable. Además, la salinización por antiguas salmueras aumenta la salinidad de algunas napas, muy por encima de las normas chilenas de potabilidad o de riego. A pesar de esto, la potencialidad de la cuenca en recurso de agua es buena. Mezclando varias aguas se puede bajar su contenido en arsénico. Por otra parte, las reservas hídricas parecen altas, por el número elevado de arroyos existentes.

En el sector **laguna del Negro Francisco**, las aguas de mejor calidad para el consumo humano y el riego se encuentran al oeste de la cuenca. Varias otras aguas diluidas, no cumplen con las normas chilenas de potabilidad y riego, debido a un exceso de arsénico. Por ejemplo, uno de los aportes tiene una salinidad no muy elevada pero una concentración en arsénico 30 veces superior a la norma de potabilidad. El río Astaburuaga cumple con las exigencias de potabilidad para todos sus componentes excepto para el arsénico, el cual se encuentra 6 veces por encima de la norma. En resumen, las aguas diluidas del Este de la cuenca son abundantes, pero su calidad no es muy buena, especialmente por el contenido de arsénico; mientras que las aguas del Oeste no son importantes, pero si de buena calidad.

Fuente: CONAF. 1997

---

17. Características físicas de la zona de captación:

Describa su extensión, características geológicas y geomorfológicas generales, tipo de suelos en general, y clima (incluyendo el tipo de clima)

La cuenca de la **laguna Santa Rosa** cubre una superficie 3045 km^2, mientras que la cuenca de la **laguna del Negro Francisco** tiene una extensión de 933 km^2. El sitio se encuentra inserto en la denominada provincia fisiográfica del Altiplano, cuyos principales rasgos son las cuencas cerradas de las lagunas, además de los volcanes que rodean estas áreas planas de drenaje interior. Las terrazas casi continuas que bordean los ríos que alimentan a las lagunas, indican una bajada en el nivel base local de erosión. Las terrazas están cortadas en sedimentos fluviales clásticos y en algunos lugares son múltiples. Éstas desaparecen gradualmente cerca de las lagunas y así, ni terrazas lacustres ni playas circundan las lagunas. Los suelos son eminentemente minerales, de evolución precaria. Sus extremadamente bajos contenidos de materia orgánica, determinan una fertilidad muy escasa. Solamente en las escasas vegas presentes se encuentran suelos orgánicos. El clima corresponde al Desierto Frío de Montaña (Bek G), el cual se define

Folio012469

como un desierto frío donde el ritmo de las temperaturas esta determinado por la altitud. La característica más importante de este ambiente es la gran sequedad del aire y las diferencias térmicas estacionales y diurnas.

Fuente: CONAF. 1997

18. Valores hidrológicos:

Describa las funciones y valores del humedal con respecto a recarga de aguas subterráneas, control de inundaciones, retención de sedimentos, estabilización de la línea de costa, etc.

El Sitio Ramsar se encuentra principalmente inserto en la cuenca altoandina de Maricunga y la cuenca Negro Francisco. La depresión de Maricunga recibe alimentación desde el Este y el Sur – Este. Desde el Este, la alimenta la quebrada de Los Colorados y principalmente, el río Lamas. Este río, nace en unas llanuras a los pies del cerro Nevado de Tres Cruces y se sumerge en los sedimentos al borde de la depresión.

La laguna de Santa Rosa es una masa de agua situada en el rincón Suroeste de la depresión de Maricunga. Su espejo de agua está a 3715 m.s.n.m. Tiene forma subcircular de dimensiones aproximadas de 2 km (Norte – Sur) por 1 km de ancho promedio. Posee poca profundidad, encontrándose unida al salar de Maricunga, a través de dos cuerpos de agua de menor extensión. Sus aguas presentan altas salinidades 12000 mhos, congeladas en la época invernal, hasta septiembre u octubre. Los aportes hídricos provienen principalmente del salar de Maricunga, del derretimiento nival y de precipitaciones.

La laguna Negro Francisco, constituye el espejo de agua más importante al sur del salar de Atacama (Región de Antofagasta, el más grande del país), presentándose de esta manera como un notable elemento regulador de los factores bióticos y abióticos de los ecosistemas andinos. Las fluctuaciones del nivel hídrico han provocado el surgimiento de una antigua barrera de aluvión, la cual divide al espejo de agua en dos sectores de distinta salinidad y con una naturaleza del fondo también diferente. Las fluctuaciones de la superficie según diferentes estudios varían entre los 17 y 31 Km^2.

Ambas lagunas tienen una importante función como capturadoras de sedimentos.

Los aportes hídricos esta laguna se debe tanto a precipitaciones como al derretimiento de las nieves, cuyos caudales se infiltran en el subsuelo para aparecer como afloramiento cerca del espejo de agua.

Respecto al corredor biológico Pantanillo – Ciénaga Redonda, éste es otro de los sectores de alta fragilidad hídrica, ya que se encuentra inserto en su totalidad en la cuenca de Maricunga, la cual presenta un balance hídrico con dirección Norte. Por tanto, este corredor, es uno de los principales aportes de la laguna Santa Rosa y Salar de Maricunga.

Asimismo, el sector del corredor biológico presenta una gran importancia debido a su rol sistémico y ecológico, ya que es un área que permite dar continuidad a la protección del Parque Nacional Nevado de Tres Cruces y mantener los ciclos hidrológicos y biológicos que intervienen en estos ecosistemas.

19. Tipos de humedales

a) presencia:

Haga un círculo alrededor de los códigos correspondientes a los tipos de humedales del "Sistema de Clasificación de Tipos de Humedales" de Ramsar que hay en el sitio. En el anexo I de *Notas explicativas y lineamientos* se explica a qué humedales corresponden los distintos códigos.

Marino/costero: **A • B • C • D • E • F • G • H • I • J • K • Zk(a)**

Continental: **L • (M) • N • O • P • (Q) • R • Sp • Ss • Tp Ts • (U) • Va •**

Folio012470

Vt • W • Xf • Xp • Y • Zg• Zk(b)

Artificial: 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6 • 7 • 8 • 9 • Zk(c)

b) tipo dominante:
Enumere los tipos dominantes por orden de importancia (por zona) en el sitio Ramsar, empezando por el tipo que abraca más superficie.

Q: Lagos permanentes salinos/salobres
U: Turberas no arboladas (bofedales)
M: Ríos y arroyos permanentes

---

20. Características ecológicas generales:
Describa más detalladamente, según proceda, los principales hábitat, los tipos de vegetación y las comunidades vegetales y animales del sitio Ramsar, así como los servicios de los ecosistemas del sitio y los beneficios que se derivan de él.

La **laguna Santa Rosa** presenta un cuerpo de agua bien definido hacia el Oeste, y otros dos cuerpos hacia el Este. El cuerpo del Oeste presenta mayores dimensiones que los cuerpos del Este, y no se encuentra comunicado superficialmente con el salar de Maricunga. La vegetación está dominada fundamentalmente por cojinetes de *Scirpus* sp. de ancho variable, que se disponen en las orillas hasta una extensión de dos metros. Inmediatamente, aparece hacia las laderas la vegetación típica de estepa, compuesta fundamentalmente de *Stipa frigida*, la cual en sectores de mayor pendiente se asocia con *Adesmia aegiceras,* arbusto espinoso en forma de cojinetes semiesféricos. En algunas áreas, estas especies forman comunidades casi puras. Los cuerpos del Este son dos cuerpos de agua de forma subtriangular y que están unidos al salar de Maricunga por un canal de ancho variable. La vegetación corresponde al tipo de vegas y bofedales y se distribuye de acuerdo al gradiente de salinidad que puede alcanzar hasta unos 200 m de anchura, desde el borde de mayor salinidad, al de mayor humedad. La ribera se encuentra surcada por numerosos canales y lagunillas dispuestas en parches, y cuya la cubierta vegetacional es ampliamente favorecida en el número de especies y en la cobertura que alcanzan las mismas. Existe vegetación sumergida con algas. En general, la fisonomía de las orillas está dominada por cojinetes cespitosos de *Scirpus* sp y gramíneas. Hacia el borde donde la humedad disminuye, se encuentra como especie dominante *Deschampsia caespitosa* y a partir de esta zona, se extiende una rala vegetación de estepa, constituida por *Stipa frigida*.

El corredor biológico y humedal altoandino Pantanillo-Ciénaga Redonda proporciona refugios temporales para aves migratorias y un lugar adecuado para que puedan desarrollar sus ciclos biológicos. Las aves presentes en este sector presentan una riqueza superior a las 40 especies, destacándose las tres especies de flamencos (flamenco andino, flamenco chileno y flamenco de james). Para los mamíferos mayores, el corredor biológico representa un sector de refugio y alimentación, principalmente para los guanacos y vicuñas, esto se ve reflejado en los informes de censos de camélidos, siendo éste el sector con mayor abundancia.

---

21. Principales especies de flora:
Proporcione más información sobre especies determinadas y explique por qué son dignas de mención (ampliando, según sea necesario, la información presentada en la sección 14: Justificación para aplicar los Criterios), indicando, por ej., cuáles especies/comunidades son únicas, raras, amenazadas o biogeográficamente importantes, etc. *No incluya en este punto listas taxonómicas de las especies presentes en el sitio – tales listas se pueden facilitar como información complementaria.*

Los sectores en los que la vegetación tiene un mayor desarrollo son la laguna Santa Rosa, el salar de Maricunga, la quebrada Ciénaga Redonda y la laguna del Negro Francisco. Estos sectores se caracterizan por la presencia de humedales con gramíneas cespitosas, donde destacan *Deschampsia caespitosa*, *Deyeuxia vellutina*, *Scirpus sp.* y *Triglochin palustris*, en una sucesión que va desde terrenos con afloramientos salinos, hasta los ojos de agua del humedal. Estas especies, especialmente gramíneas, constituyen la principal fuente alimenticia de los camélidos presentes en el sitio.

Folio012471

Las formaciones vegetacionales asociadas a este sector son principalmente bofedales, vegas y pajonales que se caracterizan por ser de estratos bajos, de características turbosas y asociados a cuerpos de aguas ya sean superficiales o subterráneas. En particular, en el corredor biológico destacan como principales formaciones, las que a continuación se señalan:

Formación Bofedal
Son áreas que presentan dominancia de las especies con crecimiento en cojín formando cuerpos compactos, se caracterizan por presentar dominancia de *Oxycloe andina* y *Zameioscirpus atacamensis*. Generalmente, se encuentran asociados a niveles hídricos permanentes, cursos de agua corrientes o suelos sobresaturados, pueden ser divididos en salinos o no salinos dependiendo si su cubrimiento es mayor o menor a un 5% de sales superficiales (Ahumada, M. y Faúndez, L., 2009)

Formación de Vega.
Son áreas que presentan dominancia de las especies con crecimiento rizomatoso, formando un césped parejo o pequeños cojines herbáceos, donde la altura del estrato no supera los 30 cm. Se encuentra dominada por *Deyeuxia velutina* y en menor porcentaje *Deyeuxia eminens*, con especies acompañantes de *Calandinea compacta, Arenaria rivularis* y *Nastanthus caespitosus*. Las coberturas varían entre un 30% en suelos mas descubiertos y sobre un 70% en sectores con mayor vegetación. Su régimen hídrico se encuentra asociado a niveles freáticos superficiales o subsuperficiales. Pueden ser divididas en vegas salinas o no salinas si su porcentaje de sales es mayor o menor al 20% de cubrimiento (Ahumada, M. y Faúndez, L., 2009)

Formación Pajonal Hídrico.
Son áreas que presentan dominancia de las especies con crecimiento cespitoso, donde el estrato alcanza una altura de entre 40 – 60 cm, las especies dominantes corresponden a *Deyeuxia eminens* y *Deyeuxia velutina*, con coberturas que superan el 50% en sectores con altos porcentajes de cobertura vegetal. Asociados a este tipo de formación, es frecuente encontrar la presencia de un musgo característico del género *Bryum*, además de especies hidrófilas como *Potamogeton strictus*, *Rupia marítima* y *Myriophyllum quítense*. Los aportes hídricos de esta formación son variados, se encuentran asociados a suministros hídricos estables o permanentes y niveles freáticos medios o altos. Esta formación puede clasificarse en salina o no salina si su superficie de afloramiento de sales es menor a 30% o mayor a 30%.

22. Principales especies de fauna:

Proporcione más información sobre especies determinadas y explique por qué son dignas de mención (ampliando, según sea necesario, la información presentada en la sección 14: Justificación para aplicar los Criterios), indicando, por ej., cuáles especies/comunidades son únicas, raras, amenazadas o biogeográficamente importantes, etc., incluyendo datos de conteo. *No incluya listas de datos taxonómicos sobre las especies presentes en el sitio – tales listos se pueden facilitar como información complementaria.*

En la **laguna Santa Rosa,** la fauna puede estar representada por 49 especies, correspondiendo 41 a aves y 8 a mamíferos, conformándose esta laguna en un lugar con una importante diversidad biológica. De estas especies, el 32.6% de ellas presenta algún problema de conservación. En el **corredor biológico Pantanillo Cienaga Redonda** es posible encontrar 28 especies, de las cuales 20 especies corresponden a aves, 5 a mamíferos y a 3 reptiles. En la **laguna del Negro Francisco** es posible encontrar 44 especies de las cuales 32 corresponden a aves, 4 a reptiles y 8 a mamíferos, conformándose esta laguna en un lugar con una importante diversidad biológica. De estas especies el 25% de ellas presenta algún problema de conservación. De igual manera, estas mismas especies de la laguna del Negro Francisco es posible encontrarlas en el sector del bofedal del río de la Gallina. Algunas de las especies que es posible observar en estos cuatro sectores del sitio son migratorias, en especial aves, las cuales permanecen en la región biogeográfica durante la temporada estival.

En la laguna del Negro Francisco, la laguna Santa Rosa y el corredor biológico Pantanillo Cienaga Redonda, es posible encontrar la comunidad faunística denominada Comunidad de los Salares. Entre las especies que la conforman se encuentran tres especies de flamencos sudamericanos, a saber, el flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*), la parina grande (*Phoenicoparrus andinus*) y la parina chica

Folio012472

(*Phoenicoparrus jamesi*), todas catalogadas como vulnerables; el piuquén (*Chloephaga melanoptera*), considerada vulnerable; la tagua cornuda (*Fulica cornuta*) catalogada como vulnerable, gaviota andina (*Larus serranus*), considerada rara. Entre los mamíferos, están el guanaco (*Lama guanicoe*) y la vicuña (*Vicugna vicugna*), ambas catalogadas en peligro. Esta última especie, se distribuye a lo largo de todo el corredor biológico Pantanillo Cienaga Redonda, desde el Río Astaburuaga por el sur hasta la vega Ciénaga redonda por el norte y representa casi un 50% del total de vicuñas censadas anualmente.

El listado completo de las especies de fauna presentes en cada sector del sitio, se encuentran en el ANEXO 2 de la presente ficha.

23. Valores sociales y culturales:

a) Describa si el sitio posee algún tipo de valores sociales y/o culturales en general, por ej., producción pesquera, silvicultura, importancia religiosa, lugares de interés arqueológico, relaciones sociales con el humedal, etc. Distinga entre significado histórico/arqueológico/religioso y los valores socioeconómicos actuales.

La existencia de humedales dentro y en la zona aledaña al Sitio Ramsar siempre ha estado asociada a la presencia de gran cantidad de fauna silvestre, la que debió haber sido una buena fuente de alimento para cazadores nómades y para viajeros que pasaban la cordillera desde épocas históricas.

El Sitio Ramsar se encuentra en la ruta que parte desde el paso internacional de San Francisco (Chile-Argentina), el que ha sido gravitante en la historia y en las comunicaciones de la región y del país. Este paso ha sido usado desde tiempos inmemoriales como vía de tránsito, desde el tiempo de los incas y posteriormente por los españoles, con el propósito de ampliar su área de conquista en América del Sur. Actualmente, aún cuando el tránsito por el paso internacional no es muy frecuente, existe un complejo aduanero de excelentes condiciones y, tanto las autoridades como los privados de ambos países, propician por esta vía, un intercambio comercial y turístico que de más actividad a las ciudades limítrofes.

Dentro de la superficie que encierran los sectores del sitio, no existen antecedentes de hallazgos arqueológicos importantes. Sin embargo, en dos lugares relativamente cercanos se han encontrado evidencias interesantes de la presencia inca prehispánica, en el Volcán Azufre o Copiapó y en el Nevado Jotabeche. En la cumbre del Volcán Copiapó se encontró un sitio ceremonial incaico compuesto por dos plataformas en las que se encontraron algunos objetos muy interesantes como plumas, pedazos de huesos, madera, cordones de fibras, figuras de llama y de hombre confeccionadas en concha de *Spondylus* y de una mujer confeccionada en plata. En el Nevado Jotabeche existe una plataforma rectangular de aproximadamente 10 metros de largo y 7 metros de ancho, encontrándose en este sitio ceremonial madera, carbón, paja, hilo, un pedazo circular de madera y un trozo pequeño de tela.

Respecto de la minería, ésta ha sido la principal actividad que ha existido en la zona, teniendo múltiples altibajos de acuerdo a los tipos, calidades (leyes), precios y costos de los minerales extraídos. Sobre todo el sector de Laguna Santa Rosa – salar de Maricunga, ha sido lugar de tránsito hacia Argentina, a través del paso de San Francisco. Este sector fue usado desde el tiempo de la invasión de los incas para traspasar la cordillera de Los Andes y posteriormente por los españoles, con el mismo propósito.

La actividad minera se ha visto fuertemente incrementada en los últimos años en zonas aledañas al sitio, con la instalación de grandes faenas y campamentos, lo que hace poner especial atención a la mantención de los humedales, ya que uno de los principales recursos que estas empresas requieren para el desarrollo de sus actividades es el agua.

También en el sitio, ha habido un uso histórico de las vegas para ganadería de veranadas o en ocasiones, de zona de paso y descanso de ganado traído desde Argentina. En la actualidad el uso ganadero ya no existe y sus vegas son utilizadas solamente por animales silvestres (vicuñas y guanacos).

En relación a la actividad turística en el sitio, ésta ha ido en aumento, ya que la zona es reconocida internacionalmente por sus atributos de alta montaña y por la existencia de varias cumbres que están

Folio012473

sobre los 6.000 m.s.n.m., entre ellas la del Nevado Ojos Del Salado. En su mayoría, se trata de montañistas extranjeros, quienes realizan sus actividades de aclimatación en el sector de la laguna Santa Rosa, aprovechando de contemplar la rica biodiversidad existente en el área. Esta actividad se incrementa año a año en un 5%, por lo que representa para la Región de Atacama, una zona de potencial turístico de interés internacional.

b) ¿Se considera que el sitio tiene importancia internacional para tener, además de valores ecológicos relevantes, ejemplos de valores culturales significativos, ya sean materiales o inmateriales, vinculados a su origen, conservación y/o funcionamiento ecológico?

De ser así, marque con una cruz esta casilla ❑ y describa esa importancia bajo una o más de las siguientes categorías:

i) sitios que ofrecen un modelo de uso racional de humedales, que demuestren la aplicación de conocimiento tradicional y métodos de manejo y uso que mantengan las características ecológicas de los humedales:
ii) sitios en donde haya tradiciones o registros culturales excepcionales de antiguas civilizaciones que hayan influido en las características ecológicas del humedal:
iii) sitios donde las características ecológicas del humedal dependen de la interacción con las comunidades locales o los pueblos indígenas:
iv) sitios donde valores pertinentes no materiales como sitios sagrados están presentes y su existencia se vincula estrechamente con el mantenimiento de las características ecológicas del humedal.

24. Tenencia de la tierra / régimen de propiedad:

a) dentro del sitio Ramsar:

El territorio del sitio es del fisco chileno, representado por el Ministerio de Bienes Nacionales. En particular, los sectores del sitio denominados "Laguna Negro Francisco" y "Laguna Santa Rosa" son parte del Parque Nacional Nevado de Tres Cruces. Dicho parque está inscrito en el Registro de Propiedad del año 1964, del Conservador de Bienes Raíces de Copiapó a fs. 527 vta. N°500.

El resto de los sectores del Sitio Ramsar, es decir, los sectores "Pantanillo-Ciénaga Redonda (corredor biológico)" y "bofedal del río La Gallina" son terrenos fiscales administrados por el Ministerio de Bienes Nacionales.

b) en la zona circundante:

Corresponde a terrenos fiscales y terrenos privados.

25. Uso actual del suelo (comprendido el aprovechamiento del agua):

a) dentro del sitio Ramsar:

Se realizan actividades de investigación, turismo y recreación, especialmente durante el periodo estival. El sitio es aprovechado en toda su extensión.

b) en la zona circundante /cuenca:

Actividad minera, turística y de interés científico

26. Factores adversos (pasados, presentes o potenciales) que afecten a las características ecológicas del sitio, incluidos cambios en el uso del suelo (comprendido el aprovechamiento del agua) y de proyectos de desarrollo:

a) dentro del sitio Ramsar:

El principal factor adverso que afecta las características ecológicas del sitio es la actividad minera en ejecución y las prospecciones de proyectos futuros. En este sentido, se han evidenciado una serie de actividades asociadas a la actividad minera que se transforman en amenazas, como son la extracción ilegal

Folio012474

de agua, la contaminación y modificación de cursos superficiales de agua y el ingreso de vehículos a sectores con vegetación azonal en el humedal.

Por otra parte, respecto a la actividad turística en la zona, si bien ésta puede generar impactos sobre los procesos de nidificación de las aves altoandinas, ésta en realidad es potencial ya que hasta ahora el Parque Nacional y el Sitio Ramsar en su conjunto, registran una baja visitación.

b) en la zona circundante:

El mayor impacto de presiones antrópicas negativas en la zona circundante está determinado por el uso consuntivo indirecto del agua, por parte de las empresas mineras que laboran en el altiplano de la Región de Atacama. Sin embargo, también son motivo de preocupación los posibles efectos de exploraciones y prospecciones mineras realizadas en las inmediaciones del Sitio Ramsar, en cuanto al inminente uso directo e indirecto de sus aguas. Estas acciones nombradas traen como consecuencia, la apertura de huellas y en algunos casos, de caminos, que permiten acceder a lugares antes prácticamente inaccesibles, dado lo abrupto de sus localizaciones.

Otra de las actividades que reviste cierto nivel de presión en la zona es la actividad turística, si bien ésta se presenta en forma discontinua y poco persistente. Esta actividad produce algunos impactos debido a la apertura de huellas en lugares aledaños al sitio Ramsar, lo que también puede tener incidencia en él, ya que se generan accesos no autorizados para el uso público al interior del sitio. Igualmente, esta actividad genera contaminación con residuos domésticos (en baja cantidad e intensidad) y la perturbación de la fauna con comportamientos no compatibles.

27. Medidas de conservación adoptadas:

a) Indique la categoría nacional y/o internacional y el régimen jurídico de las áreas protegidas, especificando la relación de sus límites con los del sitio Ramsar:

La laguna del Negro Francisco y la laguna Santa Rosa, sectores del Sitio Ramsar, se encuentran ubicadas dentro de los límites del Parque Nacional Nevado Tres Cruces, que forma parte del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE). Esta unidad fue creada a través del Decreto N°947 del Ministerio de Bienes Nacionales, publicado el 8 de Noviembre de 1994 en el Diario Oficial. Los otros sectores del sitio, vale decir, el "corredor biológico Pantanillo y Cienaga La Redonda" y el "bofedal del río La Gallina", no poseen figura de conservación legal en el país. Para el caso de corredor biológico, se encuentra en trámite la creación de una nueva área silvestre protegida que lo contemple.

b) Cuando proceda, enumere la categoría o categorías de áreas protegidas de la UICN (1994) que son de aplicación en el sitio (marque con una cruz la casilla o casillas correspondientes):

Ia ❑; Ib ❑; II ❑; III ☒; IV ❑; V ❑; VI ❑

c) ¿Existe algún plan de manejo oficialmente aprobado? ¿Se aplica ese plan?

Existe actualmente el plan de manejo del Parque Nacional Nevado Tres Cruces, documento aprobado en el mes de Abril de 1997 por Resolución N°147 y que se encuentra plenamente vigente. Durante el año 2011 CONAF ha iniciado gestiones para actualizar dicho plan. La meta es tenerlo actualizado a finales del año 2011.

d) Describa cualquier otra práctica de manejo que se utilice:

Otros instrumentos que se aplican actualmente para el manejo del área son:

Folio012475

- El Plan de Acción para la Conservación y Uso Sustentable de los Humedales Altoandinos, documento aprobado por la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y Convención Ramsar en el año 2002;
- El Programa Nacional para la Conservación de Humedales del SNASPE (CONAF, 2010), documento de planificación marco para el quehacer de CONAF en torno a los humedales que se encuentran al interior del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE).

28. Medidas de conservación propuestas pendientes de aplicación:
por ej., planes de manejo en preparación; propuestas oficiales de creación de áreas protegidas, etc.

- Actualizar el plan de manejo del Parque Nacional Nevado de Tres Cruces.
- Instalar un programa de monitoreo integrado de humedales altoandinos (escala macro, en el contexto de todos los ecosistemas altoandinos del norte de Chile) y además, un programa de monitoreo específico para el Sitio Ramsar (escala micro).
- Elaborar un plan de manejo específico para el Sitio Ramsar.
- Actualizar la cartográfica geodésica para todo el Sitio Ramsar.

29. Actividades de investigación e infraestructura existentes:
por ej., proyectos de investigación en ejecución, comprendidos los de monitoreo de la biodiversidad; estaciones de investigación, etc.

Actualmente (año 2011), la Corporación Nacional Forestal Región de Atacama, en conjunto con actores privados y públicos con presencia en el territorio, realiza investigaciones que permitirán generar y complementar el conocimiento de los ecosistemas altoandinos y su biodiversidad. Entre estas investigaciones están:

- Investigación 1: "Estudio sobre distribución, abundancia, estado genético, dieta y amenazas de *Lama guanicoe* y *Vicugna vicugna* en la zona de influencia y zonas aledañas al Parque Nacional Nevado de Tres Cruces" 2010 – 2011 (Convenio CONAF – Compañía Minera Maricunga, por 13 millones pesos chilenos)

- Investigación 2: "Levantamiento de información biológica y planificación del monitoreo de los sistemas vegetacionales azonales hídricos del sitio prioritario Corredor Biológico Pantanillo" 2010 – 2011 (Ministerio de Medio Ambiente, Región de Atacama – Centro Regional de Investigación y Desarrollo Sustentable de Atacama CRIDESAT – CONAF, por 7 millones pesos chilenos)

30. Actividades existentes de comunicación, educación y concienciación del público (CECoP) que se relacionen con un beneficio del sitio:
por ej., centro de visitantes, observatorios, senderos de observación de la naturaleza, folletos informativos, facilidades para visitas escolares, etc.

La administración del sitio se encuentra en el sector Laguna del Negro Francisco, en las cercanías de dicha laguna.

Sobre las instalaciones. Existen las que se mencionan a continuación:

- Refugio rústico en el sector Laguna Santa Rosa.
- Guardería en el sector Laguna del Negro Francisco.
- Casa de huéspedes para visitantes y turistas en el sector Laguna del Negro Francisco, con capacidad para 12 personas, con duchas y agua caliente, cocinilla y camas que incluyen sólo colchón. Se aconseja llevar agua potable para consumo humano, gas y sacos de dormir.

Folio012476

Sobre los caminos y senderos de excursión. Se trata de los siguientes:

- Camino vehicular en el sector "corredor biológico Pantanillo-Ciénaga Redonda", que conecta los sectores "Lagunas Santa Rosa" y "Laguna Negro Francisco".

- Sendero de interpretación ambiental en la ribera suroeste de la Laguna del Negro Francisco, donde el visitante puede observar y reconocer la avifauna acuática del sector, así como la vegetación de bofedal que allí se encuentra. Se puede recorrer a pié o en vehículo.

- Sendero de interpretación ambiental en el sector "Río La Gallina", el cual permite la observación y reconocimiento de fauna terrestre de quebradas cordilleranas y de flora arbustiva de altura. Se puede llegar en vehículo hasta la estación de partida.

- Sendero de interpretación ambiental en la Quebrada Santa Rosa, donde el visitante puede observar colonias de vizcacha (*Lagidium viscacia*), de chululo o tuco-tuco de Atacama (*Stenomys fulvus*), así como varios elementos de la avifauna andina. Vegetacionalmente, este lugar es una muestra representativa de una aguada de montaña. Se puede llegar en vehículo hasta la estación inicial.

- Tramo Las Lagunas, perteneciente a la iniciativa gubernamental denominada Sendero de Chile (http://www.senderodechile.cl), inaugurado en noviembre del 2005. Este proyecto nacional tiene la finalidad de valorizar las bellezas naturales y culturales del país.

Sobre los miradores. Se cuenta con los siguientes:

- Uno en Laguna del Negro Francisco.
- Uno en Laguna Santa Rosa y Salar de Maricunga.

Otros Servicios, aledaños al Sitio Ramsar

- Bencina: En la ciudad de Copiapó
- Teléfono: En el Complejo aduanero Maricunga y en la ciudad de Copiapó.
- Posta primeros auxilios: En la ciudad de Copiapó.
- Carabineros: En el Complejo aduanero Maricunga y en la ciudad de Copiapó.
- Venta de alimentos: En la ciudad de Copiapó.
- Alojamiento: En la ciudad de Copiapó y en la Laguna del Negro Francisco.
- Correo y otros servicios: En la ciudad de Copiapó.

---

31. Actividades turísticas y recreativas:
Señale si el humedal se emplea para turismo/recreación; indique tipos y frecuencia/intensidad.

Dentro del sitio, particularmente en aquellos sectores que forman parte del Parque Nacional Nevado de Tres Cruces, se ofrece al visitante la ejecución de variadas actividades relacionadas con el ecoturismo, donde el montañismo y la observación de fauna silvestre asociada a los humedales altoandinos, son los más importantes.

Otras actividades recreativas posibles de practicar en el sitio son el cicloturismo, safari fotográfico, la observación astronómica, la observación de sitios arqueológicos y el trekking. En cuanto a facilidades para alojar, el parque posee un refugio para 15 personas, ubicado en el sector Laguna del Negro Francisco, el que cuenta con calefacción, dormitorios, cocina y servicios higiénicos.

---

32. Jurisdicción:
Incluya la territorial, por ej., estatal/regional y funcional/sectorial, por ej., Ministerio de Agricultura/de Medio Ambiente, etc.

Folio012477

El sitio se encuentra en la Región de Atacama, Provincia de Copiapó y Comunas de Copiapó y Tierra Amarilla. Es administrado por la Corporación Nacional Forestal, servicio dependiente del Ministerio de Agricultura, organismo del Estado de Chile.

33. Autoridad responsable del manejo:

Indique el nombre y la dirección de la oficina local de la agencia u organismo directamente responsable del manejo del humedal (si hubiera más de una lístelas a todas). De ser posible, indique también el cargo y/o el nombre de la persona o las personas responsables.

Entidad del Estado: Corporación Nacional Forestal, CONAF
Dirección de la Oficina Regional: Juan Martínez 55, Teléfono: 56-52-213404, Copiapó
Director Regional, CONAF Región Atacama: Diego Morales Banda
Responsable del manejo del área: Moisés Grimberg Pardo / Jefe Departamento de Áreas Silvestres Protegidas CONAF Región Atacama
Correos electrónicos: diego.morales@conaf.cl ; moises.grimberg@conaf.cl

34. Referencias bibliográficas:

Cite fuentes científicas/técnicas únicamente. En caso de aplicación de un sistema de regionalización biogeográfica (véase la sección 13), incluya una bibliografía sobre dicho sistema.

- AHUMADA, M. y FAÚNDEZ, L. 2009. Guía descriptiva de los sistemas vegetacionales azonales hídricos terrestres de la ecorregión altiplánica (SVAHT). División de Protección de los Recursos Naturales Renovables, Servicio Agrícola y Ganadero. Chile. 112 p.

- CONAF, 1997. Plan de Manejo Parque Nacional Nevado Tres Cruces. Documento de Trabajo N° 255. Chile. 117 p.

- CONAF, 2003. Plan de Acción para la Conservación y Uso Sustentable de los Humedales Altoandinos. Chile. 38 p.

- CONAF, 2010. Censo de Camélidos Altoandinos 2010. Documento de Trabajo. Chile.

- CONAF, 2010. Censo Estival de Avifauna Altoandina 2010. Documento de Trabajo. Chile. 45 p.

- CONAF, 2010. Programa Nacional de Conservación de Humedales insertos en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado. Chile. 51 p.

- GAJARDO, R. 1993, La vegetación natural de Chile, clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 165 p.

- MANN , G. 1960. Regiones Biogeográficas de Chile. En Inv. Zool. Chilenas 6: 15-49

- RISACHER, F.; ALONSO, H. & y SALAZAR, C. 1998. Geoquímica de Aguas en Cuencas Cerradas I, II, III Regiones – Chile. Convenio Cooperación DGA – UCN – ORSTOM. Chile. 80 pp.

Information Sheet on Ramsar Wetlands

Translation of official information by Charles Akin, March 1998
Siteref: 6CL006
Designation date: 02 December 1996

1. **Date this sheet was completed/updated**: 29 November 1996

2. **Country**: CHILE

3. **Name of wetland**: Laguna del Negro Francisco and Laguna Santa Rosa

4. **Geographical coordinates**:

Laguna del Negro Francisco: 27°27'S - 69°13'W
Laguna Santa Rosa: 27°04'S - 69°10'W

5. **Altitude**: 4,000 metres above sea level (Laguna del Negro Francisco)
3,715 metres above sea level (Laguna Santa Rosa)

6. **Area**: approximately 15,425 hectares (Laguna del Negro Francisco)
approximately 47,035 hectares (Laguna Santa Rosa including the Salar de Maricunga)

7. **Overview**:

The Laguna del Negro Francisco is the most important body of water south of the Salar de Atacama (Region II of Antofagasta) and acts as an important regulator of the biotic and abiotic elements that form the ecological web of the Andean ecosystems in this region.

The Laguna de Santa Rosa is a body of water located in the southwest corner of the Maricunga depression. The surface of the lake is at 3,715 metres above sea level. It is roughly oval shaped measuring 2 kilometres from north to south and is an average of 1 kilometre in width creating a surface of 200 hectares. It is shallow and joined to the Salar de Maricunga by two smaller bodies of water.

8. **Wetland type**:

permanent brackish lakes

9. **Ramsar criteria**: 1a, 2a, 2b, 2c, 3b

10. **Map of site included? Please tick yes -or- no**

11. **Name and address of the compiler of this form**:

Sección Fauna Silvestre

Corporación Nacional Forestal
U.G. Patrimonio Silvestre
Santiago de Chile

12. **Justification of the criteria selected under point 9, on previous page**:
~ no information available ~

13. **General location**:

This wetland is in Region III of Atacama, in the province of Copiapó, approximately 230 kilometres south of the town of Copiapó.

14. **Physical features**:

The Laguna del Negro Francisco and the Laguna Santa Rosa are in closed inter-Andean basins in large depressions with plateau features surrounded by volcanic barriers stretching from north to south and smaller barriers from west to east. This rocky landscape is completely volcanic in origin and the barriers are formed by successions of volcanic extrusions where andesite and basalt lavas, often of porphyritic texture, dominate. The depressions are filled with thick deposits of recent sediment, and at their lowest point the Salar de Maricunga and the two lakes of brackish water are without visible drainage. The western range formed by the Cordilleras de Domeyko and Darwin is the watershed between the tributaries of the closed basin toward the east and the Río Figueroa and the basin of the Quebrada de Paipote that drain toward the south. The waters of the Laguna Santa Rosa have a high salinity (12,000 mh), and the Laguna del Negro Francisco is separated into two distinct sections by an alluvial barrier. The eastern sector has the highest salinity (10,000 mh) while the water in the western section is less saline (5,000 mh) because of water from the Río Astaburuaga and probably the Río de La Gallina that flows underground into this section.

The depth of the Laguna Santa Rosa is estimated to be a maximum of 1.20 metres deep, while the Laguna del Negro Francisco is 1.50 metres deep. The climate is that of a cold montane desert, which is defined as a cold desert where temperature change is determined by altitude. The most important characteristics of this area are the extreme dryness of the air and seasonal and daily thermic fluctuations. The days are temperate because of direct insolation, but the nights can be very cold with temperatures below -30°C.

15. **Hydrological values**:

Both lakes play an important hydrological role by capturing sediment.

The Salar de Maricunga covers 1,200 hectares with a body of water in the centre of approximately 110 hectares.

The Laguna Santa Rosa is a three-part body of water located at the southern edge of the Salar de Maricunga at 3,715 metres above sea level. The Laguna Santa Rosa covers 200 hectares and is joined to the Salar de Maricunga by a channel almost 2 kilometres long. One part of the lake is toward the west, and two other bodies are to the east. Both sections have distinct natural characteristics and as a result, clearly different vegetation and fauna.

The western part is larger than the eastern section and is not linked on the surface with the Salar de Maricunga.

16. **Ecological features**:

The freshwater portion of the Laguna del Negro Francisco is surrounded by wide flatlands which are usually bare of vegetation but have a few *coironales*. There are, nonetheless, meadows and *bofedales* in the area near where the two bodies of water join and at the mouth of the Río Astaburuaga where there are meadows on brackish subsoil of Gramineae and other herbaceous plants such as *Calandrinia oculta*, *Deuyexia curvula*, *Potamogeton strictus* and *Ranunculus cymbalaria*. The growth of this vegetation is conditioned on fresh water from the Río Astaburuaga or from springs between the two sections of the Laguna del Negro Francisco.

Vegetation is dominated by various sizes of clumps of *Scirpus* sp. along the shore up to about two metres from the edge of the water. Towards the slopes, the typical steppe vegetation composed primarily of *Stipa frigida* begins. On the steeper slope, it grows in association with *Adesmia aecigeras*, a thorny shrub forming half-circle clumps. In some areas these two species form almost pure communities.

The eastern part is formed by two almost triangular bodies of water, shallower than the western part and joined to the Salar de Maricunga by a channel of varying width. The vegetation is that of meadows or *bofedales* where growth depends on the saline gradient. It can reach some 200 metres in width between greatest salinity and greatest humidity.

The shore is cut by several channels and ponds distributed in patches which favour greater numbers of species and dense vegetational cover. There is underwater vegetation of algae of the species *Ruppia filifollia* and *Potamogeton strictus* while the shore is dominated by ground-covering *Scirpus* sp. and Gramineae such as the *Deuyexia velutina* and *Triglochin palustris*. Where humidity decreases, the predominant species is *Deschampsia caespitosa*. This is where an area of short steppe vegetation of *Stipa frigida* begins.

17. **Noteworthy flora**:

The following species of flora have been recorded around the Laguna del Negro Francisco:

1. Marsh vegetation
Calceolaria pinnifolia
Oxychloe andina
Patosia clandestina
Arenaris rivularis
Malesherbia lactea
Menovillea cuneata
Scirpus sp.
Nastanthus caespitosus
Ranunculus cymbalaria
Ranunculus uniflorus

2. Perennial pastures
Deyeuxia velutina
Deyeuxia eminens
Deyeuxia curvula
Deyeuxia nigriscens
Deschampsia ceaspitosa
Critesion santacrucense
Critesion comosusm
Juncus balticus
Poa brevis
Poa sp.
Puccinellia oresigena
Scripus americanus
Stipa chrysophylla

3. Annual herbaceous plants
Chaetanthera spp.
Gilia crassifolia
Pacelia cumingii
Doniophyton anomalum

4. Aquatic plants
Ruppia filifolia
Musgo sp.
Chara sp.
Lilaeopsis andina
Miriophyllum aquaticum
Potemogeton strictus
Triglochin palustris

The species of flora that have been recorded around the Laguna Santa Rosa are exactly identical to the ones of the Laguna Negro Francisco

18. **Noteworthy fauna**:

There are 53 species of fauna recorded here, of which 41 are birds and 8 are mammals. Approximately one third of these species are threatened to some degree.

Of particular importance are the three species of flamingos in northern Chile, the vicunas and guanacos, the *chuluo*, the Chilean coot (*Tagua cornuda*) that settled in this area of the lake in 1994, the *pato juarjual* and many other species.

Structure and Faunistical Composition of the sector Laguna del Negro Francisco:

TAXA	**BS**	**CS**	**S**
Classe Aves			

Orden Podicipediformes

Familia Podicipedidae			
Podiceps occipitalis	R	-	O

Orden Falconiformes

Familia Cathartidae			
Phalcoboenus megalopterus	R	-	O
Familia Accipitridae			
Geranoaetus melanoleucus	?	-	O

Orden Phoenicopteriformes

Familia Phoenicopteridae			
Phoenicopterus chilensis	R	V	O
Phoenicoparrus andinus	R	V	O
Phoenicoparrus jamesi	R	V	O

Orden Anseriformes

Familia Anatidae			
Anas sibilatrix	R	-	O
Anas puna	R	-	O
Anas flavirostris	R	-	O
Anas platalea	V	-	O
Lophonetta speculiaroides	R	-	O
Chloephaga melanoptera	R	V	O

Orden Ralliformes

Familia Rallidae			
Fulica cornuta	R	V	O
Gallinula chloropus	V	-	O

Orden Charadriiformes

Familia Charadriidae			
Charadrius alticola	R	-	O
Familia Scolopacidae			
Calidris bairdii	Mhn	-	O
Calidris melanotus	Mhn	-	O
Phalaropus tricolor	Mhn	-	O

Familia Recurvirostridae				
Recurvirostra andina	R	-	O	
Familia Thinocoridae				
Thinocorus orbignyanus	?	-	O	
Attagis gayi	R	R	O	
Familia Laridae				
Larus serranus	R	R	O	
Orden Passeriformes				
Familia Furnariidae				
Geositta isabellina	R	-	O	
Familia Emberizidae				
Sicalis uropygialis	R	-	O	
Sicalis auriventis	R	-	O	
Zonotrichia capensis	R	-	O	
Familia Tyrannidae				
Agriornis montana	R	-	O	
Muscisaxicola flavinucha	?	-	O	
Muscisaxiola rufivertex	?	-	O	
Muscisaxiola frontalis		?	-	O
Lessonia oreas	?	-	O	
Lessonia rufa	R	-	O	
Classe Mammalia				
Orden carnivora				
Familia Canidae				
Pseudalopex culpaeus	R	Y	O	
Orden Artiodactyla				
Familia Camelidae				
Lama guanicoe	R	P	O	
Vicugna vicugna	R	P	O	
Orden Rodentia				
Familia Cricetidae				
Phyllotis darwinii	R	-	L	
Abrothrix andinus	R	-	L	

Familia Chinchillidae			
Lagidium viscacia	R	V	O
Familia Ctenomidae			
Ctenomys fulvus	R	-	O
Orden Logomorfa			
Familia Leporidae			
Lepus capensis	R	-	O
Classe Reptilia			
Orden squamata			
Familia Iguanidae			
L. eleodori	-	-	L
L. anticolor	-	-	L
L. multiformis	-	-	L
L. nigriceps	-	-	L

In the Laguna Santa Rosa, fauna is represented by 49 species, corresponding with 41 bird species and 8 mammal species. Of those species presented, 32,6% has a problematic conservation status.

TAXA	**BS**	**CS**	**S**
Classe Aves			
Orden Tinamiformes			
Familia Tinamidae			
Tinamotis pentlandii	R	V	O
Orden Podicipediformes			
Familia Podicipedidae			
Podiceps occipitalis	R	-	O
Orden Falconiformes			
Familia Cathartidae			
Vultur griphus	R	V	O
Familia Falconidae			
Falco peregrinus	?	P	O
Falco femoralis	?	-	O

Falco sparviero	R	-	O
Phalcoboenus megalopterus	R	-	O

Orden Phoenicopteriformes

Familia Phoenicopteridae

Phoenicopterus chilensis	R	V	O
Phoenicoparrus andinus	R	V	O
Phoenicoparrus jamesi	R	V	O

Orden Anseriformes

Familia Anatidae

Anas cyanoptera	V	-	O
Anas spinicauda	V	-	O
Anas sibilatrix	R	-	O
Anas puna	R	-	O
Anas flavirostris	R	-	O
Anas platalea	V	-	O
Lophonetta speculiaroides	R	-	O
Chloephaga melanoptera	R	V	O

Orden Ralliformes

Familia Rallidae

Fulica leucoptera	V	-	O
Fulica rufifrons	V	-	O
Fulica cornuta	R	V	O

Orden Charadriiformes

Familia Charadriidae

Charadrius alticola	R	-	O
Charadrius alexandrinus	?	-	O

Familia Scolopacidae

Calidris bairdii	Mhn	-	O
Calidris melanotus	Mhn	-	O
Tringa melanoleuca	Mhn	-	O
Phalaropus tricolor	Mhn	-	O
Gallinago andina	?	V	O

Familia Recurvirostridae

Recurvirostra andina	R	-	O

Familia Thinocoridae

Thinocorus orbignyanus	?	-	O
Attagis gayi	R	R	O

Familia Laridae				
Larus serranus	R	R	O	
<u>Orden Passeriformes</u>				
Familia Hirundinidae				
Notiochelidon cyanoleuca	R	-	O	
Familia Furnariidae				
Geositta isabellina	R	-	O	
Geositta rufipennis	?	-	O	
Familia Emberizidae				
Sicalis uropygialis	R	-	O	
Sicalis auriventis	R	-	O	
Familia Tyrannidae				
Agriornis montana	R	-	O	
Muscisaxicola flavinucha	?	-	O	
Muscisaxiola frontalis		?	-	O
Lessonia rufa	R	-	O	
Classe Mammalia				
<u>Orden carnivora</u>				
Familia Canidae				
Pseudalopex culpaeus	R	Y	O	
Familia Felidae				
Felix concolor	?	P	L	
<u>Orden Artiodactyla</u>				
Familia Camelidae				
Lama guanicoe	R	P	O	
Vicugna vicugna	R	P	O	
<u>Orden Rodentia</u>				
Familia Chinchillidae				
Lagidium viscacia	R	V	O	
Familia Ctenomidae				
Ctenomys fulvus	R	-	O	

Orden Logomorfa

Familia Leporidae
Lepus capensis R - O

Key to the codes:

BS = biological state
- R - reproducing in the area
- V - visitor
- Vo - occasional visitor
- Vr - regular visitor
- M - migratory species
- MHN - migratory species from Northern Hemisphere
- Mh - migrating horizontally within country
- Mv - migrating vertically within country

CS = conservation state
- E - extinct
- V - vulnerable
- R - rare
- T - threatened
- U - undetermined

S = Source
- L - literature
- O - observation

19. **Social and cultural values**:

In the surrounding area, there are archaeological vestiges of pre-Hispanic hunters and evidence of earlier occupation.

20. **Land tenure/ownership of**:

The land in the wetland as well as that outside the wetland, which is part of the Parque Nacional Nevado Tres Cruces, is owned by the government.

21. **Current land use**:

~ no relevant information available ~

22. **Factors (past, present or potential) adversely affecting the site's ecological character, including changes in land use and development projects**:

The greatest negative impact is caused by the concessions for water use held by the mining companies that work on the altiplano. A negative impact is also produced by the prospecting

and digging for minerals and underground water which leaves vehicle tracks and in some cases roads. The roads make it possible to reach places that were formerly inaccessible. There is also intense illegal hunting of birds, vicuna and guanaco. Of increasing importance as a factor of degradation of the landscape is uncontrolled tourism, especially the use of four-wheeled vehicles that mar the landscape.

23. **Conservation measures taken**:

Both the Laguna del Negro Francisco and the Laguna Santa Rosa are included in the Parque Nacional Nevado Tres Cruces that forms part of the national system of protected wildlife areas (SNASPE).

24. **Conservation measures proposed but not yet implemented**:

A management plan for the Parque Nacional Nevado Tres Cruces is being prepared.

25. **Current scientific research and facilities**:

Surveys to determine the summer populations of threatened species are being carried out in northern Chile within the framework of the guanaco, vicuna and flamingo projects. Monthly field reports are made on populations from which annual fluctuation is calculated. The following species are being surveyed: *Attagis gayi*, *Cloephaga melanoptera*, *Fulica cornuta*, *Lagidium viscacia*, *Lama guanicoe*, *Larus serranus*, *Phalcoboenus megalopterus*, *Phoenicoparrus andinus*, *Phoenicopterus chilensis*, *Phoenicoparrus jamesi* and *Vicugna vicugna*.

There is a rustic cabin of 18.5 square metres at the Laguna Santa Rosa and a guard house of 41.8 square metres at the Laguna del Negro Francisco.

26. **Current conservation education**:

An annual environmental education plan is carried out by the park wardens. A centre for environmental information is also planned in the park.

27. **Current recreation and tourism**:

The wetland is used for mountain ecotourism, especially during the summer season.

28. **Jurisdiction**:

Region III de Atacama
Province of Copiapó
Ministerio de Agricultura
Secretaría Regional Ministerial de Agricultura
Corporación Nacional Forestal
CONAF Region III

29. **Management authority**:

Unidad de Gestión Patrimonio Silvestre
CONAF Region III
Sr. Fernando Bascuñan, Ing. Forestal
Jefe Regional Unidad de Gestión Patrimonio Silvestre
Atacama 898, Casilla 568, Telefono 213404, Copiapó

30. **Bibliographical references**:

Arroyo, M.; Marticorena, C. and Villagrán, C., 1988. La Flora de la Cordilera de los Andes, en el área de la Laguna Grande y la Laguna Chica, III Región, Chile. Gayana, Botánica 42: 3-46.

Bencke, R., 1987. Informe preliminar sobre la factibilidad técnica y ecológica de extraer agua de la Laguna del Negro Francisco, III Región. MOP, DGA, 42 pp.

Oyarzo, H. and Correa, H., 1990. Avifauna asociada a la Laguna del Negro Francisco, III Región de Atacama, Chile. I Congreso Internacional de Especialistas en Flamencos Sudamericanos. Ses. y Res. Antofagasta, Chile 25-34.

Oyarzo, H. and Bascuñan, F. , 1994. El Patrimonio Ecológico de Acatama. Dto. Técnico, CONAF III Región, 43 pp.

INFORME TÉCNICO

"ESTUDIO MULTITEMPORAL DE LA VEGETACIÓN AZONAL HÍDRICA, SECTORES PANTANILLO, VALLE ANCHO, BARROS NEGROS Y CIÉNAGA REDONDA"

INFORME FINAL

Preparado por
Biota Gestión y Consultorías Ambientales Ltda.

Para

Kinross

Junio de 2015

Folio012491

INFORME TÉCNICO

"ESTUDIO MULTITEMPORAL DE LA VEGETACIÓN AZONAL HÍDRICA, SECTORES PANTANILLO, VALLE ANCHO, BARROS NEGROS Y CIÉNAGA REDONDA"

INFORME FINAL

Empresa Ejecutora: Biota Gestión y Consultorías Ambientales Ltda.
Domicilio: Miguel Claro 1224, Providencia.
Representante legal: Patricio Bobadilla Z.

Encargado del Estudio: Luis Faúndez Y. Director de Proyectos.

Equipo Técnico: Luis Faúndez Y.
Miguel Escobar V.



……

Responsable Técnico
Luis Faúndez Yancas
Ingeniero Agrónomo

Folio012492

INDICE DE CONTENIDOS

1. RESUMEN EJECUTIVO 2

2. INTRODUCCIÓN 3

3. OBJETIVOS 4

3.1. Objetivo general 4

3.2. Objetivos específicos 4

4. EQUIPO TÉCNICO 4

5. ÁREA DE ESTUDIO 4

6. METODOLOGÍA 6

6.1. Revisión bibliográfica y antecedentes previos en el área de estudio 6

6.2. Recopilación de imágenes satelitales y obtención de índices de superficie 7

6.3. Determinación del estado de la vegetación azonal hídrica 8

6.4. Identificación de las áreas de cambio en el estado de la vegetación azonal hídrica 9

6.5. Delimitación y sub-división de los humedales 9

7. RESULTADOS 10

7.1. Humedal de Pantanillo 10

7.1.1. Delimitación, estimación de la superficie y condición actual de las unidades de vegetación hídrica 10

7.1.2. Análisis multitemporal de la actividad de la vegetación azonal hídrica 11

7.2. Humedal de Valle Ancho 12

7.2.1. Delimitación, estimación de la superficie y condición actual de las unidades de vegetación hídrica 12

7.2.2. Análisis multitemporal de la actividad de la vegetación azonal hídrica 14

7.3. Humedal de Barros Negros 17

7.3.1. Delimitación, estimación de la superficie y condición actual de las unidades de vegetación hídrica 17

7.3.2. Análisis multitemporal de la actividad de la vegetación azonal hídrica 18

7.4. Humedal de Ciénaga Redonda 20

7.4.1. Delimitación, estimación de la superficie y condición actual de las unidades de vegetación hídrica 20

7.4.2. Análisis multitemporal de la actividad de la vegetación azonal hídrica 21

7.5. Existencia de posibles procesos de desecamiento a macroescala en la región de Atacama 22

8. CONCLUSIONES 24

9. BIBLIOGRAFÍA 25

10. ANEXOS 26

Folio012493

1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento corresponde al estudio multitemporal para el período comprendido entre los años 1985 y 2014 de la vegetación azonal hídrica presente en los humedales de Pantanillo, Valle Ancho, Barros Negros y Ciénaga Redonda mediante el uso de imágenes satelitales y fotografías aéreas de alta resolución. El objetivo es establecer un marco de referencia cartográfico en donde se visualicen las áreas en cada uno de los humedales y su estado actual, determinando, además, la fecha estimada en que estos sistemas de vegetación azonal hídrica evidenciaron una disminución en su condición biológica, de modo de vincularlo, o no, al posible efecto de las captaciones de aguas en el sector de Pantanillo. Adicionalmente, se analizó la posible existencia de procesos de desecamiento a macroescala (sector geográfico) que estén afectando a este tipo de vegetación.

El marco de referencia cartográfico, determinación de la superficie y condición de los distintos humedales, se realizó por medio de la delimitación de unidades mediante fotointerpretación visual de imágenes de alta resolución, usando como apoyo imágenes multiespectrales Landsat (5, 7 y 8) y cartografías de vegetación existentes previamente para las unidades de vegetación azonal hídrica de las áreas de estudio; los distintos humedales fueron sub-divididos en unidades de vegetación homogénea según el grado de actividad o condición de la vegetación actual. La condición de la vegetación actual se determinó en base a los antecedentes técnicos presentados en el "Informe de Fiscalización Ambiental DFZ-2015-8-111 -RCA-IA", en adelante Informe de Fiscalización Ambiental, el cual forma parte como antecedente del proceso sancionatorio. En este informe se determina la condición actual de los humedales de Pantanillo y Valle Ancho en tres niveles: vegetación seca, vegetación semi-seca y vegetación activa; estos niveles se mantuvieron para esta evaluación según la siguiente equivalencia:

- vegetación seca = sin actividad fotosintética,
- vegetación semi-seca = baja actividad fotosintética y
- vegetación activa = alta actividad fotosintética.

Cabe señalar que para los sectores de Barros Negros y Ciénaga Redonda la condición actual de la vegetación se determinó en base a la cartografía existente usando los tres niveles señalados de manera aproximada, ya que en el documento de referencia no queda explícita la condición precisa, señalándose solo algunas apreciaciones negativas respecto del humedal de Barros Negros.

El estudio multitemporal se basó en el análisis del comportamiento histórico del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) en cada una de las unidades de vegetación de los humedales analizados. La obtención de este índice se realizó a partir de un set de imágenes satelitales históricas (30) provenientes de los satélites Landsat (producto SR[1]) 5 y 7

[1] SR: "*Surface Reflectance High Level Data*", disponibles en el servidor de imágenes *EarhtExplorer* (*http://earthexplorer.usgs.gov/)* del Servicio de Geología de los Estados Unidos (USGS, en su sigla en inglés)

Folio012494

correspondientes a la imagen Landsat *Phat-Row* 233/79 (WRS2[2]), cuyas fechas de captura corresponden a la temporada de verano (entre enero y marzo), meses que coincide con los máximos niveles de actividad de la vegetación azonal hídrica, entre el periodo 1985 y 2014. A partir de las imágenes del NDVI de cada año se obtuvo el valor promedio de este índice en cada unidad de vegetación usando parcelas de área fija (3.600 m^2) dispuestas en número variable según superficie y homogeneidad del índice en cada una de éstas. Los valores de NDVI para cada año fueron tabulados y posteriormente graficados de manera de poder observar la variabilidad y comportamiento del índice a lo largo del tiempo.

Finalmente, se indagó la posible existencia de procesos de desecamiento, a escala regional, que pudiera estar afectando a otras unidades de vegetación azonal hídrica del entorno, analizando el comportamiento de los NDVI. Para esto se incluyeron puntos de control en los cuales también se obtuvieron los valores de NDVI históricos a fin de observar su comportamiento a lo largo del tiempo y determinar, si existiese o no, un decaimiento general del NDVI en estas unidades. El proceso de obtención de estos datos se realizó de manera simultánea a las unidades de vegetación del área de estudio utilizando el mismo set de imágenes de NDVI.

2. INTRODUCCIÓN

Los humedales de Pantanillo, Valle Ancho, Barros Negros y Ciénaga Redonda se encuentran en la fracción altiplánica de la región de Atacama correspondiente a la cuenca hidrográfica del salar de Maricunga y forman parte del corredor biológico “Pantanillo - Ciénaga Redonda”. Este sector, sumado a la parte baja de las cuencas de la laguna Santa Rosa por el norte y la laguna del Negro Francisco por el sur, conforman el sitio RAMSAR denominado “Complejo lacustre laguna del Negro Francisco y laguna Santa Rosa” (aprobado por la Convención de RAMSAR el 2 de diciembre de 1996).

Con el objetivo de establecer la secuencia cronológica de ocurrencia del proceso de desecamiento que ha ocurrido durante los últimos años en parte de los humedales señalados, y además de establecer la superficie afectada por este proceso, KINROSS ha solicitado a Biota Gestión y Consultorías Ambientales, en adelante Biota, la realización de un estudio multitemporal a través de imágenes satelitales para el período comprendido entre los años 1985 y 2014.

Este estudio incluye el levantamiento cartográfico de detalle de las unidades de vegetación azonal hídricas, el análisis espacio-temporal de la vegetación asociada a los humedales y un análisis comparativo en el tiempo entre las unidades de vegetación presentes en los humedales en estudio y otras unidades de características similares ubicadas en cuencas vecinas.

[2] WRS2: *Worldwide Reference System,* sistema de notación mundial para productos Landsat.

Folio012495

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Estudiar la dinámica temporal de diferentes estados o condición de los sistemas de vegetación azonal hídrica terrestre (SVAHT) presentes en el área geográfica comprendida entre los humedales de Pantanillo y Ciénaga Redonda, en el altiplano de Copiapó (Corredor Biológico), buscando establecer la fecha aproximada en que estos sistemas de vegetación azonal hídrica evidencian un cambio en su condición

3.2. Objetivos específicos

- Elaborar un levantamiento cartográfico detallado de la vegetación azonal hídrica terrestre, según niveles de actividad radiométrica, asociada al "corredor biológico", con énfasis en los sistemas Pantanillo, Valle Ancho, Barros Negros y Ciénaga Redonda, que dé cuenta de la superficie y condición actual de las distintas unidades de vegetación.
- Efectuar un análisis espacio-temporal comparativo del grado de actividad de la vegetación azonal hídrica (NDVI), empleando imágenes satelitales (Landsat) durante un período comprendido entre 1985 y 2014.
- Detectar e incluir en el análisis espacio-temporal de la vegetación azonal hídrica otros sectores aledaños en donde se evidencien procesos similares de cambio de la actividad de la vegetación.

4. EQUIPO TÉCNICO

El equipo profesional responsable del presente estudio se compone en su totalidad por profesionales pertenecientes a Biota, a cargo del Sr. Luis Faúndez Yancas, Ingeniero Agrónomo de la Universidad de Chile.

5. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se ubica en la porción altiplánica de la región de Atacama, provincia y comuna de Copiapó. Incluye en su totalidad a los humedales de Pantanillo, Valle Ancho, Barros Negros y Ciénaga Redonda. Altitudinalmente los humedales en estudio se ubican desde los 4.250 m s.n.m (humedal de Pantanillo) a los 3.900 (humedal de Ciénaga Redonda). En la Figura 1 se detalla el área de estudio considerada en el presente trabajo.

Folio012496

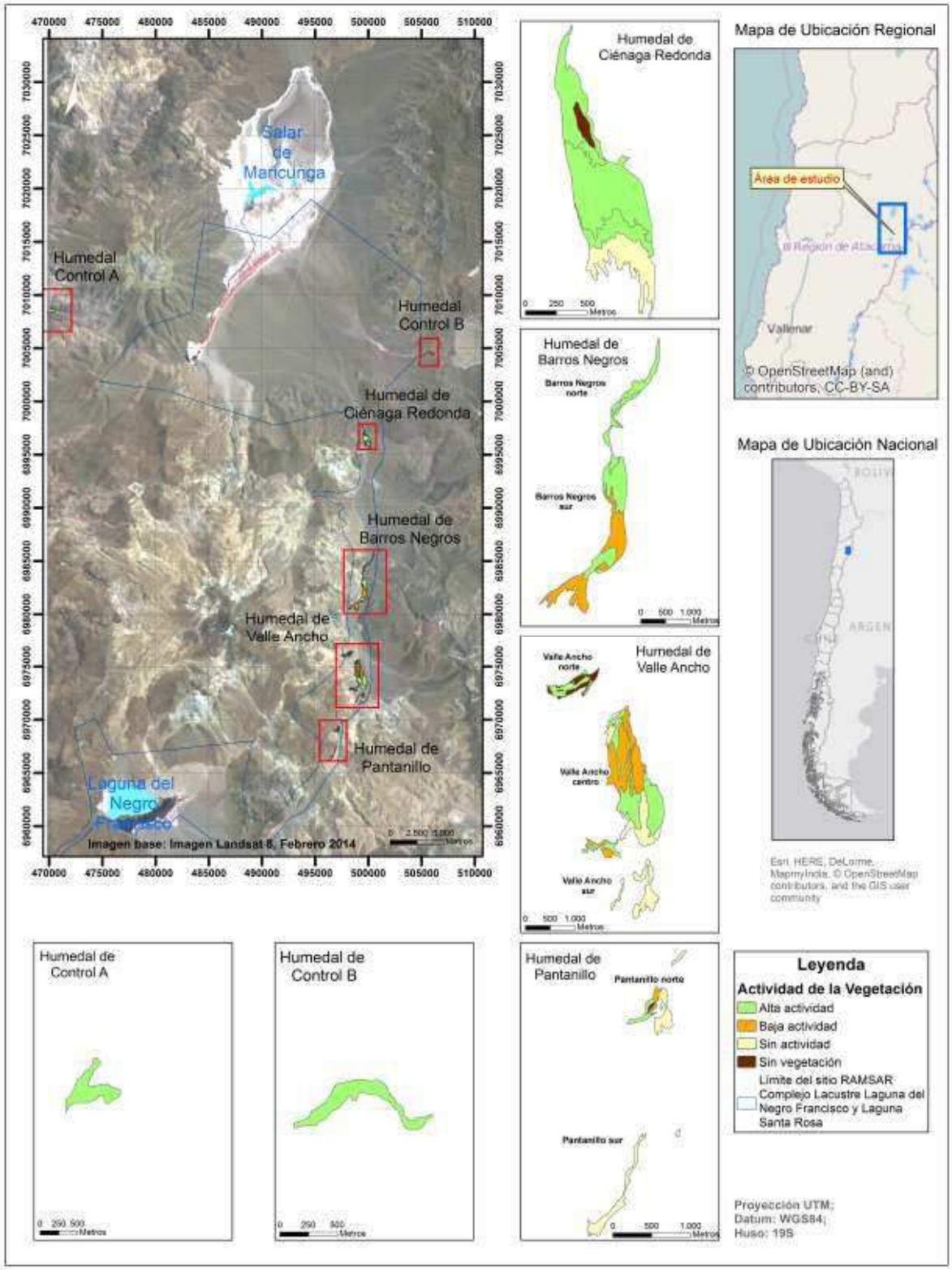


Figura 1: Localización de los humedales de Pantanillo, Valle ancho, Barros Negros, Ciénaga Redonda y humedales de control, región de Atacama.

Folio012497

6. METODOLOGÍA

6.1. Revisión bibliográfica y antecedentes previos en el área de estudio

Como parte desarrollo de este estudio se realizó una recopilación de la información disponible para el área de estudio, considerando, entre otros, los documentos técnicos presentados en el informe de fiscalización, elaborados por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) y la Corporación Nacional Forestal (CONAF). Se incluyó, además, la revisión de trabajos técnicos referidos al análisis multitemporal en base a imágenes satelitales de sectores con vegetación azonal hídrica y la información técnica referente a la vegetación presente en el área de estudio. A este respecto se pueden mencionar, principalmente, los siguientes documentos:

> Informe de fiscalización ambiental, inspección ambiental proyecto minero Refugio, DFZ–2015–8-III-RCA-IA, Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), Gobierno de Chile. Autor Patricio Walker Huyghe (división de fiscalización).
>
> Análisis de la tendencia histórica de vegetación azonal hídrica sector Ciénaga Redonda, Barros Negros y Pantanillo. Altiplano región de Atacama. Ejecutado por AGROSIG para el Servicio Agrícola Ganadero (SAG Central - DIPROREN). Licitación ID: 612-73-LE13, Noviembre de 2013.
>
> Análisis de la tendencia histórica de vegetación azonal hídrica sector Quebrada Villalobos. Altiplano región de Atacama. Ejecutado por AGROSIG para el Servicio Agrícola Ganadero (SAG Central - DIPROREN). Licitación ID: 612-11-LE14. DRP SC 16, Noviembre de 2014.
>
> Ordinario N°017 del 21/01/2015 de la Corporación Nacional Forestal, que responde a la solicitud de pronunciamiento realizada por la Superintendencia del Medio Ambiente mediante Ordinario N°2335 de fecha 31/12/2014, respecto a aclarar la situación referida a la vega Pantanillo.

En la recopilación de información técnica específica del área de estudio se consideraron los trabajos de levantamiento de información y monitoreo de vegetación realizados por la consultora Biota, en el marco de las evaluaciones realizadas para el proyecto Lobo Marte de KINROSS, trabajo en el cual se realizó un levantamiento cartográfico de la vegetación azonal hídrica que compone cada uno de los humedales. Se incluyen además los antecedentes entregados en el informe de revisión de antecedentes disponibles y plan de recuperación para la vegetación azonal hídrica del sector de Pantanillo, elaborado por Biota para Compañía Minera Maricunga en el marco del estudio “Programa de recuperación de la vegetación azonal hídrica sector Pantanillo, Altiplano de Copiapó, región de Atacama” del año 2013.

Folio012498

6.2. Recopilación de imágenes satelitales y obtención de índices de superficie

La ejecución del estudio consideró la utilización de 30 imágenes satelitales históricas provenientes de los satélites Landsat 5, 7 y 8, correspondientes a los sensores TM, ETM+ y OLI, respectivamente, estando la totalidad del área de estudio contenida en la imagen Landsat *Phat-Row* 233/79 (WRS2). Estas imágenes fueron descargadas desde el servidor de imágenes *EarhtExplorer (http://earthexplorer.usgs.gov/)* del Servicio de Geología de los Estados Unidos (USGS). Las fechas de captura de las imágenes seleccionadas corresponden a la temporada de verano (periodo entre enero y marzo) entre los años 1985 y 2014. Las imágenes corresponden al producto "*Surface Reflectance High Level Data*" (*SR*) el cual posee un nivel de procesamiento y corrección a valores de reflectancia a nivel de superficie terrestre que les permite ser utilizadas directamente sin previa corrección luego de su descarga.

Adicionalmente al set de imágenes *Landsat,* se utilizó un set de imágenes de alta resolución provenientes de la plataforma IKONOS correspondientes a los años 2008 y 2009 las cuales fueron utilizadas principalmente en la delimitación y ajuste de las unidades de vegetación del área de estudio. También se tuvo disponibles fotografías aéreas en color verdadero capturadas en los meses de agosto y septiembre del año 2014 y, más en detalle, se utilizó una imagen específica para el humedal de Pantanillo de mayo del 2015. El set de imágenes satelitales se detalla en el Anexo 1.

A partir de estas imágenes se calculó el Índice de Vegetación Normalizado (*Normalized Vegetation index* o NDVI) para los 30 años analizados. Este índice conforma la información base del análisis multitemporal siendo éste el índice más usado en teledetección por su sencillez de cálculo, a diferencia de otros índices que poseen una formulación más compleja y que no ha sido demostrado que supongan una mejora notable cuando se trata de apreciar parámetros que describen vegetación (Santa Olalla *et al*., 2005). Para su cálculo se utilizó la siguiente formula según Chuvieco (2002).

$$NDVI_{(i)} = \frac{\rho_{(i)IRC} - \rho_{(i)R}}{\rho_{(i)IRC} + \rho_{(i)r}}$$

Donde:

$\rho_{(i)IRC}$: Reflectividad del píxel (i) en la banda del infrarrojo cercano.

$\rho_{(i)r}$: Reflectividad del píxel (i) en la banda del rojo.

A partir de las imágenes del NDVI de cada año se obtuvo el valor promedio de este índice en cada unidad de vegetación usando parcelas "radiométricas" de área fija (3.600 m^2) dispuestas en número variable según superficie y homogeneidad del índice en cada una de éstas. Los valores de NDVI para cada año fueron tabulados y posteriormente graficados de manera de poder observar la variabilidad y comportamiento del índice a lo largo del tiempo. En la Figura 2 se muestra la

Folio012499

disposición de las parcelas utilizadas en la obtención de los valores del NDVI en cada unidad de vegetación.

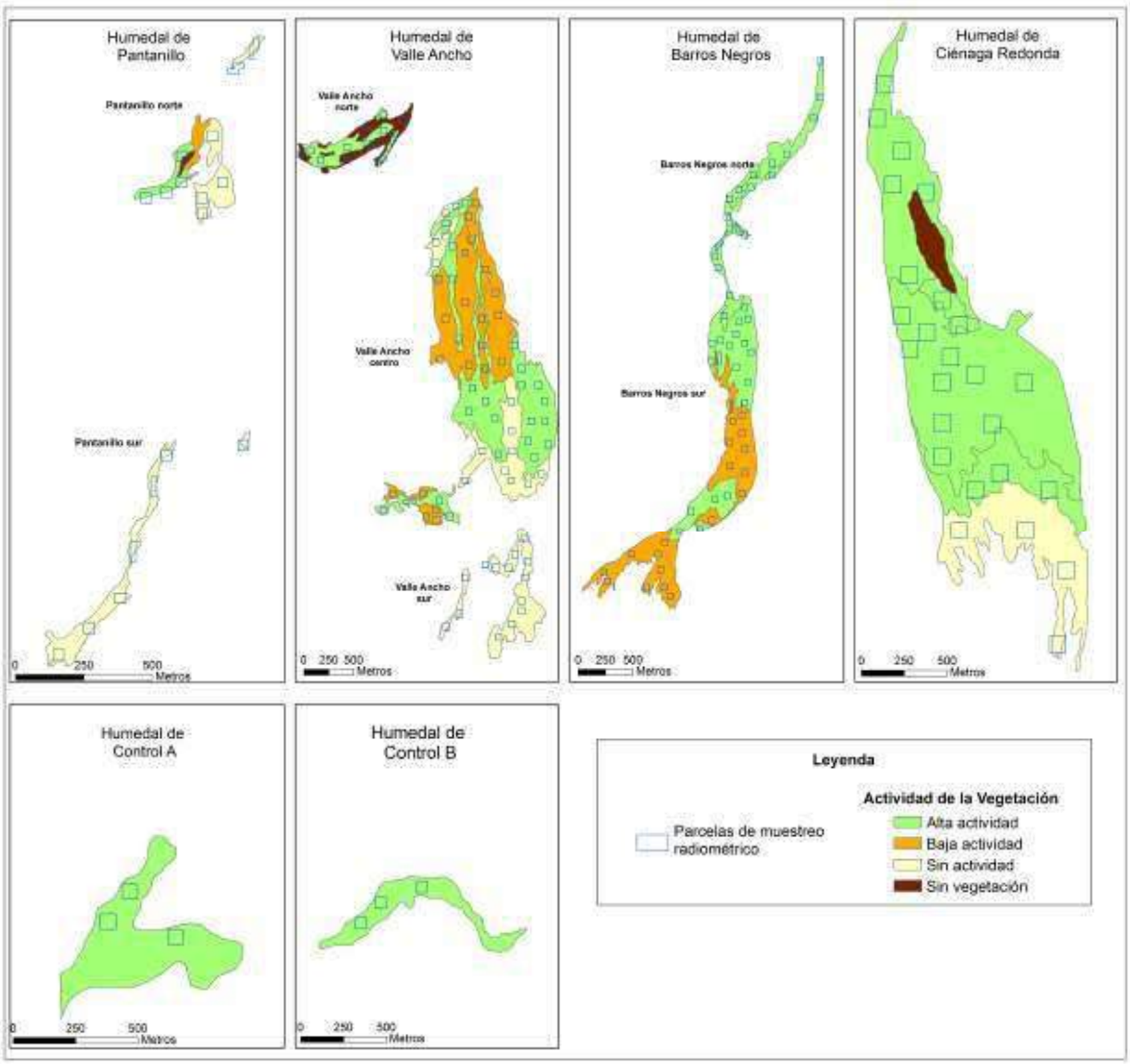


Figura 2: Distribución de las parcelas de muestreo radiométricas en los humedales de Pantanillo, Valle Ancho, Barros Negros, Ciénaga Redonda y humedales de control, región de Atacama.

6.3. Determinación del estado de la vegetación azonal hídrica

El estado actual o condición de la vegetación presente en los distintos humedales se determinó, para los humedales de Pantanillo y Valle Ancho, siguiendo las categorías presentadas en el informe de fiscalización en tres niveles: vegetación seca, semi-seca y activa. Estos niveles se utilizaron para este análisis según la siguiente equivalencia:

- Vegetación seca = sin actividad fotosintética
- Vegetación semi-seca = baja actividad fotosintética

Folio012500

- Vegetación activa = alta actividad fotosintética

Cabe señalar, que en el informe de fiscalización no hay un análisis del estado de la vegetación para los humedales de Barros Negros y Ciénaga Redonda, señalándose solo algunas apreciaciones cualitativas respecto del humedal de Barros Negros. Por esta razón, la condición actual de la vegetación en estos sectores se determinó en base a cartografía existente usando los tres niveles señalados anteriormente, en base a los valores del NDVI observados.

6.4. Identificación de las áreas de cambio en el estado de la vegetación azonal hídrica

El proceso de detección de las áreas de cambio de la vegetación azonal hídrica se desarrolló mediante la generación de una "imagen de cambio", obtenida a partir de la diferencia algebraica entre el NDVI del año 2014 y el NDVI de 1985, con lo que se obtiene una imagen de diferencia del NDVI entre ambas fechas y que entrega información de los sectores de vegetación que aumentaron o disminuyeron su actividad al año 2014 respecto del año 85. Esta imagen permitió identificar y espacializar áreas en las cuales han ocurrido cambios en los valores del NDVI, tanto dentro como fuera de los humedales analizados. Esta información fue utilizada en la localización de las parcelas de muestreo espectral, con particular interés en aquellas áreas relacionadas con la pérdida o detrimento de la vegetación.

6.5. Delimitación y sub-división de los humedales

La delimitación de las unidades de vegetación azonal se efectuó utilizando como base, la cartografía de vegetación realizada en la línea de base de los monitoreos de vegetación levantados para el proyecto "Lobo-Marte" específicamente para los humedales de Ciénaga Redonda y Barros Negros. Esta cartografía fue ajustada utilizando las imágenes satelitales de alta resolución de la plataforma IKONOS de los años 2008 y 2009 y fotografías aéreas más recientes disponibles para estas zonas (año 2014).

En el caso de los humedales de Pantanillo y Valle Ancho, la delimitación y sub-división de estos sectores se realizó siguiendo la delimitación presentada en el informe de fiscalización en las figuras 14 y 16 de dicho documento, con el fin de contrastar con las mismas unidades fiscalizadas. De igual forma se designaron los distintos humedales según lo presentado en la figura 3 del informe de fiscalización respecto a la ubicación de los humedales del corredor biológico Pantanillo-Ciénaga Redonda.

Folio012501

7. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados para cada uno de los sectores en estudio.

7.1. Humedal de Pantanillo

7.1.1. Delimitación, estimación de la superficie y condición actual de las unidades de vegetación hídrica

La zona denominada como humedal de Pantanillo, según el Informe de Fiscalización Ambiental, involucra 7 unidades de vegetación distribuidas en dos sectores (norte y sur) y poseen una superficie total de 21,8 ha (incluye una unidad del tipo no vegetación de 0,5 ha en el sector Pantanillo norte). En la Figura 3 se muestra la localización de las unidades de vegetación presentes en el humedal de Pantanillo, la denominación de las unidades sigue en general la nomenclatura presentada en el Informe de Fiscalización citado anteriormente.

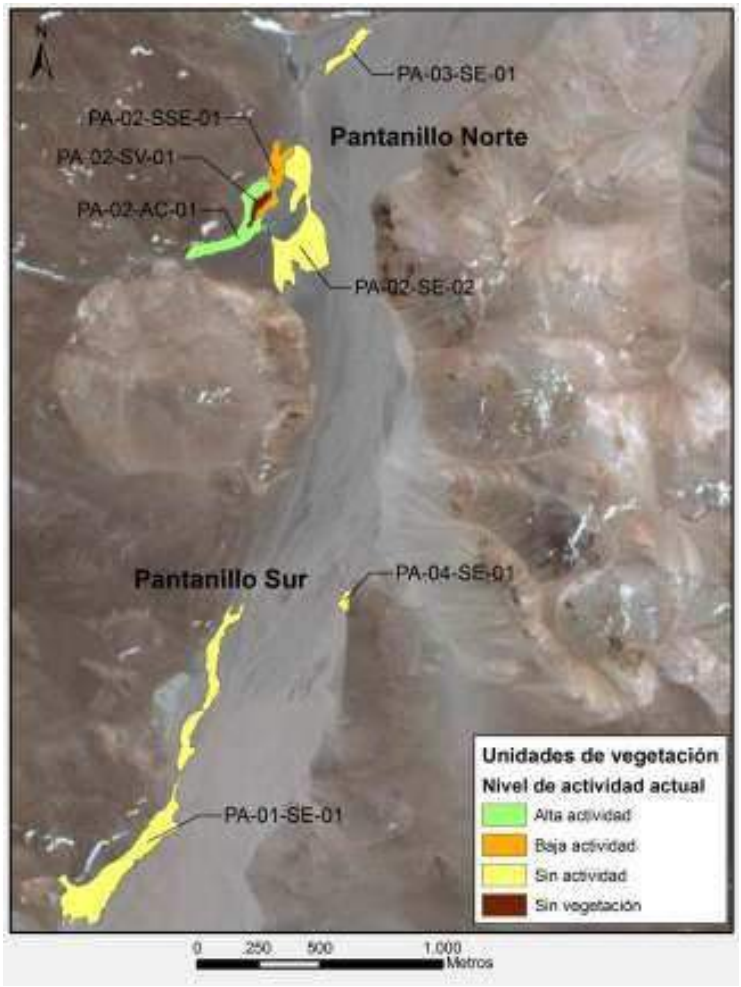


Figura 3: Distribución y condición actual de las unidades de vegetación presentes en el humedal de Pantanillo, región de Atacama, Mayo 2015.

Folio012502

Según la condición actual de la vegetación, la superficie que se encuentra en una condición de desecamiento severo o sin actividad corresponde a un total de **16.9 ha**, de las cuales 9.6 ha se ubican en el sector Pantanillo sur, distribuidas en dos unidades: PA-01-SE-01 y PA-04-SE-01 (esta última unidad no está considerada en el informe de fiscalización), y 7.3 ha que se ubican en el sector Pantanillo norte, también distribuidas en 2 unidades (PA-02-SE-02 y PA-03-SE-01).

En el sector norte se detectó una unidad (PA-02-AC-01 de 2.8 ha) que registra altos niveles de actividad de la vegetación, la que recibe aportes hídricos provenientes de una quebrada lateral. También se encuentra una unidad con niveles de actividad baja (de 1.6 ha) y otra unidad correspondiente a zonas sin vegetación. En la Tabla 2 se muestra el detalle de superficie, número de unidades y condición de la vegetación de las unidades discriminadas en el humedal de Pantanillo.

Tabla 2: Condición actual de la vegetación, superficie y número de unidades componentes del humedal de Pantanillo, región de Atacama, Mayo 2015.

Sector	Condición actual de la vegetación	Unidad	Superficie [ha]	Cantidad de unidades
Pantanillo norte	Alta actividad	PA-02-AC-01	2,8	1
	Baja actividad	PA-02-SSE-01	1,6	1
	Sin actividad	PA-02-SE-02	6,4	1
		PA-03-SE-01	0,9	1
	Sin vegetación	PA-02-SV-01	0,5	1
Pantanillo sur	Sin actividad	PA-01-SE-01	9,3	1
		PA-04-SE-01*	0,3	1
Total humedal de Pantanillo [ha]			**21,8**	**7**

* Unidad no considerada en el Informe de Fiscalización Ambiental DFZ-2015-8-111 - RCA-IA

Resumen humedal de Pantanillo

Totales	Superficie [ha]	Cantidad de unidades
Vegetación con alta actividad	2,8	1
Vegetación con baja actividad	1,6	1
Vegetación sin actividad	16,9	4
Áreas sin vegetación	0,5	1
Total humedal de Pantanillo	**21,8**	**7**

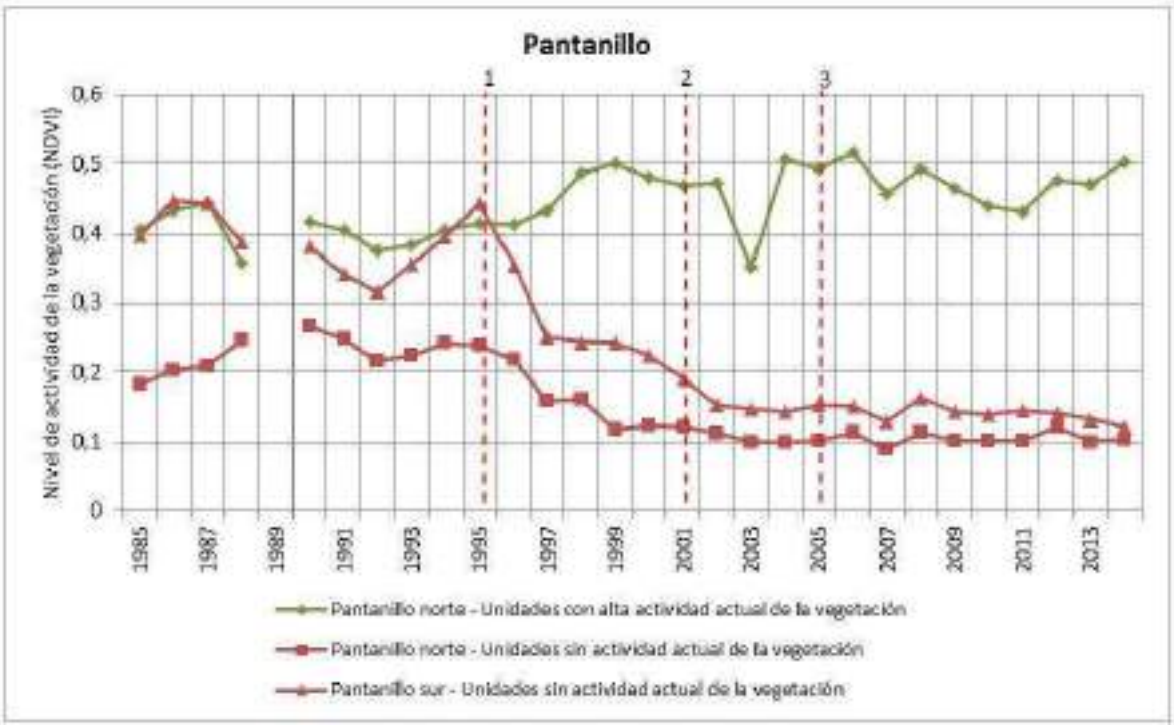
7.1.2. Análisis multitemporal de la actividad de la vegetación azonal hídrica

En este humedal se ha producido un proceso de degradación de la vegetación que lo ha llevado a que, actualmente, gran parte de su superficie se encuentre cubierta por vegetación seca que no registra actividad en términos del NDVI. Este proceso, de acuerdo a lo observado en el Gráfico 1,

Folio012503

se produjo de manera gradual desde el año 1995 hasta el año 2002 en el sector sur del humedal, y desde el año 1994 al año 2002 en la porción norte. A partir de este último año, en ambos sectores los valores de NDVI se mantuvieron muy cercanos al valor 0,1 lo cual se relaciona con cubiertas carentes de vegetación activa o de muy baja actividad. El sector de Pantanillo sur presenta un proceso anterior de descenso en los niveles de actividad entre los años 1986 y 1992 el cual asciende durante los años 1993 y 1995, a partir de donde inicia una caída definitiva; algo similar ocurre en la porción norte en donde, ya en 1990, se observan tendencias a la caída en los niveles de actividad de la vegetación de ese sector.

Gráfico 1: Variación histórica de los valores del NDVI registrados en las unidades según el nivel de actividad actual de la vegetación, humedal de Pantanillo, región de Atacama, Mayo 2015.



Nota: 1= inicio de los bombeos de agua, 2= detención del bombeo, 3 = reinicio del bombeo.
El año 1989 no se consideró en esta serie temporal por no contar con imágenes satelitales adecuadas para el análisis.

7.2. Humedal de Valle Ancho

7.2.1. Delimitación, estimación de la superficie y condición actual de las unidades de vegetación hídrica

El humedal de Valle Ancho posee una superficie total de 241.9 ha, las que se distribuyen en 21 unidades de vegetación distribuidas en tres sectores de Valle Ancho (según el grado de cercanía o conexión que tienen las distintas unidades): norte, centro y sur. La Figura 4 muestra la delimitación de unidades para este humedal y la condición actual de la vegetación conforme a lo presentado en el Informe de Fiscalización Ambiental y ajustado de acuerdo a la fotointerpretación realizada para este estudio.

Folio012504

De acuerdo a la condición actual de la vegetación, en el humedal de Valle Ancho se presentan 95.2 ha relacionadas con altos niveles de actividad de la vegetación, las que se distribuyen en siete unidades ubicadas en las zonas central y norte del humedal. También se presentan 72.5 ha que se relacionan con niveles de actividad de la vegetación bajos o vegetación "semi-seca". La superficie de vegetación que no presenta actividad fotosintética, o "vegetación seca", corresponde a un total de 61 ha. Las superficies aquí presentadas coinciden aproximadamente con las superficies señaladas en el documento de fiscalización, y las diferencias existentes corresponden a ajustes a los límites de ciertas unidades. El detalle de la condición de la vegetación, superficie y número de unidades que componen el humedal de Valle Ancho se entregan en la Tabla 3.

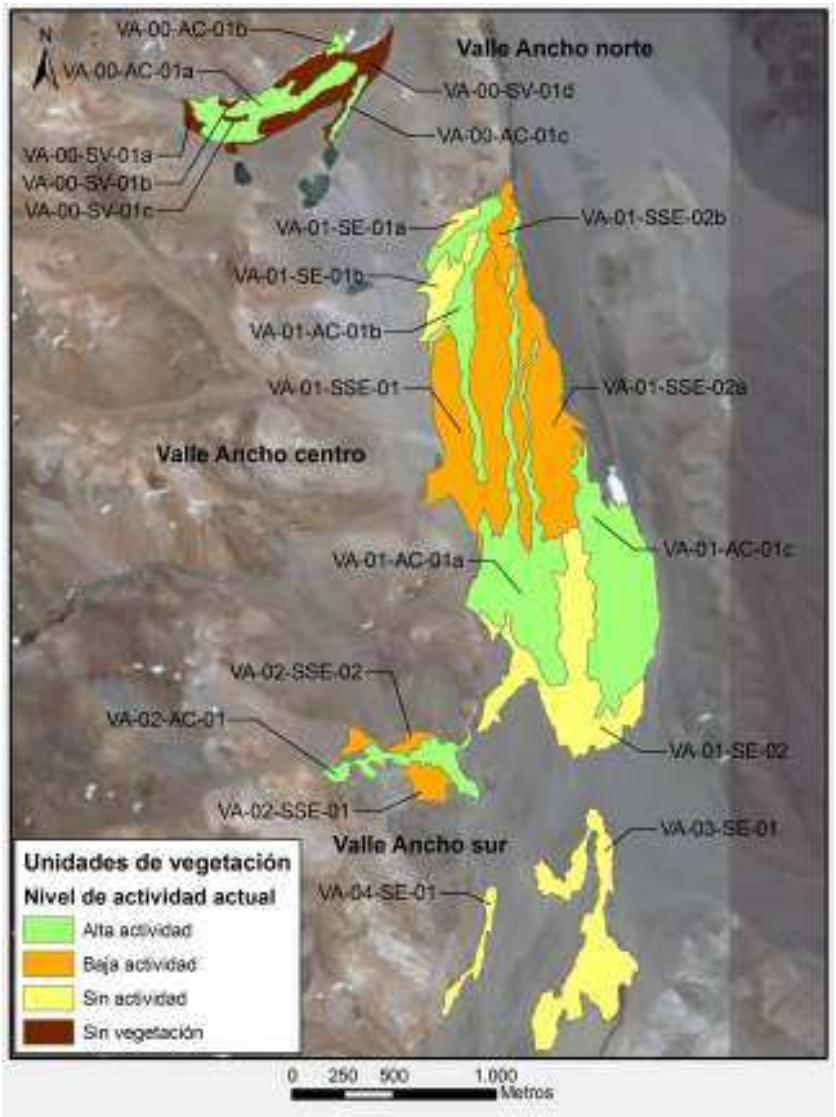


Figura 4: Distribución y condición actual de las unidades de vegetación presentes en el humedal de Valle Ancho, región de Atacama, Mayo 2015.

Folio012505

Tabla 3: Condición actual de la vegetación, superficie y número de unidades componentes del humedal de Valle Ancho, región de Atacama, Mayo 2015.

Sector	Condición actual de la vegetación	Unidad	Superficie [ha]	Cantidad de unidades
Valle Ancho norte	Alta actividad	VA-00-AC-01a	10,5	1
		VA-00-AC-01b	0,6	1
		VA-00-AC-01c	1,1	1
	Sin vegetación	VA-00-SV-01a	1,0	1
		VA-00-SV-01b	0,3	1
		VA-00-SV-01c	0,3	1
		VA-00-SV-01d	11,6	1
Valle Ancho centro	Alta actividad	VA-01-AC-01a	31,6	1
		VA-01-AC-01b	12,7	1
		VA-01-AC-01c	31,4	1
	Baja actividad	VA-01-SSE-01	35,1	1
		VA-01-SSE-02a	27,2	1
		VA-01-SSE-02b	4,3	1
	Sin actividad	VA-01-SE-01a	1,5	1
		VA-01-SE-01b	5,5	1
		VA-01-SE-02	28,9	1
Valle Ancho sur	Alta actividad	VA-02-AC-01	7,3	1
	Baja actividad	VA-02-SSE-01	3,2	1
		VA-02-SSE-02	2,7	1
	Sin actividad	VA-03-SE-01	22,2	1
		VA-04-SE-01	2,9	1
Total general humedal Valle Ancho			**241,9**	**21**

Resumen humedal de Valle Ancho

Totales	Superficie [ha]	Cantidad de unidades
Vegetación con alta actividad	95,2	7
Vegetación con baja actividad	72,5	5
Vegetación sin actividad	61,0	5
Áreas sin vegetación	13,2	4
Total humedal de Valle Ancho	**241,9**	**21**

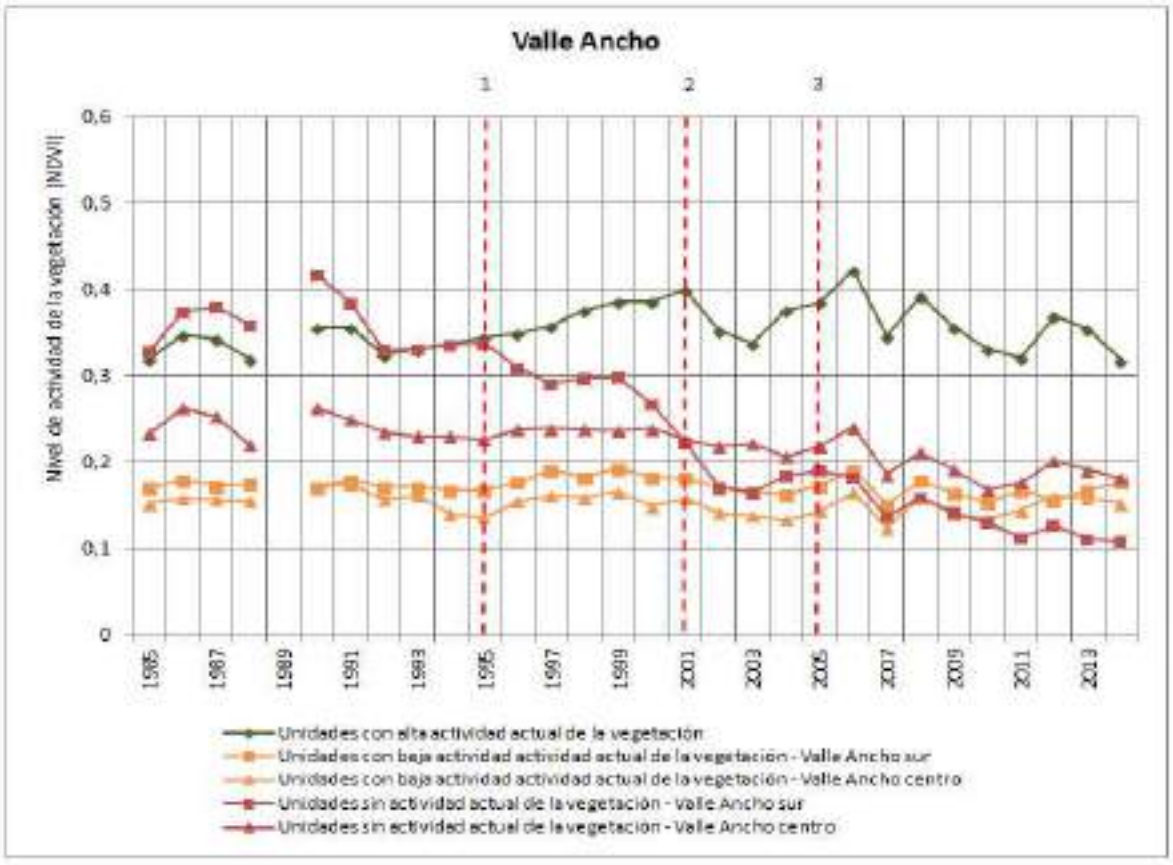
7.2.2. Análisis multitemporal de la actividad de la vegetación azonal hídrica

De acuerdo a lo señalado en el informe de fiscalización, el humedal de Valle Ancho presenta dos situaciones en términos de disminución de la actividad de la vegetación presente, sin considerar aquellos sectores que presentan, actualmente, vegetación activa. La primera situación corresponde a sectores o unidades con vegetación “semi-seca” (de baja actividad), los que han

Folio012506

presentado históricamente niveles de actividad relativamente bajos desde el año 1985 en adelante con valores del NDVI menores a 0,2 sin registrar alzas o disminuciones importantes en el tiempo. Este comportamiento permitiría suponer que no estaría ocurriendo un proceso degradativo de la vegetación y su condición actual es similar a la que ha mantenido durante muchos años.

Gráfico 2: Variación histórica de los valores del NDVI registrados en las unidades según el nivel de actividad actual de la vegetación, humedal de Valle Ancho, región de Atacama, Mayo 2015.



Nota: 1= inicio de los bombeos de agua, 2= detención del bombeo, 3 = reinicio del bombeo.
El año 1989 no se consideró en esta serie temporal por no contar con imágenes satelitales adecuadas para el análisis.

La segunda situación corresponde a aquellos sectores que no registran actualmente actividad de la vegetación y en los cuales se presenta una condición de "vegetación seca" en estado de rastrojo o mantillo, de acuerdo a la tipificación del informe de fiscalización. A este respecto se puede indicar, según lo observado en el Gráfico 2, la presencia de dos comportamientos históricos para la vegetación, a) el primero se observa en aquellas unidades ubicadas en la porción central del humedal, en las cuales los valores del NDVI se mantuvieron relativamente constantes desde el año 1985 hasta el año 2006, fecha a partir de la cual se registra un descenso en los niveles de NDVI desde valores cercanos a 0,25 a valores levemente menores a 0,2 y que al año 2014 alcanza valores similares a los sectores que registran una baja actividad; b) el segundo comportamiento se observa en aquellas unidades ubicadas en la porción sur del humedal, en éstas se registra un descenso en los valores del NDVI a lo largo del tiempo mucho mayor que el caso anterior el que se

Folio012507

inicia en el año 90 con un descenso leve en los valores de este índice y de manera escalonada hasta el año 99 para posteriormente caer abruptamente hasta el año 2002 a valores del NDVI inferiores a 0,2, disminuyendo paulatinamente durante los siguientes años hasta el año 2010 con valores cercanos a 0,1, valores de NDVI similares a las áreas sin vegetación activa.

Resulta destacable la similitud que existe en el comportamiento de la variación histórica del NDVI observado en los sectores sin actividad de la vegetación de la porción sur del humedal de Valle Ancho y la porción sur del humedal de Pantanillo; al superponer ambas curvas de variación del NDVI (Gráfico 3) se puede observar un alto grado de sincronía en el proceso de desecamiento que ambas áreas han experimentado, lo que permite establecer, con un alto grado de certeza, que ambos procesos han ocurrido simultáneamente a lo largo del tiempo, obedeciendo a un mismo fenómeno, el cual además posee una escala de magnitud tal que puede afectar ambos humedales al mismo tiempo y con resultados similares, a pesar de la distancia (mayor a 5 km) que existe entre ambos humedales.

Gráfico 3: Comparación de la variación histórica de los valores del NDVI registrados en las unidades sin actividad actual de la vegetación, humedales de Pantanillo y Valle Ancho, región de Atacama, Mayo 2015



Nota: 1= inicio de los bombeos de agua, 2= detención del bombeo, 3 = reinicio del bombeo.
El año 1989 no se consideró en esta serie temporal por no contar con imágenes satelitales adecuadas para el análisis.

Folio012508

7.3. Humedal de Barros Negros

7.3.1. Delimitación, estimación de la superficie y condición actual de las unidades de vegetación hídrica

El humedal de Barros Negros se ubica unos 5 km aprox. aguas abajo del humedal de Valle Ancho, posee una superficie de 146.3 ha, sub-divididas en 12 unidades de vegetación de acuerdo a los antecedentes cartográficos disponibles. El humedal se separa en dos secciones, norte y sur, de acuerdo al tamaño y forma de las unidades de vegetación, presentándose las unidades de mayor tamaño en la parte sur. En la figura 5 se muestra la distribución de las unidades y el nivel de actividad registrado actualmente en la vegetación.

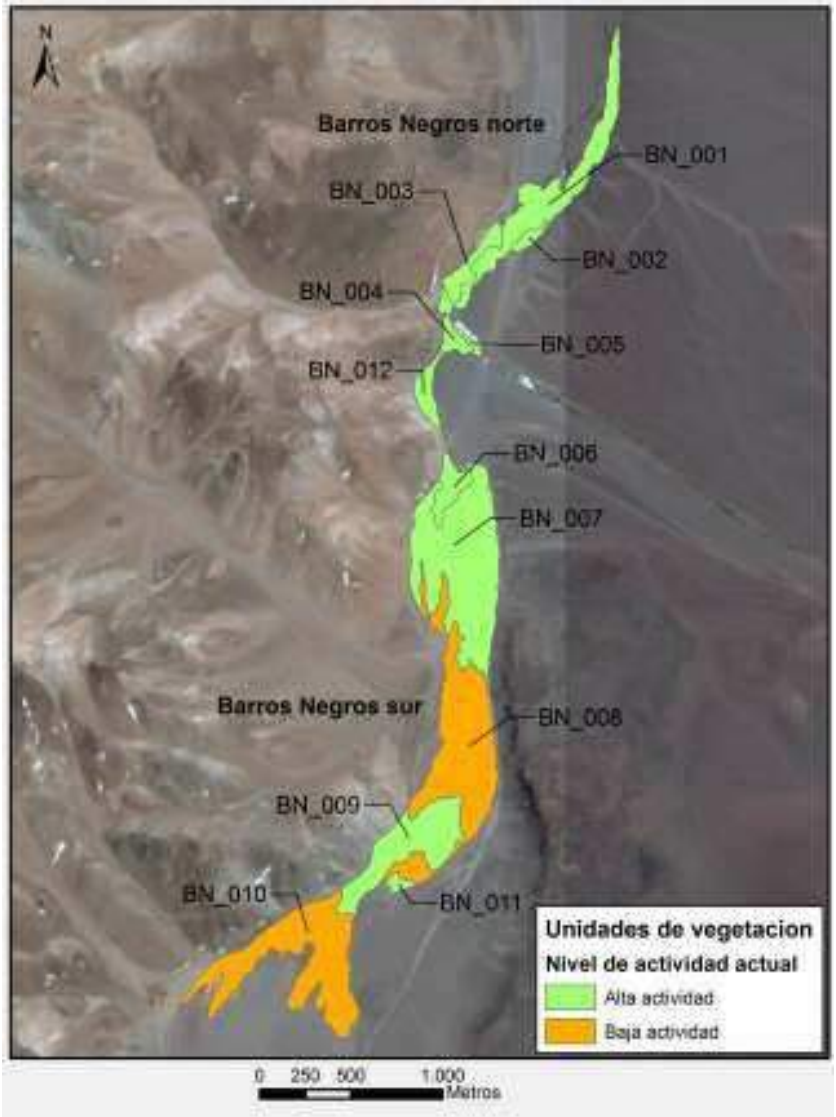


Figura 5: Distribución y condición actual de las unidades de vegetación presentes en el humedal de Barros Negros, región de Atacama, Mayo 2015.

Folio012509

De acuerdo al nivel de actividad de la vegetación del humedal, se puede indicar que actualmente existen dos clases, un nivel de alta actividad que se ubica principalmente en la sección norte y en parte de la sección sur (superior) y que equivale a un total de 84.8 ha distribuidas en 10 unidades, y un nivel de baja actividad, en dos unidades con 61.5 ha, ubicadas en el extremo sur del humedal. No se detectó la presencia de unidades sin actividad de la vegetación o áreas descubiertas. En la tabla 4 se detalla para cada uno de los sectores del humedal, la condición actual de la vegetación, las unidades delimitadas y la superficie comprometida en cada una de ellas.

Tabla 4: Condición actual de la vegetación, superficie y número de unidades componentes del humedal de Barros Negros, región de Atacama, Mayo 2015.

Sector	Condición actual de la vegetación	Unidad	Superficie [ha]	Cantidad de unidades
Barros Negros sur	Alta actividad	BN_006	3,9	1
		BN_007	35,4	1
		BN_009	16	1
		BN_011	1	1
	Baja actividad	BN_008	32,9	1
		BN_010	28,6	1
Barros Negros norte	Alta actividad	BN_001	17,8	1
		BN_002	1,2	1
		BN_003	3,8	1
		BN_004	1,9	1
		BN_005	0,6	1
		BN_012	3,2	1
Total humedal de Barros Negros			**146,3**	**12**

Resumen humedal de Barros Negros

Totales	Superficie [ha]	Cantidad de unidades
Vegetación con alta actividad	84,8	10
Vegetación con baja actividad	61,5	2
Vegetación sin actividad	0	0
Áreas sin vegetación	0	0
Total humedal de Barros Negros	**146,3**	**12**

7.3.2. Análisis multitemporal de la actividad de la vegetación azonal hídrica

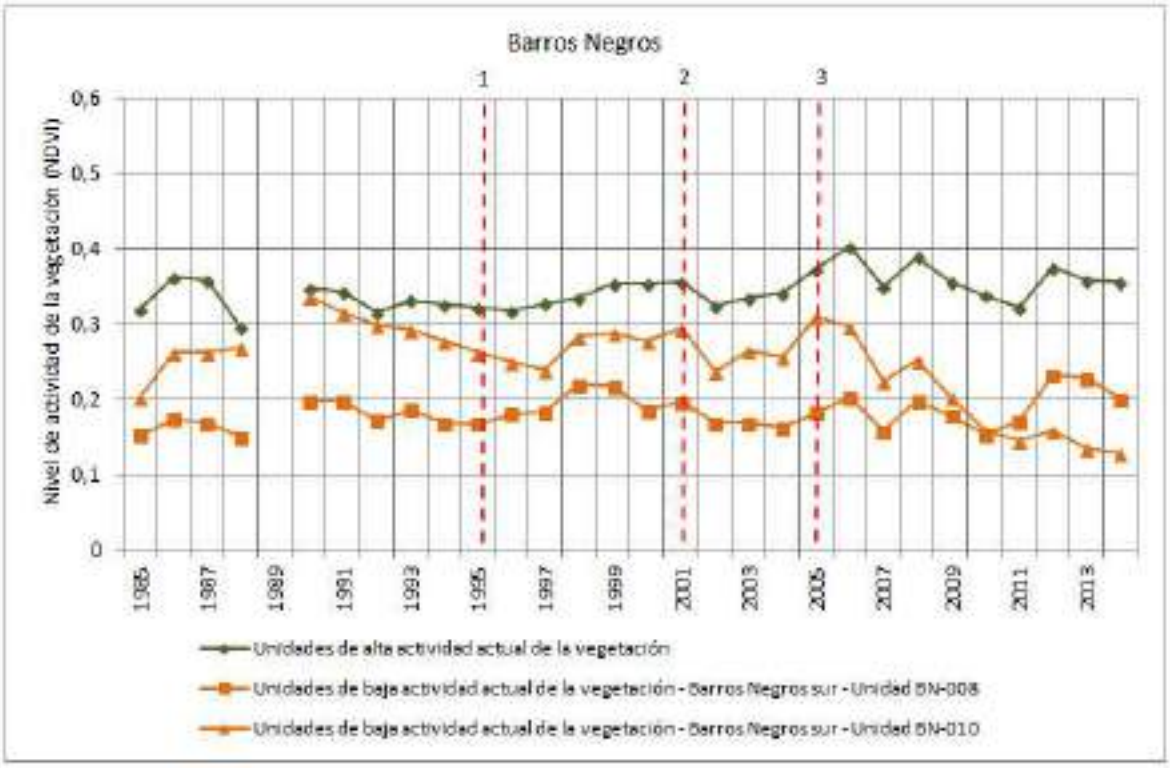
El humedal de Barros Negros registra actualmente dos unidades de vegetación, con niveles de actividad baja. La variación histórica de los valores del NDVI para estas unidades (Gráfico 4) muestra, para el caso de la unidad BN-008 ubicada en la porción central del humedal, un comportamiento relativamente estable en el tiempo, con valores del NDVI cercanos a 0,2

Folio012510

observándose una ligera alza del índice en los años 2012 y 2013, tal como ocurriera el año 1998 y 1999, para luego disminuir nuevamente por debajo de 0,2 en el año 2014. Este comportamiento regular en el tiempo permite establecer que no existe un proceso de desecación en esta unidad y que la condición actual de la vegetación se encuentra dentro de los parámetros históricamente observados.

En el caso de la unidad BN-010, ubicada en el extremo sur del humedal (parte alta), ésta presenta un comportamiento más irregular que la unidad anterior, registrando descensos constantes en los valores del NDVI como el ocurrido entre los años 1990 y 1997 para posteriormente recuperar sus valores históricos en torno a 0,3 y decaer nuevamente en los años 2002 y 2007, para finalmente decaer de manera progresiva a partir del año 2008 hasta valores cercanos a 0,1 en el año 2014, situación que, tal como se comentó anteriormente, se relaciona con áreas desprovistas de vegetación o en donde ésta presenta un nivel de actividad muy bajo. En base a lo expuesto, se puede indicar que la porción más sur del humedal Barros Negros registra sectores en los que ha ocurrido un descenso sostenido de los valores del NDVI a partir del año 2008 y que ha resultado en el desecamiento de parte de la vegetación existente en este sector.

Gráfico 4: Variación histórica de los valores del NDVI registrados en las unidades de baja actividad actual de la vegetación, humedal de Barros Negros, región de Atacama, Mayo 2015



Nota: 1= inicio de los bombeos de agua, 2= detención del bombeo, 3 = reinicio del bombeo.
El año 1989 no se consideró en esta serie temporal por no contar con imágenes satelitales adecuadas para el análisis.

Folio012511

7.4. Humedal de Ciénaga Redonda

7.4.1. Delimitación, estimación de la superficie y condición actual de las unidades de vegetación hídrica

El humedal de Ciénaga Redonda corresponde a la unidad de vegetación hídrica azonal que se ubica a menor altitud respecto a los otros tres humedales, y es la última unidad de este tipo antes del complejo de humedales presentes en el Salar de Maricunga y Laguna Santa Rosa, en la porción más baja de la cuenca hidrográfica. Este humedal posee una superficie estimada de 69 ha y es posible discriminar seis unidades principales, las que conforman una sola sección de humedal sin interrupciones destacables entre ellas. En la Figura 6 se muestra la localización y la condición actual de la vegetación azonal presente en el humedal de Ciénaga Redonda.

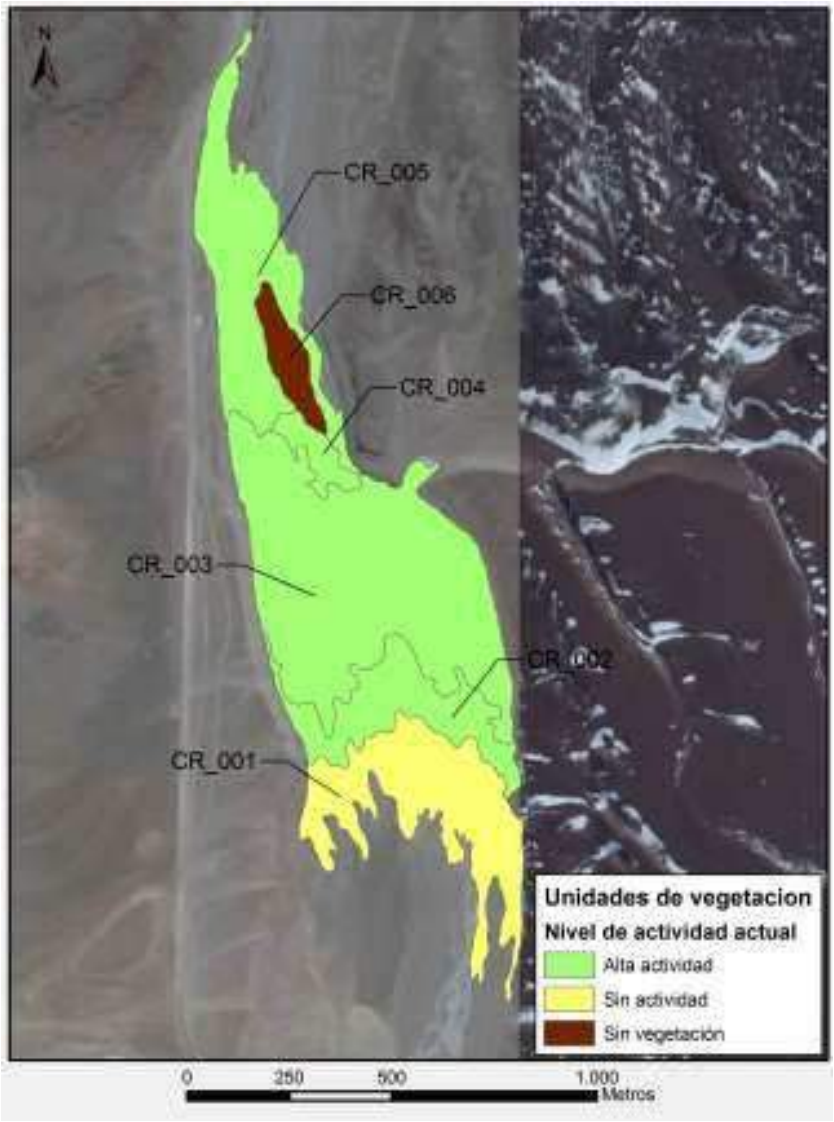


Figura 6: Distribución y condición actual de las unidades de vegetación presentes en el humedal de Ciénaga Redonda, región de Atacama, Mayo 2015.

Folio012512

Según la condición actual que la vegetación presente en este humedal, es posible encontrar unidades con una alta actividad de la vegetación, ocupando la mayor proporción de superficie con 52.8 ha distribuidas en cuatro unidades. Le siguen a este grupo una unidad de vegetación (unidad CR_001 de 13.7 ha), ubicada en la porción sur del humedal, que no registra actividad de la vegetación desde antes del año 1985, no siendo posible establecer la fecha en que esta unidad dejó de presentar vegetación activa. Finalmente, se detectó la presencia de una pequeña unidad sin vegetación en la porción centro norte del humedal equivalente a 2.5 ha (unidad CR_006). En la Tabla 5 se detallan las unidades y la condición actual de la vegetación en cada una de ellas, indicando además su superficie.

Tabla 5: Condición actual de la vegetación, superficie y número de unidades componentes del humedal de Ciénaga Redonda, región de Atacama, Mayo 2015.

Sector	Condición actual de la vegetación	Unidad	Superficie [ha]	Nº de unidades
Ciénaga Redonda	Alta actividad	CR_002	7,9	1
		CR_003	29,9	1
		CR_004	1,8	1
		CR_005	13,2	1
	Sin actividad	CR_001	13,7	1
	Sin vegetación	CR_006	2,5	1
Total humedal Ciénaga Redonda			**69**	**6**

Resumen humedal de Ciénaga Redonda

Totales	Superficie [ha]	Cantidad de unidades
Vegetación con alta actividad	52,8	4
Vegetación con baja actividad	0,0	0
Vegetación sin actividad	13,7	1
Áreas sin vegetación	2,5	1
Total humedal de Ciénaga Redonda	**69,0**	**6**

7.4.2. Análisis multitemporal de la actividad de la vegetación azonal hídrica

El humedal de Ciénaga Redonda no presenta actualmente zonas de baja o nula actividad de la vegetación, a excepción de la unidad CR-001 la cual se ubica en el extremo sur del humedal (parte alta) y que corresponde a una porción de vegetación seca de la que aún se pueden observar restos o partes de algunas plantas. El análisis multitemporal (Gráfico 5) muestra que esta unidad a presentado valores del NDVI muy bajos (inferiores a 0,2) que no se corresponden con el tipo de vegetación que allí existía, por lo que se puede inferir que esta porción del humedal se encuentra seca desde antes del año 1985.

Folio012513

Gráfico 5: Variación histórica de los valores del NDVI registrados en las unidades de vegetación, humedal de Ciénaga Redonda, región de Atacama, Mayo 2015



Nota: 1= inicio de los bombeos de agua, 2= detención del bombeo, 3 = reinicio del bombeo.
El año 1989 no se consideró en esta serie temporal por no contar con imágenes satelitales adecuadas para el análisis.

El resto de las unidades de vegetación corresponden en su totalidad a unidades que presentan altos niveles de actividad de la vegetación, registrándose un descenso en la actividad fotosintética sólo en la unidad CR-004 que corresponde a un pequeño sector ubicado en la porción centro norte del humedal.

7.5. Existencia de posibles procesos de desecamiento a macroescala en la región de Atacama

Como parte de este estudio se analizó, mediante el análisis multitemporal, la existencia de posibles procesos de desecamiento a macroescala que pudiesen estar influyendo en el estado actual de los humedales del área de estudio. Se seleccionaron dos puntos de control (de un total de 7 puntos referenciales) que presentan características similares a los humedales presentes en el área de estudio en términos de tamaño, posición en la cuenca hidrográfica y régimen de alimentación hídrica.

Los puntos de control seleccionados (A y B) muestran un descenso en los valores del NDVI en los últimos 10 años, situación que podría estar indicando la existencia de un proceso de desecamiento de mayor escala y que afecta a algunos tipos de humedales o más específicamente a porciones de los humedales existentes. Esta aseveración se basa en el hecho de que, a excepción del humedal de Pantanillo, las porciones desecadas en los otros humedales corresponden a porciones menores de ellos, detectándose junto a estas zonas afectadas porciones activas del humedal y que no presentan evidencias de disminución en sus valores del NDVI. Por otro lado existe una gran

Folio012514

cantidad de humedales que ocupan porciones laterales en las cuencas hidrográficas y que no presentan problemas de desecamiento o diminución en sus valores de NDVI. Este hecho hace suponer la posible ocurrencia de un fenómeno de desecamiento a mayor escala y que cada humedal tendrá una diferente respuesta frente a un mismo fenómeno. En el Gráfico 6 se muestra la variación de los valores del NDVI en los puntos de control seleccionados.

Gráfico 6: Variación histórica de los valores del NDVI registrados en los puntos de control A y B seleccionados fuera del área de estudio, región de Atacama, Mayo 2015



Nota: 1= inicio de los bombeos de agua, 2= detención del bombeo, 3 = reinicio del bombeo.
El año 1989 no se consideró en esta serie temporal por no contar con imágenes satelitales adecuadas para el análisis.

Folio012515

8. CONCLUSIONES

En base a los análisis realizados en el presente estudio existen ciertas observaciones respecto de la información presentada en el "Informe de Fiscalización Ambiental DFZ-2015-8-111 -RCA-IA" presentado como parte de los antecedentes técnicos del proceso sancionatorio.

La primera observación tiene relación con las superficies afectadas en los humedales de Pantanillo y Valle Ancho, ya que de acuerdo con el presente estudio el Informe de Fiscalización sobreestima en 13.5 ha la superficie señalada como vegetación afectada o "seca" en ambos humedales. Esta diferencia se puede deber a los ajustes realizados en el presente estudio a las unidades de vegetación mediante una fotointerpretación en detalle y a posibles diferencias de escalas de trabajo.

En segundo lugar, se señala la existencia de 73.3 ha bajo amenaza inmediata de deterioro de la vegetación en el humedal de Valle Ancho por encontrarse esta vegetación en una condición "semi-seca". Sin embargo, el análisis multiespectral muestra que en este humedal, las áreas identificadas con vegetación "semi-seca" presentan esta condición durante todo el período evaluado (1985 - 2014) sin que se presenten variaciones importantes en los valores del NDVI a lo largo del tiempo y sin que se observen disminuciones que den cuenta de un proceso paulatino de desecamiento.

Respecto al análisis multitemporal realizado a los distintos humedales se puede señalar que, **los procesos de desecamiento que se han presentado en el humedal de Pantanillo y Valle Ancho se han desarrollado simultáneamente en el tiempo,** situación que podría descartar la acción de un factor local, como lo es la extracción de aguas subterráneas, como el causante único o directo del deterioro de la vegetación en éstas áreas, principalmente en las unidades identificadas bajo afectación en el humedal de Valle Ancho. Esta idea debe ser reforzada con el análisis de las variables hídricas como lo son la velocidad de avance del cono de abatimiento de las napas y la distancia existente entre el humedal de Valle Ancho y los pozos de extracción de agua.

Por su parte, **los bajos niveles de actividad de la vegetación en algunas porciones del humedal de Barros Negros responden más bien a una dinámica natural del sistema y no a posibles intervenciones de origen antrópico, dado que los valores del NDVI históricos se presentan siempre bajos y sin grandes variaciones en el tiempo**, exceptuando sólo un pequeño sector en la porción mas sur del humedal en la que se presenta un proceso de desecamiento entre los años 2008 y 2014.

No se detectaron en el humedal de Ciénaga Redonda procesos de desecamiento actuales, y las áreas que se encuentran sin actividad o muertas han presentado esta misma condición desde antes del año 1985, año con que inicia el presente estudio.

Finalmente, el análisis de humedales en el entorno del área de estudio permite establecer que podría existir un proceso de desecamiento de mayor escala que esté afectando ciertos tipos de humedales, incluyendo los sectores afectados en el área de estudio. **Los puntos de control fuera**

Folio012516

del área de estudio muestran un descenso en los valores del NDVI al menos en los últimos 10 a 11 años. Se debe hacer la salvedad que los humedales incluidos en este estudio corresponden a un grupo particular de unidades de vegetación azonal, no existiendo unidades similares en el entorno inmediato al área de estudio según lo que se pudo corroborar al observar las imágenes satelitales disponibles para el área.

9. BIBLIOGRAFÍA

Ahumada, M. & L. Faúndez. 2009. Guía Descriptiva de los Sistemas Vegetacionales Azonales Hídricos Terrestres de la Ecorregión Altiplánica (SVATH). Ministerio de Agricultura de Chile, Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago 118 pp.

Castro, R. & Altamirano, T. 2013. Análisis de la Tendencia Histórica de Vegetación Azonal Hídrica sector Ciénaga Redonda, Barros Negros y Pantanillo. Altiplano Región de Atacama. AGROSIG, realizado para el Servicio Agrícola Ganadero (SAG central - DIPROREN). Licitación ID: 612-73-LE13. Noviembre 2013.

Castro, R. & Verdugo, C. 2014. Análisis de la Tendencia Histórica de Vegetación Azonal Hídrica sector Quebrada Villalobos. Altiplano Región de Atacama. AGROSIG, realizado para el Servicio Agrícola Ganadero (SAG central - DIPROREN). Licitación ID: 612-11-LE14. DRP SC 16. Noviembre 2014.

Chuvieco, E. 2002. Teledetección ambiental: la observación de la tierra desde el espacio. Ed. Ariel, 2ª Ed.; 586 pp.

Folio012517

10. ANEXOS

Folio012518

Anexo 1. Set de imágenes satelitales utilizadas en el presente trabajo

Año*	Proveedor	Plataforma	Sensor**	Fecha captura	Hora de captura [UTC]	Resolución espacial [m]	Espectro de Bandas
1985	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	25-01-1985	14:02:27Z	30	Multiespectral
1986	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	28-01-1986	13:51:10Z	30	Multiespectral
1987	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	15-01-1987	13:51:47Z	30	Multiespectral
1988	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	19-02-1988	14:01:45Z	30	Multiespectral
1989*	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	20-01-1989	14:02:04Z	30	Multiespectral
1990	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	24-02-1990	13:53:17Z	30	Multiespectral
1991	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	27-02-1991	13:53:07Z	30	Multiespectral
1992	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	01-03-1992	13:56:15Z	30	Multiespectral
1993	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	16-02-1993	13:54:02Z	30	Multiespectral
1994	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	03-02-1994	13:53:16Z	30	Multiespectral
1995	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	05-01-1995	13:45:01Z	30	Multiespectral
1996	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	25-02-1996	13:38:12 Z	30	Multiespectral
1997	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	26-01-1997	13:56:16Z	30	Multiespectral
1998	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	14-02-1998	14:08:11Z	30	Multiespectral
1999	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	17-02-1999	14:11:19Z	30	Multiespectral
2000	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	20-02-2000	14:05:44Z	30	Multiespectral
2001	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	06-02-2001	14:12:05Z	30	Multiespectral
2002	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	25-02-2002	14:10:22Z	30	Multiespectral
2003	USGS/EROS	LANDSAT-7	ETM+	04-02-2003	14:20:41Z	30	Multiespectral
2004	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	15-02-2004	14:11:00Z	30	Multiespectral
2005	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	17-02-2005	14:18:41Z	30	Multiespectral
2006	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	04-02-2006	14:22:22Z	30	Multiespectral
2007	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	23-02-2007	14:27:03Z	30	Multiespectral
2008	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	10-02-2008	14:22:44Z	30	Multiespectral
2009	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	12-02-2009	14:17:53Z	30	Multiespectral
2010	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	15-02-2010	14:22:59Z	30	Multiespectral
2011	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	02-02-2011	14:22:02Z	30	Multiespectral
2012	USGS/EROS	LANDSAT-7	ETM+	13-02-2012	14:26:12Z	30	Multiespectral
2013	USGS/EROS	LANDSAT-7	ETM+	15-02-2013	14:28:16Z	30	Multiespectral
2014	USGS/EROS	LANDSAT-7	ETM+	18-02-2014	14:28:46Z	30	Multiespectral
2014*	USGS/EROS	LANDSAT-8	OLI-TIRS	26-02-2014	14:32:46Z	30	Multiespectral
2008*	Digital Globe	IKONOS	-	30-11-2008	-	3,2	Multiespectral
2009*	Digital Globe	IKONOS	-	14-03-2009	-	3,2	Multiespectral
2014*	-	-	-	Ago-Sep 2014	-	0,35	Color verdadero
2015*	-	-	-	17 al 19 Mayo 2015	-	0,05	Color verdadero

*imágenes no incluida en el análisis multitemporal, utilizadas como referencia o base cartográfica
**Sensor: TM= *Thematic mapper;* ETM+ =*Enhanced Thematic Mapper Plus*; OLI-TIRS = *Operational Land Imager* (OLI) y *Thermal Infrared Sensor* (TIRS)



INFORME FINAL

IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AMBIENTAL DE LOS HUMEDALES DEL PARQUE NACIONAL NEVADO TRES CRUCES, SITIO RAMSAR, INCLUYENDO LOS SITIOS PRIORITARIOS; COMO SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA EN UN ESPACIO NATURAL FRÁGIL

Versión 0

Diciembre 2014

CONTROL REVISIÓN DOCUMENTOS				
Versión	**Fecha**	**Elaborado por:**	**Revisado por:**	**Aprobado por:**
0	31/01/2014	Hernán Cabrera Carolina Meruane Nils Ohlanders Lucía Varas	Carolina Meruane	Manuel Contreras
1	02/04/2014	Carolina Meruane	Carolina Meruane	Manuel Contreras
2	26/05/2014	Carolina Meruane	Carolina Meruane	Manuel Contreras
3	06/08/2014	Hernán Cabrera Carolina Meruane Isabel Sandoval Lucía Varas	Carolina Meruane	Manuel Contreras
3*	11/11/2014	Hernán Cabrera Cristián Godoy Lucía Varas	Cristián Godoy José María Peralta	Manuel Contreras
Final	02/12/2014	Hernán Cabrera Cristián Godoy Lucía Varas	Cristián Godoy José María Peralta	Manuel Contreras

EQUIPO DE TRABAJO		
Nombre	**Título y/o Grado**	**Rol en Proyecto**
Manuel Contreras	Biólogo, MSc, PhD	Director de proyecto
José María Peralta	Ing. Agrónomo, MSc, PhD	Jefe de Proyecto
Cristián Godoy	Ingeniero Civil, PhD (c)	Jefe de terreno Encargado interpretación física
Lucía Varas	Ingeniera Civil Ambiental	Encargada calidad de aguas
Hernán Cabrera	Biólogo, MSc, PhD	Encargado vegas y bofedales
Felipe Cerda	Geógrafo (e)	Encargado cartografía
David Pineda	Ingeniero Civil Electricista	Instalación estación meteorológica y sensores terreno
Carolina Escobar	Química	Analista químico
Isabel Sandoval	Bióloga Ambiental, MSc	Especialista en vegetación
Darío Núñez	Técnico de terreno	Técnico chofer
Yonatan González	Técnico de terreno	Técnico chofer

Folio012521

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 4
1.1 Zona de estudio 4
1.2 Objetivos del proyecto 6
1.2.1 Objetivo general 6
1.2.2 Objetivos específicos 6
1.3 Programa de trabajo 7
1.3.1 Descripción de actividades 7
1.3.2 Plan de actividades 8
1.3.3 Fechas de entrega informes 8
1.4 Organización del presente informe 10
2 METODOLOGÍAS Y MONITOREO 12
2.1 Caracterización de sectores de monitoreo y campañas de terreno 12
2.2 Monitoreo atmosférico 21
2.3 Monitoreo de conductividad y temperatura de aguas superficiales 22
2.4 Monitoreo del nivel y temperatura de las aguas subterráneas 23
2.5 Monitoreo de calidad de aguas 23
2.5.1 Análisis de las muestras de calidad de aguas 24
2.6 Monitoreo de los sistemas vegetacionales azonales 26
2.6.1 Descripción de sistemas vegetacionales en el área de estudio 27
2.6.2 Monitoreo de Flora y Vegetación Azonal 27
2.6.3 Caracterización de variables hídricas-salinas del suelo 30
2.6.4 Caracterización de los suelos 30
2.6.5 Caracterización de variables ecofisiológicas en plantas 30
3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN TERRENO Y MONITOREO CONTINUO 33
3.1 Resultados del monitoreo de calidad de aguas 33
3.1.1 Parámetros in-situ 33
3.1.2 Parámetros físico-químicos 36
3.1.3 Nutrientes 39
3.1.4 Metales disueltos 42
3.1.5 Macroelementos 46
3.1.6 Otros parámetros 51
3.2 Resultados del monitoreo atmosférico 51
3.3 Resultados del monitoreo de conductividad y temperatura de aguas superficiales 54

Folio012522

3.4 Resultados del monitoreo de nivel y temperatura de las aguas subterráneas 55
3.5 Resumen de resultados del monitoreo de nivel, conductividad y temperaturas por sectores de estudio 59
3.6 Resultados del monitoreo de flora y vegetación azonal 65
3.6.1 Sector 1: Salar de Maricunga 65
3.6.2 Sector 2: Río Lamas 66
3.6.3 Sector 3: Vega Pantanillo 68
3.7 Resultados del monitoreo de la componente terrestre 69
3.7.1 Caracterización de variables hídricas-salinas del suelo 69
3.7.2 Caracterización de suelos 70
3.8 Resultados del monitoreo de variables ecofisiológicas en plantas 72
3.8.1 Fotosíntesis (A), Conductancia (g_s) y Transpiración (E). 72
3.8.2 Conductancia Estomática (g_s) 74
3.8.3 Discusión sobre la medición de variables ecofisiológicas en plantas 75
4 DESARROLLO DE ACTIVIDADES DE CAPACITACIÓN 78
5 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES 82
5.1 Implementación de la red de monitoreo continuo 82
5.2 Monitoreo de parámetros físicos atmosféricos y de aguas 83
5.3 Calidad de Aguas 84
5.4 Flora y Vegetación 84
5.5 Suelos 85
5.6 Eco-fisiología 86
5.7 Síntesis y recomendaciones para trabajos futuros 87
6 REFERENCIAS 89
ANEXOS 92
ANEXO A: Base de datos del monitoreo de vegetación (Anexo Digital) 93
ANEXO B: Base de datos de la caracterización de suelos (Anexo Digital) 94
ANEXO C: Base de datos de la medición de conductancia estomática – Porómetros (Anexo Digital) 95
ANEXO D: Base de datos de mediciones de sensores de conductividad HOBO (Anexo Digital) 96
ANEXO E: Base de datos de mediciones de sensores de presión HOBO (Anexo Digital) 97
ANEXO F: Calidad de Aguas - Tablas de Datos 98

Folio012523

1 INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al Informe Final del estudio titulado "**Implementación del plan de seguimiento y monitoreo ambiental de los humedales del Parque Nacional Nevado Tres Cruces, sitio Ramsar, incluyendo los sitios prioritarios**, **como sistema de alerta temprana en un espacio natural frágil**", encargado por el Ministerio del Medio Ambiente del Gobierno de Chile al Centro de Ecología Aplicada Ltda.

Junto con el desarrollo de la implementación y los análisis del estudio, fueron desarrolladas actividades de capacitación en temas ligados al estudio de humedales. Es por ello que en los Anexos Digitales de este informe se incorporan toda la información ligada a las capacitaciones, que a su vez se encuentra a disposición del cliente a través de una web dedicada a ello.

1.1 Zona de estudio

La zona de estudio corresponde al Parque Nacional Nevado de Tres Cruces y Sitio Ramsar en las cuencas hidrográficas del Salar de Maricunga y Laguna del Negro Francisco, mostrado en la Figura 1.1.

El Parque Nacional Nevado de Tres Cruces se ubica a 200 km al este de la ciudad de Copiapó, en la Región de Atacama. Este parque se divide en 2 áreas, la primera corresponde a la zona norte (Sector 1 según plan de manejo CONAF, 1997) y pertenece a la comuna de Copiapó; la segunda se encuentra al sur quedando casi completamente en la división administrativa de la comuna de Tierra Amarilla (Sector 2). Al Sector 1 del parque pertenece la laguna Santa Rosa, la cual se encuentra en el extremo sur del Salar de Maricunga, y la cual cuenta con una superficie de 46.944,37 hectáreas y una altura media de 3.700 m.s.n.m. Al Sector 2 del parque pertenece el sector de la Laguna del Negro Francisco y la desembocadura del río Astaburuaga, abarcando 12.137,50 hectáreas (CONAF, 1997) y cuenta con una altura media de 4.100 m.s.n.m. Cabe señalar que aun cuando exista una definición previas de sectores, en el estudio se considera la delimitación de 3 sectores de monitoreo, y que corresponden a las zonas de humedales en estudio. Estas definiciones corresponden a: S1 - Salar de Maricunga, S2 - Río Lamas, y S3 - Vega Pantanillo y el río Astaburuaga (S3) (mostrados en Figura 1.1).

Folio012524

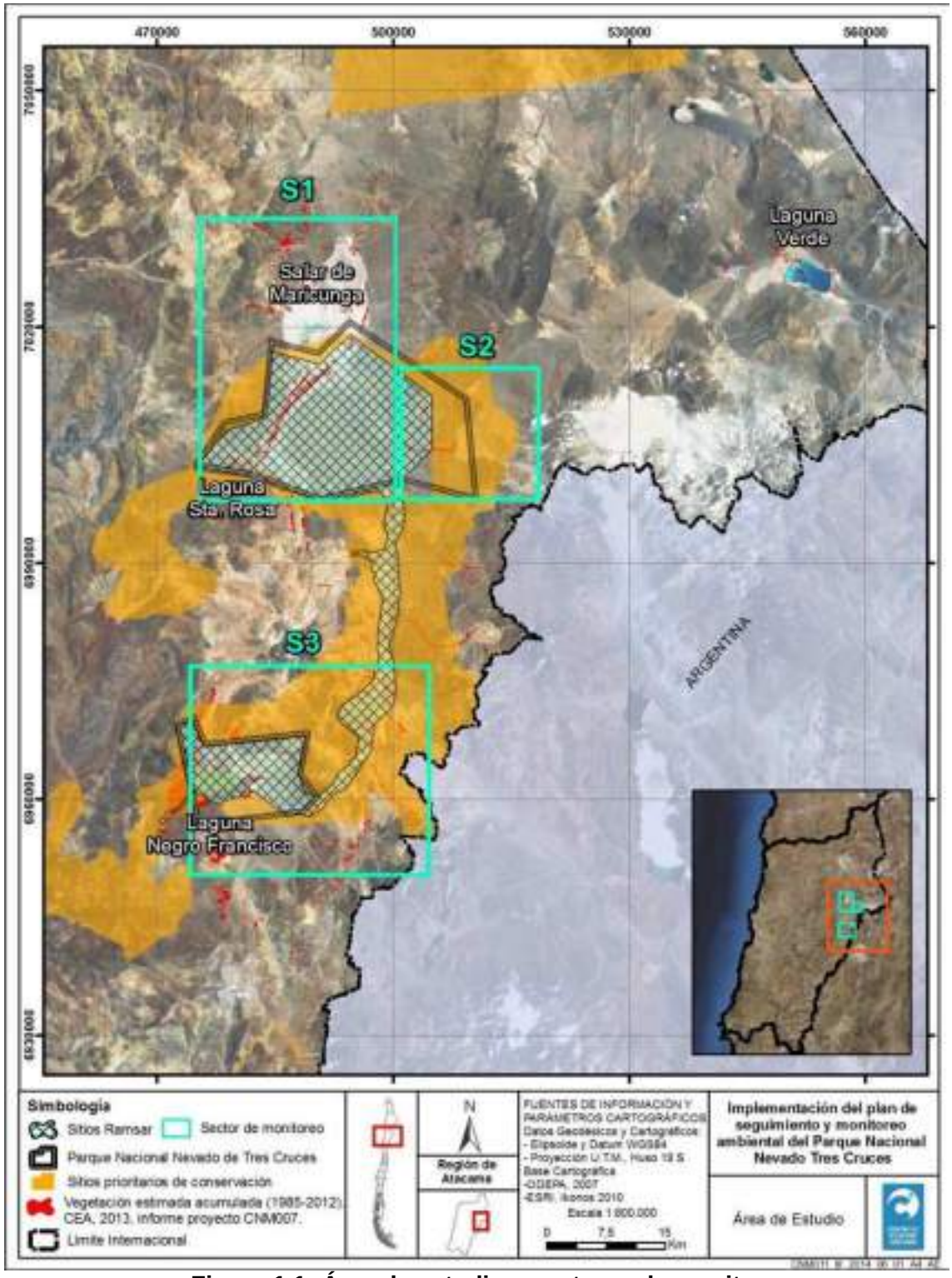


Figura 1.1: Área de estudio y sectores de monitoreo.

Folio012525

1.2 Objetivos del proyecto

A continuación se detallan los objetivos del presente estudio.

1.2.1 Objetivo general

Implementar el plan de seguimiento y monitoreo ambiental, como sistema de alerta temprana, para los humedales del Parque Nacional Nevado de Tres Cruces y Sitio Ramsar, incluyendo los Sitios Prioritarios en el contexto de las Cuencas de Maricunga y Negro Francisco.

1.2.2 Objetivos específicos

a) Implementar el plan de seguimiento y monitoreo ambiental de los humedales del Parque Nacional Nevado de Tres Cruces y Sitio Ramsar, definido previamente en los estudios efectuados por el MMA (2012-2013).
b) Caracterización sitio específico con toma de muestras y registro de información de los humedales comprendidos en el plan de seguimiento y monitoreo ambiental.
c) Determinar umbrales o rangos de cambio máximo para las variables a monitorear definidas en el plan, para los puntos de monitoreo localizados en áreas sensibles, que sirvan como alerta temprana respecto de variaciones en los humedales.
d) Integrar la información obtenida en terreno en una plataforma simplificada para el análisis e interpretación de datos, que permita analizar si los datos y registros se encuentran dentro de los umbrales establecidos.
e) Realizar talleres con los funcionarios públicos de servicios que conforman el Comité Regional de Biodiversidad para transferir información técnica aplicable sobre toma de datos (procedimiento y manejo instrumental), procesamiento de datos e interpretación de resultados, etc.
f) Realizar dos actividades formales, de presentación del proyecto y la presentación de los resultados finales de todos los objetivos del mismo.

Folio012526

1.3 Programa de trabajo

1.3.1 Descripción de actividades

Para cumplir con los objetivos planteados en la sección anterior, el trabajo se divide en 4 actividades principales.

1. ***Planificación terrenos:*** esta actividad se relaciona con el primer objetivo específico. Esto incluye la identificación de los secotres de monitoreo, parámetros a levantar, planificación de las actividades de terreno, adquisición de equipos y solicitud de permisos para ejecutar las actividades.

2. ***Ejecución terrenos:*** esta actividad se relaciona con el segundo objetivo específico, en donde se implementa un monitoreo continuo que permite caracterizar los forzantes ambientales de los humedales y de los sistemas de vegetación zonal con alta resolución temporal. Estos forzantes ambientales están dados por las condiciones atmosféricas; la humedad del suelo y el nivel del agua subterránea; la temperatura y salinidad de los cuerpos de agua superficial. También, se levanta información específica en terreno, relacionada con la calidad de aguas de los cuerpos de agua superficiales; como también caracterización de la vegetación, en cuanto a superficie, abundancia y participación porcentual de las especies dominantes y co-dominantes en la formación vegetal; caracterización de variables hídricas del sitio (contenido de humedad-salinidad del suelo, profundidad del agua subterránea, etc.) en los sistemas vegetacionales; caracterización de variables fisiológicas (fotosíntesis, transpiración, conductancia estomática y eficiencia en uso de agua) como herramientas para implementar la detección temprana de desviaciones en el funcionamiento de los humedales.

3. ***Análisis de la información levantada:*** esta actividad se relaciona con el tercer y cuarto objetivo específico. Esto es, analizar la información levantada en terreno y comparar esta información con los registros históricos. Entregar un diagnóstico del estado ecológico actual de los sistemas estudiados, y dar recomendaciones respecto a la continuidad del monitoreo implementado.

4. ***Difusión y capacitación:*** esta actividad se relaciona con el quinto y sexto objetivo específico, para lo que se contempla un taller de capacitación y una presentación de resultados. El taller de capacitación está orientado a los funcionarios públicos, y busca capacitar desde el punto de vista teórico y práctico sobre los temas más relevantes del monitoreo, asociados al balance hídrico sobre los sistemas de humedales, y los umbrales de habitabilidad de los sistemas de vegas y bofedales identificados en los sectores de estudio.

Folio012527

1.3.2 Plan de actividades

En la Tabla 1.1 se detalla el plan de actividades asociado a las 4 actividades principales antes indicadas. Cabe señalar que la Carta Gantt del estudio, ha sufrido modificaciones debido al surgimiento de diversas complicaciones e imprevistos durante el desarrollo del mismo. En particular, se generó una gran demora en la autorización de instalación de la estación meteorológica comprometida en el estudio, que a su vez repercutiría en el rescate de información de terreno y en el desarrollo de las actividades de capacitación. Debido a los retrasos, el consultor tomó conocimiento de la autorización de la instalación de la estación meteorológica el día 7 de Octubre de 2014, a través de la Resolución Exenta N°4961 del 24 de Septiembre de 2014, de la Gobernación Provincial de Copiapó.

Tabla 1.1: Carta Gantt del estudio.

Mes	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
Fecha	**dic.-13**	**ene.-14**	**feb.-14**	**mar.-14**	**abr.-14**	**may.-14**	**jun.-14**	**jul.-14**
1. Planificación terreno								
1.1 Revisión de antecedentes								
1.2 Diseño de muestreo								
1.3 Adquisición de equipos								
1.4 Solicitud de permisos								
2. Ejecución terrenos								
2.1 Ejecución terreno 1								
2.1 Ejecución terreno 2								
3. Análisis de la información levantada								
3.1 Análisis de laboratorio								
3.2 Análisis calidad de aguas								
3.3 Análisis área terrestre								
3.4 Informes								
4. Difusión y capacitación								
4.1 Un taller de capacitación								
4.2 Una presentación final								

1.3.3 Fechas de entrega informes

Considerando las modificaciones realizadas a la calendarización de las actividades del estudio, y de cómo ellas repercutieron en la elaboración de los informes de avances del estudio, a continuación se presentan las fechas de entregas de informes contempladas junto con los alcances definidos para cada uno de ellos. Cabe señalar que debido a los retrasos asociados a la generación de los permisos antes indicados, se ha realizado una extensión/modificación del contrato, por lo que las nuevas fechas de entregas cumplen con las bases del contrato.

Folio012528

Tabla 1.2: Fechas de entrega informes de avance y contenido según TDR.

Informe	Fecha	Contenido mínimo según TDR
Informe de avance Nº1	27/12/14	Deberá incluir los resultados de la primera campaña de terreno donde se establezcan la georeferenciación de los puntos de monitoreo (marcados en terreno), la verificación de terreno de los puntos de extracción efectivos, versus los informados por los proyectos y la DGA, el análisis detallado de las variables que permitirán dar seguimiento a las áreas sensibles; y parte del objetivo específico f), y que corresponde a la realización y sistematización de ideas y acuerdos de la primera reunión de presentación del estudio. Fecha de entrega 45 días corridos desde fecha inicio de contrato.
Informe de avance Nº2	31/01/14	Deberá incluir los avances del objetivo específico b). Presentación de la caracterización sitio específico y ejecución de la primera campaña de registro de datos en terreno al finalizar la estación de primavera; avances en el objetivo específico c) en lo que respecta a la presentación de una propuesta de umbrales en base a análisis teóricos y cumplimiento del objetivo específico e), correspondiente a los talles con servicios públicos. Toda la información debe corresponderse con lo indicado en las bases técnicas. Fecha de entrega 90 días corridos desde fecha inicio de contrato.
Informe de avance Nº3	12/11/14	Deberá incluir lo avanzado en el segundo informe de avance, más la propuesta final del objetivo específico c), que consiste en la definición de umbrales, donde conjugue la información teórica con la obtenida en terreno; avances en el objetivo específico d) donde se incorpore a la plataforma digital del MMA la primera serie de datos obtenida en terreno en la campaña. Toda la información debe corresponderse con lo indicado en Bases Técnicas. Fecha de entrega 150 días corridos desde fecha inicio de contrato.
Informe final	02/12/14	El informe deberá incluir la finiquitación del objetivo específico b) que corresponde a la segunda campaña de registro de datos en terreno. Finiquitación del objetivo específico d) donde se hayan ingresado a la plataforma digital del MMA la segunda serie de datos obtenida en terreno en la campaña de verano. Deberá incluir en detalle el cumplimiento de todos los objetivos específicos y productos esperados indicados en bases técnicas. Fecha de entrega 195 días corridos desde fecha inicio de contrato.

Folio012529

1.4 Organización del presente informe

Este informe corresponde al informe final del estudio, por lo que se entregarán todos los antecedentes e información levantada durante el estudio, junto con los resultados del estudio. Además, se incluye toda la información asociada a la capacitación realizada al personal involucrado en el uso y mantención de la red de monitoreo; como también las presentaciones realizadas como actividad de difusión final. Con ello, se da cumplimiento a cada uno de los objetivos del estudio.

El presente informe se organiza de la siguiente forma. La Sección 2 presenta las metodologías utilizadas en los monitoreos, junto con la planificación y ejecución de los monitoreos desarrollados en terreno. En la Sección 3 se presentan los resúmenes y el análisis de la información levantada en terreno, por medio de campañas de terreno y de aquella obtenida mediante los monitoreos continuos de la red implementada. En la Sección 4 se entrega información sobre las actividades de capacitación y de difusión final, ambas correspondientes a actividades formales del estudio. Finalmente, en la Sección 5 se presentan las discusiones, conclusiones y recomendaciones, para cada una de las diferentes componentes del estudio.

Folio012530

METODOLOGÍAS Y MONITOREO

Folio012531

2 METODOLOGÍAS Y MONITOREO

La obtención de información en terreno fue focalizada en los humedales identificados en un estudio previo, desarrollado por CEA Ltda. Para el Ministerio del Medio Ambiente (MMA, 2012-2013). Estos sectores se consideran como representativos y de alta importancia al interior del Parque Nacional Nevado de Tres Cruces y sitio RAMSAR; ellos corresponden a: zona Sur del Salar de Maricunga y Laguna Santa Rosa, Río Lamas y el sistema conformado por vega Pantanillo y el Río Astaburuaga. De la misma forma, las bases de las metodologías de monitoreo y el diseño de la red a implementar, se encuentra previamente definidos, por lo que a continuación se realiza una profundización respecto de las técnicas de monitoreo y levantamiento de información.

2.1 Caracterización de sectores de monitoreo y campañas de terreno

En base a la priorización de los puntos de monitoreo establecidos en el estudio anterior (MMA, 2012-2013), fueron definidos 3 sectores de monitoreo a lo largo del área de estudio, los cuales corresponden a un total de 5 puntos de monitoreo. Estos sectores se identifican y resumen en la Tabla 2.1. El mapa del Sector 1, el que abarcar casi la totalidad del Salar de Maricunga, se presenta en la Figura 2.1. Este sector se presenta mucho más amplio que el resto de los sectores, debido principalmente a que es incluido el sector de instalación de la estación meteorológica. El Sector 2 está asociado al río Lamas y se presenta en la Figura 2.2. Finalmente, el Sector 3 comprende la zona desarrollada entre la vega Pantanillo y el río Astaburuaga, mostrada en la Figura 2.3.

Tabla 2.1. Detalle de los sectores de monitoreo. Se indica la coordenada del punto central del sector.

Sector de monitoreo	Código estación	Norte WGS84	Este WGS84	Ubicación
S1	S1_M1	7031223	495452	Salar de Maricunga Norte
S1	S1_ST1	7009332	486647	Sur del Salar de Maricunga – Laguna Santa Rosa
S1	S1_ST2	7004284	482944	Laguna Santa Rosa
S2	S2_RL1	7004245	504598	Río Lamas
S3	S3_PA1	6964214	495995	Entre vega Pantanillo y río Astaburuaga

En todos los sectores antes indicados, se implementó de forma conjunta un monitoreo continuo, el cual permite caracterizar las forzantes ambientales de los humedales y de los sistemas con vegetacionales azonal, utilizando una alta resolución temporal en la captura de información (muestreo de alta resolución). Estos forzantes ambientales están dados por: las condiciones atmosféricas; la humedad del suelo y el nivel del agua subterránea; y la temperatura y salinidad de los cuerpos de agua superficial. Además, se levantó información específica en terreno, con el objeto de caracterizar la calidad de las aguas de los sectores e identificar la distribución y abundancia de la flora, tanto acuática como terrestre. Con ello se busca identificar los elementos biológicos que pueden ser sensibles, y en el futuro poder determinar la funcionalidad de ellos respecto de las forzantes abióticas.

Folio012532

Para levantar información específica de terreno, se realizó una campaña de terreno. Ella consideró la realización de una amplia campaña de monitoreo y caracterización de la calidad de aguas y vegetación en los sectores antes indicados. Esta campaña fue realizada durante la semana del 21 al 25 de Abril de 2014. Los resultados obtenidos se entregarán en secciones posteriores. Junto con el monitoreo se realizó la instalación y habilitación de la red de monitoreo continuo de calidad de aguas y de nivel freático, basada en sensores autónomos de registro continuo (sensores HOBO), la que serán descrita más adelante.

Por otra parte, se realizó una segunda campaña de terreno durante la semana del 27 al 30 de Octubre de 2014, y en la cual se realizó la instalación y habilitación de la estación meteorológica como parte de la red de monitoreo. En esta campaña también se realizó el rescate de la información adquirida por la red de monitoreo instalada durante la primera campaña, y se desarrolló el taller de capacitación en el uso y manejo de los sensores de la red. La información rescatada de los sensores es presentada y discutida en secciones posteriores, junto con su inclusión en forma de bases de datos en los Anexos Digitales de este informe. Cabe señalar que el análisis de esa información, en términos de su interpretación y comparación respecto de los rangos de valores esperados para las diferentes variables, se incluye en la sección de análisis de información de este informe.

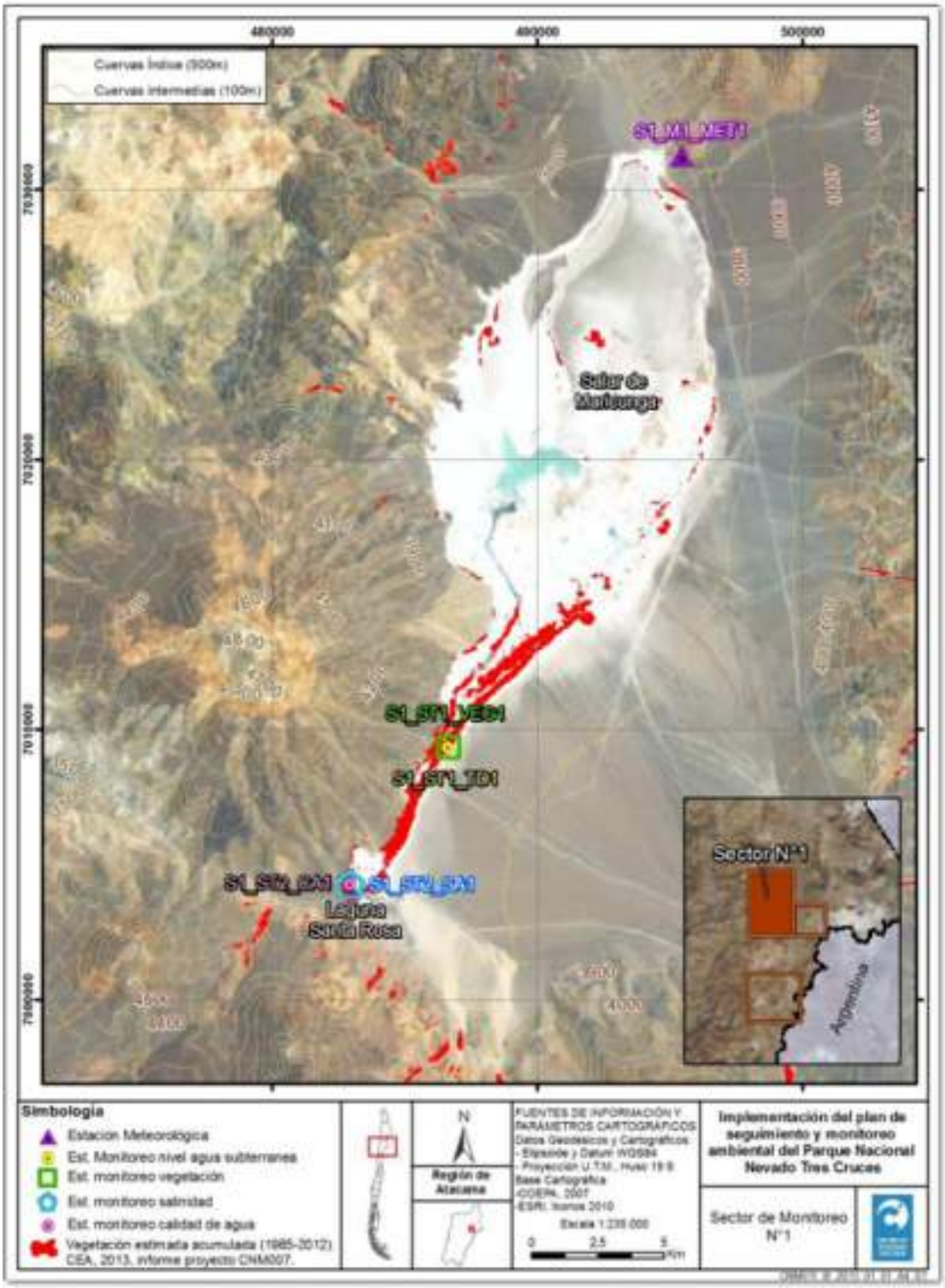


Figura 2.1: Sector 1 de monitoreo, S1 - Salar de Maricunga.

Folio012534

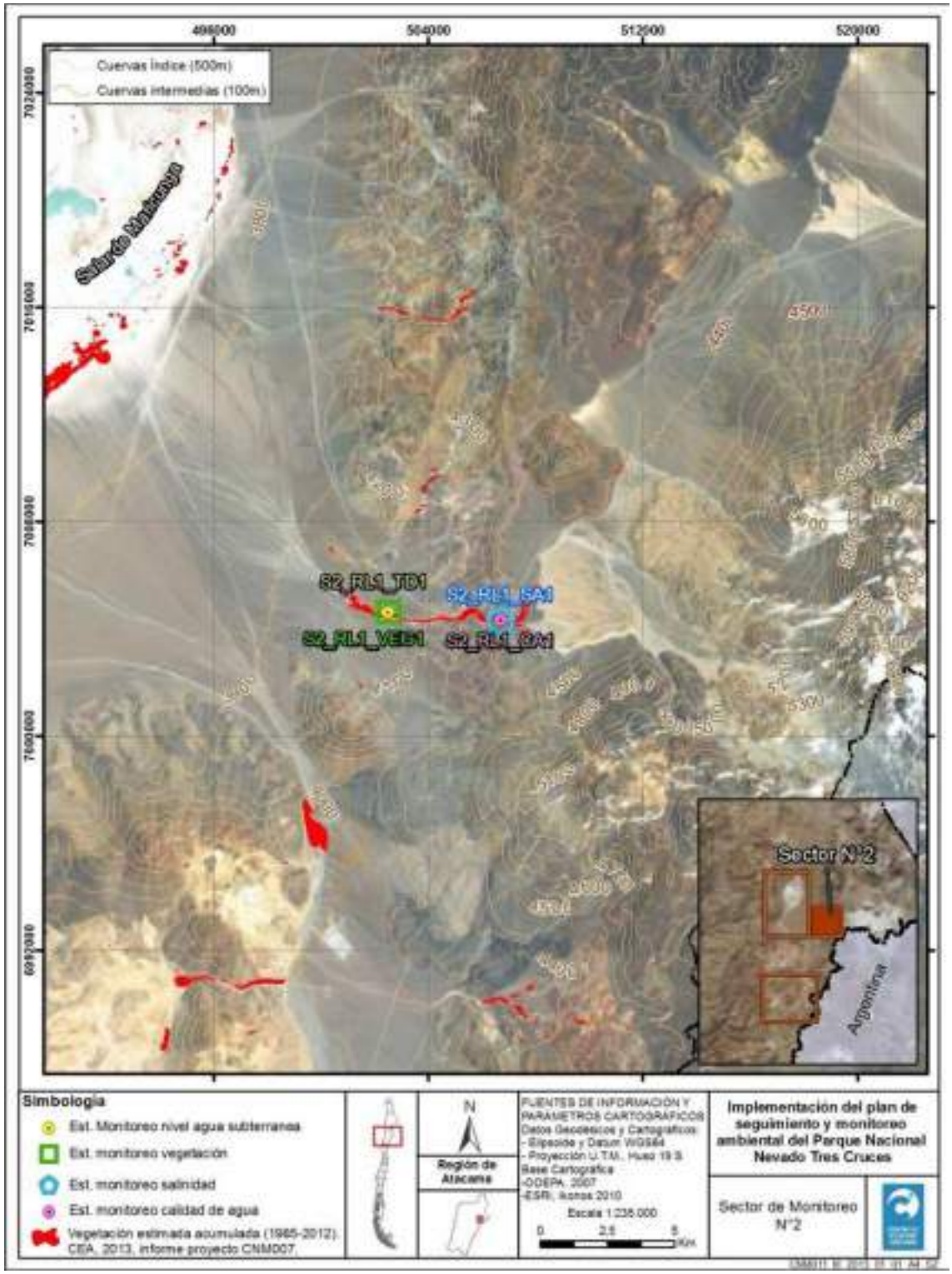


Figura 2.2: Sector 2 de monitoreo. S2 - Río Lamas.

Folio012535

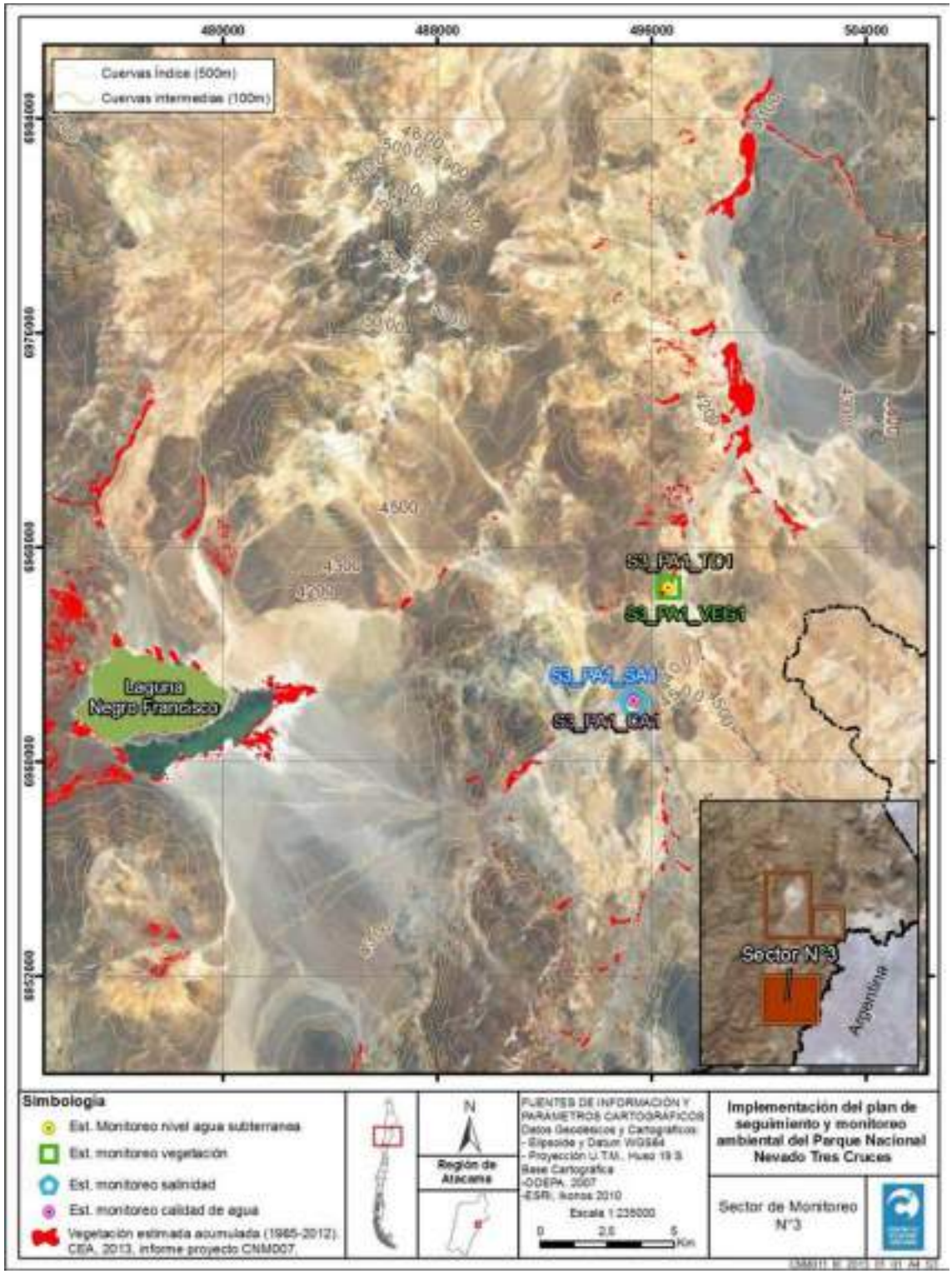


Figura 2.3. Sector 3 de monitoreo. S3 - Vega Pantanillo y río Astaburuaga.

A continuación, en la Tabla 2.2 y Tabla 2.3, se muestran las actividades realizadas en cada una de las campañas.

Folio012536

Tabla 2.2: Plan de trabajo realizado en campaña de Terreno N°1, entre el 22 y 24 de Abril de 2014.

Fecha	Hora	Actividad	Sector	Puntos de monitoreo	Este (m) WGS84	Norte (m) WGS84
Día 1 22-04-2014	**5:00 a 9:00**	Traslado desde Copiapó a Sector 3	Sector 3: Vega Pantanillo / Rio Astaburuaga	S3_PA1_VEG1, S3_PA1_SUE1 S3_PA1_SUE2 S3_PA1_TD1, S3_PA1_SA1, S3_PA1_CA1	496607,2 496607,2 496607,2 496607,2 495319,0 495319,0	6966490,5 6966490,5 6966490,5 6966490,5 6962262,0 6962262,0
Día 1 22-04-2014	**9:00 a 13:00**	1. Grupo de vegetación: Caracterización de variables eco fisiológicas en plantas y caracterización de flora y vegetación 2. Grupo sensores: instalación de sensores HOBO U24 para la medición de salinidad y temperatura en aguas superficiales e instalación del sensor HOBO U20, para monitoreo de agua subterránea. 3. Grupo calidad de agua y suelo: toma de muestras y análisis in-situ de calidad de agua y toma de muestra para calidad de suelo.	Sector 3: Vega Pantanillo / Rio Astaburuaga	S3_PA1_VEG1, S3_PA1_SUE1 S3_PA1_SUE2 S3_PA1_TD1, S3_PA1_SA1, S3_PA1_CA1	496607,2 496607,2 496607,2 496607,2 495319,0 495319,0	6966490,5 6966490,5 6966490,5 6966490,5 6962262,0 6962262,0
Día 2 23-04-2014	**6:00 a 9:00**	Traslado desde Copiapó a Sector 2	Sector 2: Río Lamas	S2_RL1_TD1, S2_RL1_VEG1, S2_RL1_SUE1 S2_RL1_SUE2 S2_RL1_SA1, S2_RL1_CA1	502484,2 502484,2 502484,2 502484,2 506693,0 506693,0	7004602,9 7004602,9 7004602,9 7004602,9 7004322,0 7004322,0
Día 2 23-04-2014	**9:00 a 13:00**	1. Grupo de vegetación: Caracterización de variables eco fisiológicas en plantas y caracterización de flora y vegetación 2. Grupo sensores: instalación de sensores HOBO U24 para la medición de salinidad y temperatura en aguas superficiales e instalación del sensor HOBO U20, para monitoreo de agua subterránea. 3. Grupo calidad de agua y suelo: toma de muestras y análisis in-situ de calidad de agua y toma de muestra para calidad de suelo.	Sector 2: Río Lamas	S2_RL1_TD1, S2_RL1_VEG1, S2_RL1_SA1	502484,2 502484,2 506693,0	7004602,9 7004602,9 7004322,0

Fecha	Hora	Actividad	Sector	Puntos de monitoreo	Este (m) WGS84	Norte (m) WGS84
Día 3 24-04-2014	**7:00 a 9:00**	Traslado desde Copiapó a Sector 1	Sur al salar Maricunga / Santa Rosa			
Día 3 24-04-2014	**9:00 a 13:00**	1. Grupo de vegetación: Caracterización de variables eco fisiológicas en plantas y caracterización de flora y vegetación 2. Grupo sensores: instalación de sensores HOBO U24 para la medición de salinidad y temperatura en aguas superficiales e instalación del sensor HOBO U20, para monitoreo de agua subterránea. 3. Grupo calidad de agua y suelo: toma de muestras y análisis in-situ de calidad de agua y toma de muestra para calidad de suelo.	Sur al Salar Maricunga / Santa Rosa	S1_ST1_TD1, S1_ST1_VEG1, S1_ST1_SUE1, S1_ST1_SUE2 S1_ST2_SA1, S1_ST2_CA1	486647,1 486647,1 486647,1 486647,1 482943,9 482943,9	7009331,9 7004602,9 7004602,9 7004602,9 7004283,7 7004283,7

Folio012538

Tabla 2.3: Plan de trabajo realizado en campaña de Terreno N°2, entre el 27 y 30 de Octubre de 2014.

Fecha	Hora	Actividad	Sector	Puntos de monitoreo	Este (m) WGS84	Norte (m) WGS84
Día 1 27-10-2014	**10:30 a 14:30**	Traslado desde Copiapó a Sector 2	Sector 2: Río Lamas			
Día 1 27-10-2014	**15:00 a 18:00**	Rescate de información desde los sensores HOBO (modelos U20 y U24) instalados en el Sector 2.	Sector 2: Río Lamas	S2_RL1_TD1, S2_RL1_ATM1, S2_RL1_SA1	502484,2 502484,2 506693,0	7004602,9 7004602,9 7004322,0
Día 2 28-10-2014	**12:00 a 13:30**	Revisión de componentes de la estación meteorológica en oficinas del MMA.	Copiapó			
Día 2 28-10-2014	**14:30 a 17:30**	Realización de taller de capacitación en: “Bases del monitoreo meteorológico y de vegetación. Uso y manejos de los sensores de la red de monitoreo”. Oficinas del MMA.	Copiapó			
Día 3 29-10-2014	**07:00 a 10:00**	Traslado desde Copiapó a Complejo Fronterizo Paso San Francisco para instalación de estación meteorológica.	Complejo Fronterizo Paso San Francisco	S1_M1_MET1	495391,0	7031246,0
Día 3 29-10-2014	**07:00 a 10:00**	Traslado desde Copiapó a Complejo Fronterizo Paso San Francisco para instalación de estación meteorológica.	Complejo Fronterizo Paso San Francisco	S1_M1_MET1	495391,0	7031246,0
Día 3 29-10-2014	**10:00 a 18:00**	Instalación y habilitación de estación meteorológica.	Complejo Fronterizo Paso San Francisco	S1_M1_MET1	495391,0	7031246,0
		Rescate de información desde los sensores HOBO (modelos U20 y U24) instalados en el Sector 3.	Sector 3: Vega Pantanillo / Rio Astaburuaga	S3_PA1_TD1, S3_PA1_ATM1, S3_PA1_SA1	496607,2 496607,2 495319,0	6966490,5 6966490,5 6962262,0
Día 4 30-10-2014	**07:00 a 10:00**	Traslado desde Copiapó a Complejo Fronterizo Paso San Francisco para capacitación práctica en el uso de estación meteorológica.	Complejo Fronterizo Paso San Francisco	S1_M1_MET1	495391,0	7031246,0

Fecha	Hora	Actividad	Sector	Puntos de monitoreo	Este (m) WGS84	Norte (m) WGS84
Día 4 30-10-2014	**10:00 a 11:00**	Traslado desde Complejo Fronterizo Paso San Francisco hacia Sector 1.	S1: Sur del Salar Maricunga y Laguna Santa Rosa			
Día 4 30-10-2014	**11:30 a 14:00**	Rescate de información desde los sensores HOBO de nivel freático instalados en el Sector 1: Sur del Salar de Maricunga. / Capacitación en monitoreo de vegetación.	S1: Sur del Salar Maricunga y Laguna Santa Rosa	S1_ST1_TD1, S1_ST1_ATM1	486647,1 486647,1	7009331,9 7009331,9
Día 4 30-10-2014	**14:00 a 14:30**	Rescate de información desde los sensores HOBO de salinidad (calidad de aguas) instalados en el Sector 1: Laguna Santa Rosa.	S1: Sur del Salar Maricunga y Laguna Santa Rosa	S1_ST2_SA1	482943,9	7004283,7

Folio012540

A continuación, se entrega una caracterización de los monitoreos de las variables físico-químicas realizados en las campañas de terreno y de aquellos implementados como parte de la red de monitoreo del estudio. En particular, se detallan los diferentes métodos considerados, describiéndose cada una de las componentes y/o sensores incluidos en la red.

2.2 Monitoreo atmosférico

Para realizar el monitoreo y registro continuo de la variables meteorológicas de la zona cercana al Complejo Fronterizo Paso San Francisco, se adquiere, configura e instala una estación meteorológica en las coordenadas 495391 m Este y 7031246 m Norte (Complejo Paso Fronterizo San Francisco). La instalación de la estación meteorológica fue autorizada mediante la Resolución Exenta N°4961 de la Gobernación de la Provincia de Copiapó, del 24 de Septiembre de 2014.

La estación meteorológica está diseñada para realizar la transferencia satelital de los datos adquiridos, siendo almacenadas en un FTP dedicado. Los sensores de la estación realizan un muestreo automática cada 30 segundos, y almacena los datos como promedios cada 5 minutos. El almacenamiento y procesamiento inicial de los datos es realizado mediante el Datalogger CR1000 (Campbell Sci). La alimentación eléctrica es realizada por un sistema de carga solar y el correspondiente almacenamiento de energía en baterías locales. En la Tabla 2.4 se presentan los detalles de la instrumentación y partes incluidas en la estación.

Tabla 2.4: Instrumentación estación meteorológica automática.

Equipo	Modelo	Marca
Datalogger	CR1000	Campbell Scientific
Presión atmosférica	Setra 278 Barometer (600-1100hPa)	Campbell Scientific
T° y RH	HMP60-L11	Campbell Scientific
T° y RH accesories: RM Young 6-Plate Gill Solar Radiation Shield	41303-5A	RM Young
Anemómetro y veleta	Alpine Wind Monitor 05103-45	RM Young
Right Angle Mounting Kit (attaches one sensor to crossarm)	CM220	Campbell Scientific
NU-Rail Crossover Fitting	17953	Campbell Scientific
Sensor Mounting Kit	CM216	Campbell Scientific
Rain Meter	TE525WS-L	Campbell Scientific
Rain Meter adapter for snowfall	CS705	Campbell Scientific
Mounting pole for Rain meter	CM300	Campbell Scientific
Short Leg Kit	----	Campbell Scientific
Ethernet adapter and memory expander	NL115	Campbell Scientific
Pyranometer	Li 200X	Li-Cor
Pyranometer accesories. LI-COR Leveling Base (requires CM225)	LI2003S	Li-Cor
Pyranometer accesories. Solar Sensor	CM225	Campbell Scientific

Folio012541

Equipo	Modelo	Marca
Mounting Stand		
Rod Insertation Guide Tool	CS650G	Campbell Scientific
Solar Panel	SP20	Campbell Scientific
Power Source	12V PS100	Campbell Scientific
Enclosure	ENC14/16	Campbell Scientific
Mástil y trípode de soporte	Elaboración CEA	Elaboración CEA

2.3 Monitoreo de conductividad y temperatura de aguas superficiales

Para el monitoreo de la conductividad y temperatura de los cuerpos de agua superficiales, se instalaron 3 sensores, uno en cada sector en estudio, HOBO U24 para el registro de la conductividad y temperatura. Estos sensores fueron programados para almacenar datos de forma continua y a intervalos de 30 minutos. Las coordenadas y características de los sectores donde se ubican los sensores se entregan en la Tabla 2.5.

Tabla 2.5: Coordenadas y características de los puntos de instalación sensores de conductividad y temperatura en los cuerpos de agua superficial.

Punto	Número de serie sensor	Norte WGS84	Este WGS84	Observaciones
S1_ST2_SA1	10457565	7004323	0482735	En la laguna Santa Rosa, a una profundidad de 20 cm aproximadamente.
S2_RL1_SA1	10457566	7004500	0506764	En río Lamas, inmediatamente arriba del canal de la estación fluviométrica de la DGA, a una profundidad de 40 cm.
S3_PA1_SA1	10475967	6961991	0495348	En río Astaburuaga, inmediatamente arriba del canal de la estación fluviométrica de la DGA.

De los sensores que fueron instalados, el correspondiente al sector de Río Lamas (***S2_RL1_SA1***) no fue encontrado en su posición durante la campaña de Terreno N°2, lo cual puede deberse a la pérdida del sensor durante un evento de crecida del río, durante la cual todo el sistema de sujeción y sensor haya sido arrastrado por la corriente. Otra posible causa es el posible hurto del sensor. Por lo anterior, no será posible incluir información ni análisis de la conductividad ese punto de monitoreo (S2_RL1_SA1).

Los datos obtenidos de las descarga de los sensores se muestran en la Sección 3. Además, los datos son entregados en bases de datos incluidas en los Anexos Digitales del informe.

Folio012542

2.4 Monitoreo del nivel y temperatura de las aguas subterráneas

Para el monitoreo del nivel de agua subterránea, se instalaron 6 sensores HOBO U20 de registro de presión y temperatura. De ellos, 3 fueron instalados al interior de pozos de observación ("punteras") y 3 fuera de los mismos. Estos últimos permiten realiza la medición de la presión atmosférica local. Los sensores fueron programados para almacenar datos de forma continua a intervalos de 30 minutos. Los pozos se ubican en zonas cercanas a los sistemas vegetacionales, y los detalles de su ubicación y profundidades de instalación, se indican en la Tabla 2.6.

Tabla 2.6: Coordenadas de los puntos de instalación sensores de presión en los pozos de observación para el monitoreo del agua subterránea.

Código	Número de serie sensor	Norte WGS84	Este WGS84	Observaciones Instalación 22 al 24 de abril 2014
S1_ST1_TD1	10473521	7009219	486733	Profundidad del pozo: 176 cm. Profundidad del nivel de agua: 43 cm
S1_ST1_ATM1	10473529	7009219	486733	Presión atmosférica.
S2_RL1_TD1	10473525	7004610	502483	Profundidad puntera: 74cm Nivel agua: 27cm
S2_RL1_ATM1	10473526	7004610	502483	Presión atmosférica.
S3_PA1_TD1	10473535	6966508	496592	Profundidad del pozo: 150 cm. Profundidad del nivel de agua bajo la profundidad máxima puntera.
S3_PA1_ATM1	10473527	6966508	496592	Presión atmosférica.

Los datos rescatados desde los sensores se entregan en la Sección 3. La bases de datos asociada se incluyen en los Anexos Digitales del informe.

2.5 Monitoreo de calidad de aguas

Para el análisis de calidad de aguas se utilizó como guía indicativa el documento "Guía para la conservación de Seguimiento Ambiental de Humedales Andinos" (MMA, 2011). La toma de muestras y preservación de los parámetros de calidad de agua, se realizó de acuerdo al procedimiento general de muestreo PGL-13 del Laboratorio SEASA, el cual está basado en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21st Edition (2005) y las Normas Chilenas NCh411/1.Of96, NCh411/2.Of96, NCh411/3.Of96, NCh411/4.Of97 y NCh411/6.Of98.

En cada sector se definió un punto de muestreo, cuyas coordenadas y ubicación se presentan en la Tabla 2.7.

Folio012543

Tabla 2.7: Coordenadas de los puntos de muestreo de calidad de aguas.

Código	Norte WGS84	Este WGS84	Descripción
S1_ST2_CA1	**7004325**	**482735**	**Laguna Santa Rosa**
S2_RL_CA1	**7004500**	**506764**	**Río Lamas**
S3_PA1_CA1	**6961991**	**495348**	**Vega Pantanillo**

Los análisis asociados a la información de calidad de aguas levantada en terreno, se entregan en la Sección 3 de este informe.

2.5.1 Análisis de las muestras de calidad de aguas

El análisis de las muestras se realizó en el Laboratorio CEA, acreditado en el sistema Nacional de Acreditación del Instituto Nacional de normalización, INN, bajo la norma ISO NCh.17025 en el área físico-química para aguas, según certificado LE677. Las metodologías de análisis para cada uno de los parámetros, se detallan en la Tabla 2.8.

Tabla 2.8: Metodología de análisis de los parámetros de calidad de agua.

Parámetro	Unidad	Método
Alcalinidad	mgCaCO3/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Edition, 2005. Método 2320 B.
Amonio	µg/L	Test de N-NH4, Spectroquant. Nova 60, Merck.
Arsénico disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 21st Edition, 2005. Método 3120 B.
Bicarbonato	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 21st Edition, 2005. Método 2320 B
Boro disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 21st Edition, 2005. Método 3120 B.
Cadmio disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 21st Edition, 2005. Método 3120 B. Para sistemas de salares se utilizó extracción con resina.
Calcio	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 21st Edition, 2005. Método 3120 B.
Carbonato	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 21st Edition, 2005. Método 2320 B
Cloruro	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 21st Edition, 2005. Método 4500 Cl- B.
Cobre disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 21st Edition, 2005. Método 3120 B. Para sistemas de salares se utilizó extracción con resina.
Conductividad	mS/cm	PTL-24, Procedimiento de Determinación de Conductividad - Salinidad, basado en el Manual de Equipo Multiparamétrico P4 y Multi 340i y según Standard Methods

Parámetro	Unidad	Método
		for the Examination of Water and Wastewater, 21st Edition, 2005. Método 2510 B.
Dureza	mg/L	Estimación por cálculo. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Edition, 2005. Método 3120 B (Ca y Mg).
Fluoruro	mg/L	Test Fluoruro, Spectroquant . Nova 60, Merck.
Fósforo total	ug/L	Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 21st Edition, 2005. Método 4500-P B y E
Hierro disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 21st Edition, 2005. Método 3120 B. Para sistemas de salares se utilizó extracción con resina.
Litio disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 21st Edition, 2005. Método 3120 B.
Magnesio	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 21st Edition, 2005. Método 3120 B.
Mercurio disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 21st Edition, 2005. Método 112B - Espectrofotometría de Absorción Atómica-Generación de Vapor Frío
Nitrato (N-NO3)	ug/L	PTL-08, Método validado, base utilizada, Métodos en Ecología de aguas continentales. Instituto de Biología Uruguay, 1999, Editado por Rafael Arocena & Daniel Conde. Método del Salicilato de sodio.
Nitrito (N-NO2)	ug/L	PTL-07, Método validado, base utilizada, Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 21st Edition, 2005. Método 4500-NO2 B.
Nitrógeno orgánico total	ug/L	Test de N-NH4, Spectroquant. Nova 60, Merck. Previa digestión.
Ortofosfato (P-PO4)	ug/L	Test de P-P04, Spectroquant. Nova 60, Merck.
Oxígeno disuelto y saturación de oxígeno	mg/L y %	PTL-23, Procedimiento de Determinación de Oxígeno Disuelto y Porcentaje de Saturación, basado en el Manual de Equipo Multiparamétrico P4 y Multi 340i y según Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Edition, 2005. Método 4500-O G.
pH	-	PTL-22, Procedimiento de Determinación de pH basado en el Manual de Equipo Multiparamétrico P4 y Multi 340i y según Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Edition, 2005. Método 4500-H+B.
Plomo disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 21st Edition, 2005. Método 3120 B. Para sistemas de salares se utilizó extracción con resina.
Potasio	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 21st Edition, 2005. Método 3120 B.

Folio012545

Parámetro	Unidad	Método
Salinidad	g/L	PTL-24, Procedimiento de Determinación de Conductividad - Salinidad, basado en el Manual de Equipo Multiparamétrico P4 y Multi 340i y según Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Edition, 2005. Método 2510 B.
Sílice	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 21st Edition, 2005. Método 3120 B.
Sodio	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 21st Edition, 2005. Método 3120 B.
Sólidos totales disueltos	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Edition, 2005. Método 2540 C.
Sólidos totales suspendidos	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Edition, 2005. Método 2540 D.
Sulfato	mg/L	PTL-3 Procedimiento de Determinación de Sulfatos. Método validado, basado en Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Edition, 2005. Método 4500-SO4-2 E.
Sulfuro	mg/L	Test HS-/S= spectroquant, Nova 60. Merck.
Temperatura	°C	PTL-26, Procedimiento de Determinación de Temperatura, basado en el Manual de Equipo Multiparamétrico P4 y Multi 340i y según Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Edition, 2005. Método 2520 B.
Zinc disuelto	mg/L	Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 21st Edition, 2005. Método 3120 B. Para sistemas de salares se utilizó extracción con resina.

2.6 Monitoreo de los sistemas vegetacionales azonales

El área de estudio presenta “Sistemas vegetacionales azonales hídricos terrestres” (SVAHT), que corresponden a ecosistemas presentes en la cordillera de los Andes. Ellos son escasos y restringidos en la zona Norte y Centro-Norte del país. Ellos presentan una alta relevancia por su diversidad biológica, como así mismo, por lo que representan para los sistemas productivos de las comunidades locales (SAG 2009). Los tipos vegetacionales característicos de vegas y bofedales de la III Región de Atacama, han sido caracterizados y están disponibles en el SITHA (Sistema de Información Territorial de Humedales Altoandinos) (CIREN, 2013).

Las formaciones vegetacionales en el Sector norte del Parque Nacional Nevado de Tres Cruces, son propias de la Estepa Desértica de los Salares Andinos; mientras que el sector Sur del Parque, pertenece a la formación de Estepa Altoandina Cordillera Doña Ana. Por otro lado, en el sector de lagunas Bravas, Laguna Verde, Pampa de Barrancas Blancas, Laguna Escondida y Salar Wheelwrigth se tiene la formación vegetacional de Estepa Andina, según la clasificación a nivel regional de Ahumada y Faúndez (SAG, 2009). A

Folio012546

nivel local es posible reconocer formaciones de tipo Vegas, Bofedales y Pajonal Húmedo (o hídrico).

Para la caracterización de la vegetación, se utilizó el método Braun-Blanquet (Mueller-Dumbois y Ellenberg 1974), estimándose mediante la estimación de la abundancia, cobertura y participación (%), las especies dominantes y co-dominantes de la formación de vegetación, como se señala en las Guías de Evaluación “Vegetación y Flora Silvestre” (2010) y “Conservación y Seguimiento Ambiental de Humedales Andinos” (2011).

Se caracterizaron las variables hídricas: contenido de humedad del suelo, salinidad del suelo y profundidad del agua subterránea, junto con otros parámetros del suelo, para los diferentes sistemas vegetacionales. Además, se realizó la determinación de parámetros fisiológicos (fotosíntesis, transpiración y conductancia estomática) para analizar una metodología que permita estimar las posibles desviaciones en el funcionamiento de los humedales frente a perturbaciones externas.

2.6.1 Descripción de sistemas vegetacionales en el área de estudio

En la zona sur del Parque Nacional Nevado de Tres Cruces existen formaciones de tipo, vegas y bofedales de agua dulce, debido al afloramiento de agua subterránea en el sector de unión de los dos cuerpos de agua que componen la laguna del Negro Francisco. Estos sectores de herbáceas del tipo gramíneas, como *Calandrinia oculta*, *Deyeuxia curvula, Potamogeton strictus y Ranunculus cimbalaria*, también aparecen en la desembocadura del río Astaburuaga, debido al aporte de agua dulce que hace el río.

En la laguna Santa Rosa existen 2 sectores de vegetación, uno formado por el cuerpo de agua ubicado en la zona oeste, y otro formado por los 2 cuerpos de agua de conformación subtriangular que van unidos al salar de Maricunga, a través de un canal de ancho variable. En el cuerpo ubicado al oeste, es posible observar la formación cojinetes de *Scirpus sp* sobre la franja de la orilla, con un ancho aproximado de hasta 2 metros. Luego, hacia las laderas se encuentran las especies *Stipa frígida* y *Adesmia aecigeras*. En el cuerpo este de la laguna, existen vegas o bofedales que se distribuyen de acuerdo a la salinidad. En las orillas existen vegetación sumergida de *Ruppia filifollia* y *Potamogeton strictus*, junto con vegetación no sumergida, en donde se encuentran *Scirpus sp*, *Deuyexia velutina* y *Triglochin palustris.* Luego, en donde la humedad disminuye, es posible encontrar *Deschampsia caespitosa*, para luego extenderse una vegetación rala de estepa de *Stipa frígida* (RAMSAR, 1996).

2.6.2 Monitoreo de Flora y Vegetación Azonal

El muestreo y caracterización de los tres sectores del Parque Nacional Nevado de Tres Cruces, se realizó en tres días de terreno entre el martes 22 y jueves 24 de abril de 2014. Esta fecha fue considerada con el fin de contar con una condición más estable tras el período de lluvias, pretendiendo con ello, una mejor descripción de los atributos salinos y no salinos en los humedales presentes en Vega Pantanillo, Río Lamas y Salar de Maricunga. Además, se considera que esas fechas corresponden al tiempo en el cual podría encontrarse una adecuada actividad fisiológica en la vegetación.

Folio012547

2.6.2.1 Flora

La determinación de las especies de plantas vasculares se realizó de acuerdo a literatura taxonómica disponible, monografías especializadas y estudios preliminares en esta zona.

La diversidad de plantas vasculares se expresó mediante un catálogo florístico, el cual contempla la posición sistemática, forma de crecimiento, origen, estado fenológico y estado de conservación. La posición sistemática, nomenclatura taxonómica, forma de crecimiento y origen de los taxa se revisó en el Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur (Zuloaga, Morrone, y Belgrano 2009) y en la Enciclopedia de la Flora Chilena (www.florachilena.cl).

El estado de conservación de la flora vascular terrestre registrada en el área de estudio se determinó siguiendo el orden de prelación para efectos del artículo 6° literal m) del Reglamento del SEIA vigente: Decretos Supremos Nº 151/2007, 50/2008, 51/2008, 23/2009, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES), y N° 33/2011, 41/2011, 42/2011, 19/2012 y 13/2013 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) que oficializan los procesos nacionales de clasificación de especies; clasificaciones del Libro Rojo de la Flora terrestre de Chile (Benoit 1989); y clasificaciones del Boletín N° 47 del Museo Nacional de Historia Natural (Belomonte et al 1998), propuesto por el Ministerio de Medio Ambiente (Memorándum DJ N°387/2008).

Además, se revisaron las categorías propuestas en el Libro Rojo de la región de Atacama (Squeo et al. 2008).

2.6.2.2 Vegetación

La metodología para monitorear la vegetación de los humedales se basó en la Guía para la Conservación y Seguimiento Ambiental de Humedales Andinos (Ahumada et al. 2012). En cada sitio de muestreo se localizaron al azar tres unidades muestrales o transectos lineales de una longitud de *ca*. 15 m. Para cada una de ellas se calculó el porcentaje de cobertura absoluta de las especies. Se registraron los taxa que interceptaron a una huincha en puntos ubicados cada 0,10 m de distancia, proyectando en cada punto una línea perpendicular al transecto y al suelo. Asumiendo que la probabilidad de que un taxa intercepte la huincha es función de la cobertura (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974, *"método del intercepto de puntos"*) el cálculo para las coberturas fue el siguiente:

Folio012548

$$\textbf{\textit{Cobertura absoluta de especie (\%)}} = \frac{\text{Total de veces que una especie intercepto la huincha en un punto definido en un transecto}}{\text{Nº de puntos de intercepción por transecto}} \times 100$$

$$\textbf{\textit{Cobertura absoluta del transecto (\%)}} = \text{Sumatoria de las coberturas absolutas de todas las especies presentes en un transecto determinado}$$

$$\textbf{\textit{Promedio de cobertura absoluta del sector (\%)}} = \frac{\text{Sumatoria de porcentajes de cobertura absoluta de todos los transectos de un sector}}{\text{Nº de transectos por sector}}$$

Se registró las coordenadas de inicio y fin de cada transecto. A partir de los datos obtenidos mediante los transectos establecidos se logró monitorear las siguientes variables para cada sitio y formación de vegetación:

- Porcentaje de participación específica
- Porcentaje de sustrato salino/materia orgánica
- Porcentaje de cubrimiento de rastrojo o mantillo
- Porcentaje de cubrimiento de agua superficial

En el caso particular del río Lamas, los transectos se ubicaron perpendiculares al curso o cuerpo del agua, separados entre sí por 20 m de distancia. Debido a la distribución heterogénea de algunas especies y/o tipos de vegetación, adicionalmente, se realizó un rastreo con recorridos libres con el objeto de registrar especies no determinadas por los transectos descritos, para incluirlas en el listado florístico, estimar la riqueza de especies, caracterizar las condiciones hídricas del suelo en que se encuentran y además, caracterizar los parámetros y variables ecofisiológicas descritas de intercambio de gases.

Tabla 2.9: Sector 1 - Laguna Santa Rosa (Salar de Maricunga)

Transecto	Punto	Este WGS84	Norte WGS84
T1	inicio	486623	7009316
	fin	486625	7009328
T2	inicio	486708	7009306
	fin	486714	7009296
T3	inicio	486669	7009359
	fin	486666	7009345

Folio012549

Tabla 2.10: Sector 2 - Rio Lamas

Transecto	Punto	Este WGS84	Norte WGS84
T1	inicio	502493	7004584
	fin	502490	7004598
T2	inicio	502402	7004579
	fin	502388	7004580
T3	inicio	502530	7004574
	fin	502533	7004588

Tabla 2.11: Sector 3 - Vega Pantanillo

Transecto	Punto	Este WGS84	Norte WGS84
T1	Inicio	496577	6966523
	Fin	496596	6966513
T2	Inicio	496611	6966503
	Fin	496620	6966514
T3	Inicio	496631	6966530
	Fin	496650	6966524

2.6.3 Caracterización de variables hídricas-salinas del suelo

De forma paralela a la caracterización de la vegetación, para cada uno de los sectores de muestreo se utilizó los mismos transectos lineales de longitudes de *ca*. 15 m de cada tipo de vegetación, para evaluar el perfil superior (5 cm) del suelo y medir el contenido de agua o humedad, temperatura y salinidad. Esto fue realizado utilizando sensores portátiles “GS3+ProCheck” de Humedad, Temperatura y Salinidad (Decagon, USA). http://www.decagon.com/products/soils/volumetric-water-content-sensors/).

2.6.4 Caracterización de los suelos

Adicionalmente, tras escoger uno de los transectos de cada sitio con vegetación, se caracterizó la estructura por medio de calicatas, con profundidades entre los 25 y 50 cm. Al material extraído se le realizó un análisis de laboratorio, para determinar: Contenido Volumétrico de Agua, Conductividad Eléctrica, Materia Orgánica, Granulometría, Textura, Micro (Fe, Cu, Zn y Mn) y Macronutrientes (N, P y K).

2.6.5 Caracterización de variables ecofisiológicas en plantas

Para investigar las respuestas ambientales de las plantas se propuso utilizar parámetros fisiológicos, como fotosíntesis y conductancia estomática. Ello dado que el tamaño, la densidad y apertura de los estomas, como medida de control de la perdida de agua por transpiración (conductancia estomática), son un indicador de la eficiencia en el uso del agua (ganancia de carbono por fotosíntesis en función de la perdida de agua). Así, ellos fueron propuestos en este estudio como parámetros claves para estudiar estas respuestas de las plantas, comparando respuestas en estas variables en la vegetación (Medrano et al 2007; Nicotra et al 2010).

Folio012550

2.6.5.1 Fotosíntesis (Asimilación CO_2), Conductancia Estomática (g_s) y Transpiración (E). [IRGA (Analizador Infrarrojo de Gas) LI-6400 marca LI-COR http://www.licor.com]

Para caracterizar el intercambio gaseoso en Fotosíntesis (A) y Transpiración (E) se realizaron mediciones con un Analizador Infrarrojo de Gas IRGA LI-6400 (LI-COR, USA).

Para comparar entre especies estas respuestas fotosintéticas, en una misma especie a lo largo de los transectos lineales de la vegetación, se realizaron mediciones saturantes de radiación fotosintética activa (PAR a 2000 µmol/m^2s) vs Fotosíntesis (Asimilación de CO_2).

Las hojas de plantas y especies seleccionadas, se introdujeron en la cámara de medición obteniéndose tasa de Fotosíntesis (**A**), Transpiración (**E**) y Conductancia Estomática ($\boldsymbol{g_s}$). La medición se realizó, a lo menos, entres tres a cinco individuos que estaban presentes en cada uno de los 3 sitios (A, B y C) y separados 5 m entre si, a lo largo de cada transecto de 15 m.

Las Tasas de Fotosíntesis (A), Transpiración (E) y Conductancias Estomáticas ($\boldsymbol{g_s}$) foliares fueron obtenidas –directamente- con el IRGA desde las hojas (n=5). El uso del agua foliar puede estimarse como cocientes entre estos 3 parámetros, como: Eficiencia Instantánea de Transpiración Foliar: Asimilación de CO_2/Transpiración (**A**/**E**). Eficiencia Intrínseca Uso de Agua: Asimilación de CO_2/Conductancia Estomática (**A**/**g**)

2.6.5.2 Conductancia Estomática [Porómetro SC-1 (Decagon, USA) http://www.decagon.com/]

La Conductancia Estomática ($\boldsymbol{g_s}$) foliar fue caracterizada también por medio de Porómetros. El procedimiento es similar al descrito para el IRGA, colocando la(s) hoja(s) de la planta en la "pinza-cámara" de medición, obteniendo en *ca*. 1 min, la tasa de conductancia estomática, utilizando un número mínimo de réplicas por especie (n=5). Para la determinación de la conductancia de estomas con los Porómetros, se buscó realizar las mediciones en las mismas hojas que se utilizaron en la medición de fotosíntesis (IRGA).

Los valores (datos) fueron descargados posteriormente, analizados al término del terreno. En ambas metodologías se repitió el mismo procedimiento para cada especie o plantas de una misma especie, determinando los parámetros en a lo menos 5 hojas entre 3 a 5 plantas diferentes que estaban compartiendo las condiciones hídricas o salinas del sitio.

Folio012551

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN TERRENO Y MONITOREO CONTINUO

Folio012552

3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN TERRENO Y MONITOREO CONTINUO

A continuación, se entregan los resultados obtenidos de la primera campaña de terreno para las diferentes componentes y variables medidas. En el caso de la campaña de calidad de aguas, se realiza un análisis y comparación de los valores obtenidos en terreno en relación a los valores reportados en estudios previos realizados en la zona. Además, se entregan los resultados obtenidos de la descarga y rescate de las series de tiempo registradas por los sensores autónomos, realizada durante la segunda campaña de terreno. Para la revisión de esta última información, también son utilizados los valores obtenidos como referencia desde estudios previos.

3.1 Resultados del monitoreo de calidad de aguas

En esta sección se presentan los resultados del monitoreo de calidad de aguas realizado en abril de 2014, junto con una comparación de los resultados obtenidos para cada sector respecto de los datos reportados en estudios previos en la zona. Los estudios considerados son los siguientes:

- Geoquímica de aguas en cuencas cerradas: I, II y III Regiones-Chile. Risacher *et al*., 1999.
- Línea base hidrogeológica e hidrológica Lobo Marte y Modelo Hidrogeológico Ciénaga Redonda. Anexo II-1 Anexo E. Golder Associates, 2011.
- Datos estación calidad de aguas 03041005-k Río Lamas en El Salto.DGA, 2014.
- Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Minero Volcán. Capítulo 2 Línea Base. Anexo 2.10.5. Hidroquímica. GHD, 2012.

La revisión de estos estudios permite definir el rango de valores esperados para cada variable medida, y la correspondiente comparación de ellos con los valores medidos en terreno. Los rangos determinados son entregados en las Tablas I, II y III del Anexo F de este informe. Cada una de las tablas corresponde a la caracterización de un Sector particular.

Además, cabe señalar que no fueron graficados aquellos parámetros en que el 50% o más de los datos, se encontraron bajo el límite de detección de la técnica analítica. En particular para la campaña realizada, los parámetros que cumplieron este criterio son: ***mercurio disuelto*** y ***sulfuro***. Además, tampoco se graficaron los puntos de muestreo que presentaron valores bajo el límite de detección o cuantificación.

3.1.1 Parámetros in-situ

Temperatura (°C): Durante abril de 2014, las temperaturas promedio fueron: en el sector 1 (S1_ST2_CA1) fue de 7,6°C, en el sector 2 (S2_RL1_CA1) fue de 17,2°C, mientras que en el sector 3 (S3_PA1_CA1) fue de 4,8°C (Figura 3.1). Respecto a los antecedentes previos la temperatura registrada en el sector 1, se encontró dentro de los valores observados en estudios anteriores, mientras que el sector 2 y sector 3 se encontraron sobre el máximo registrado (Tablas I, II y III del Anexo F).

Folio012553

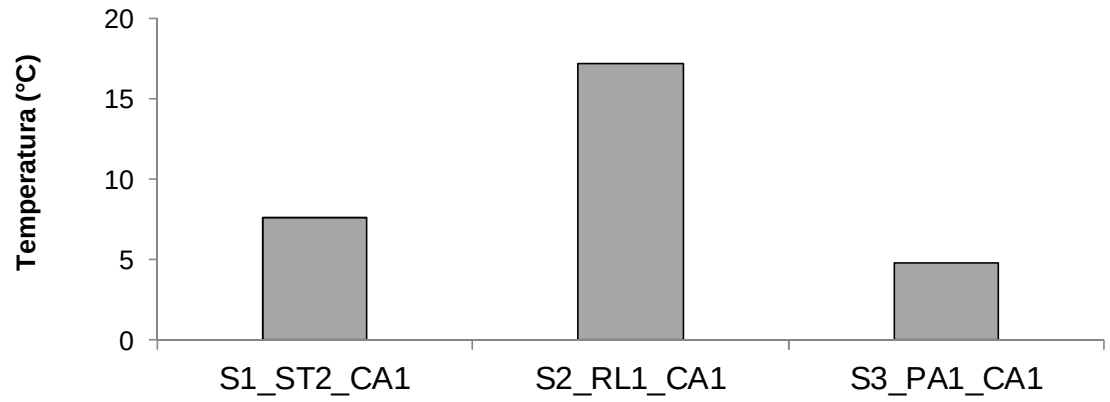


Figura 3.1: Temperatura (°C) en los sectores de monitoreo de calidad de agua. Abril 2014.

Conductividad (mS/cm): Durante abril de 2014, la conductividad en el sector 1 (S1_ST2_CA1) fue de 29,7 mS/cm, en el sector 2 (S2_RL1_CA1) fue de 4 mS/cm, mientras que en el sector 3 (S3_PA1_CA1) fue de 0,8 mS/cm (Figura 3.2). Los valores de la campaña de abril en todos los sectores se encontraron dentro del rango observado en estudios previos (Tablas I, II y III del Anexo F).

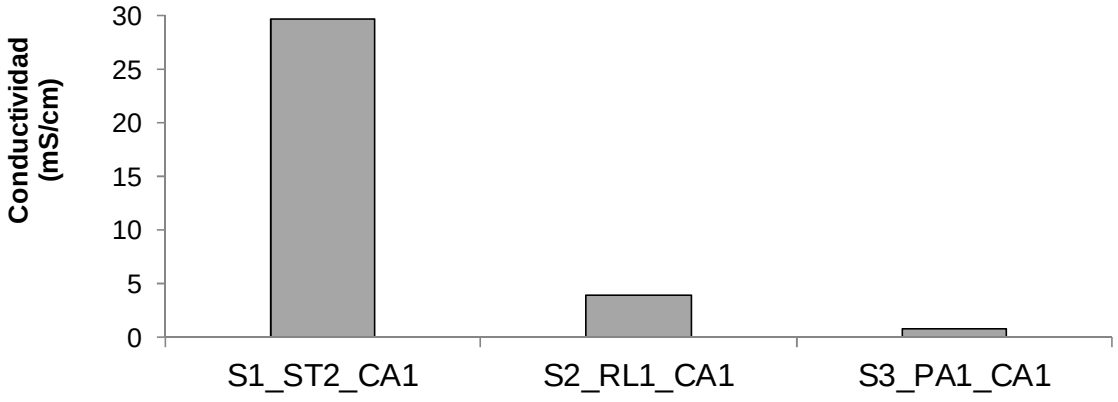


Figura 3.2: Conductividad (mS/cm) en los sectores de monitoreo de calidad de agua. Abril 2014.

pH (Unidad): Durante abril de 2014, el pH en el sector 1 (S1_ST2_CA1) fue de 8,8 unidades, en el sector 2 (S2_RL1_CA1) fue de 7,1 unidades, mientras que en el sector 3 (S3_PA1_CA1) fue de 8,6 unidades (Figura 3.3). De acuerdo a Hounslow (1995), las aguas del sector 2 clasificaron como neutras, mientas que los sectores 1 y 3 fueron moderadamente alcalinos. Los valores de la campaña de abril en todos los sectores se encontraron dentro del rango observado en estudios previos (Tablas I, II y III del Anexo F).

Folio012554

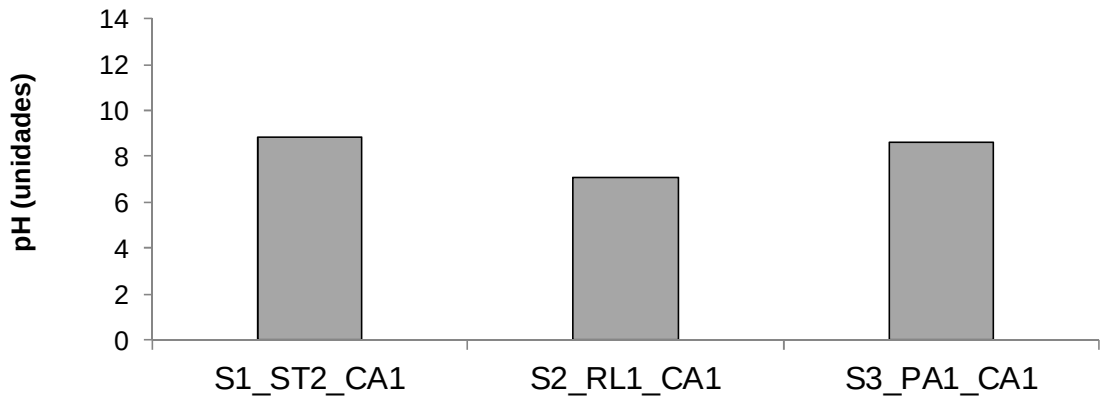


Figura 3.3: pH (unidad) en los sectores de monitoreo de calidad de agua. Abril 2014.

Oxígeno disuelto (mg/L): Durante abril de 2014, la concentración de oxígeno disuelto en el sector 1 (S1_ST2_CA1) fue de 8,1 mg/L, en el sector 2 (S2_RL1_CA1) fue de 7,9 mg/L, mientras que en el sector 3 (S3_PA1_CA1) fue 9,5 mg/L (Figura 3.4). Los valores de la campaña de abril en todos los sectores se encontraron dentro del rango observado en estudios previos (Tablas I, II y III del Anexo F).

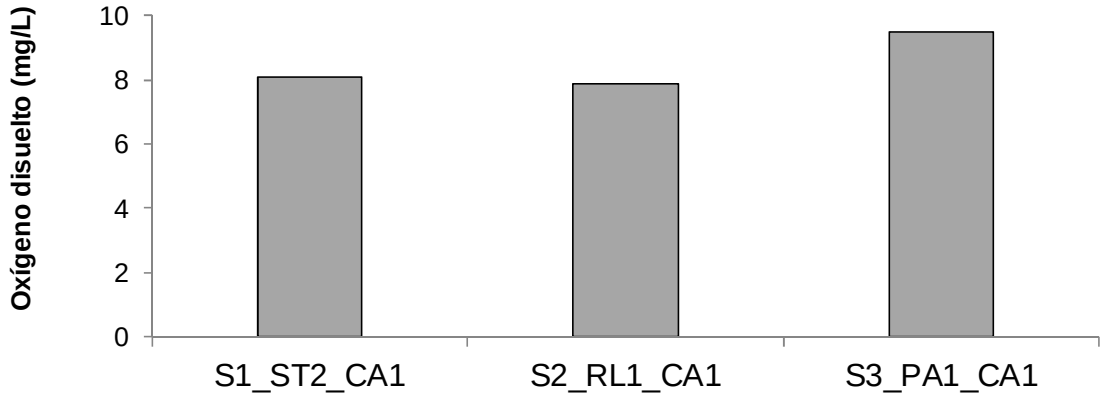


Figura 3.4: Oxígeno disuelto (mg/L) en los sectores de monitoreo de calidad de agua. Abril 2014.

Saturación de oxígeno (%): Durante abril de 2014, la saturación de oxígeno en el sector 1 (S1_ST2_CA1) fue de 108 %, en el sector 2 (S2_RL1_CA1) fue de 140%, mientras que en el sector 3 (S3_PA1_CA1) fue 126% (Figura 3.5). Los sectores 1 y 3 presentaron valores dentro de los antecedentes reportados en estudios previos, mientras que el sector 2 (río Lamas) registró concentraciones mayores al máximo registrado (Tablas I, II y III del Anexo F).

Folio012555

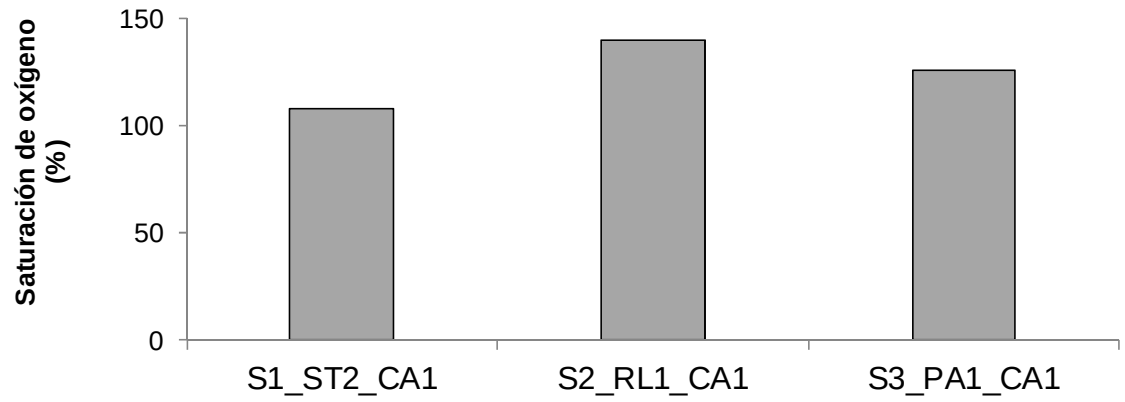


Figura 3.5: Saturación de oxígeno (%) en los sectores de monitoreo de calidad de agua. Abril 2014.

3.1.2 Parámetros físico-químicos

Alcalinidad total ($mgCaCO_3/L$): Durante abril de 2014, la alcalinidad total en el sector 1 (S1_ST2_CA1) fue de 114 $mgCaCO_3/L$, en el sector 2 (S2_RL1_CA1) fue de 331 $mgCaCO_3/L$, mientras que en el sector 3 (S3_PA1_CA1) fue 127 $mgCaCO_3/L$ (Figura 3.6). Los valores de la campaña de abril en todos los sectores se encontraron dentro del rango observado en estudios previos (Tablas I, II y III del Anexo F).

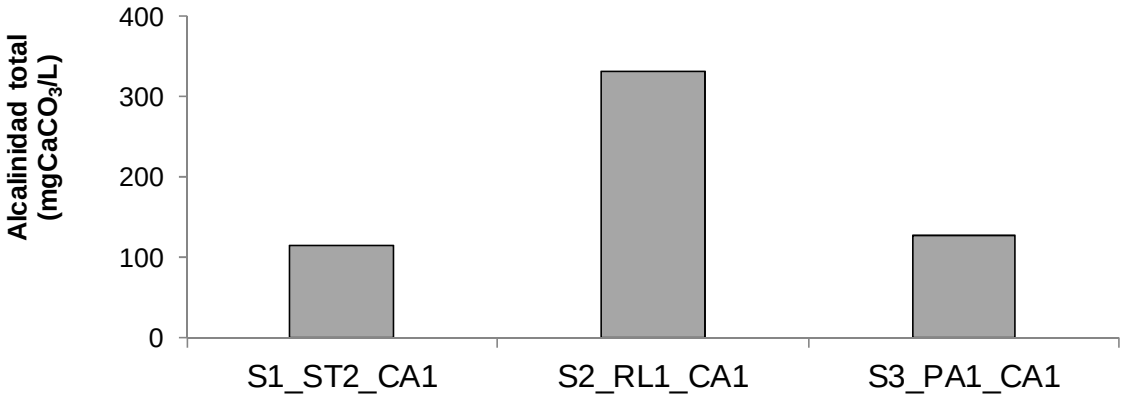


Figura 3.6: Alcalinidad total ($CaCO_3/L$) en los sectores de monitoreo de calidad de agua. Abril 2014.

Folio012556

Dureza (mg/L): Durante abril de 2014, la dureza en el sector 1 (S1_ST2_CA1) fue de 5659,3 mg/L, en el sector 2 (S2_RL1_CA1) fue de 491,8 mg/L, mientras que en el sector 3 (S3_PA1_CA1) fue 118,6 mg/L (Figura 3.7). Los valores de la campaña de abril en todos los sectores se encontraron dentro del rango observado en estudios previos (Tablas I, II y III del Anexo F).

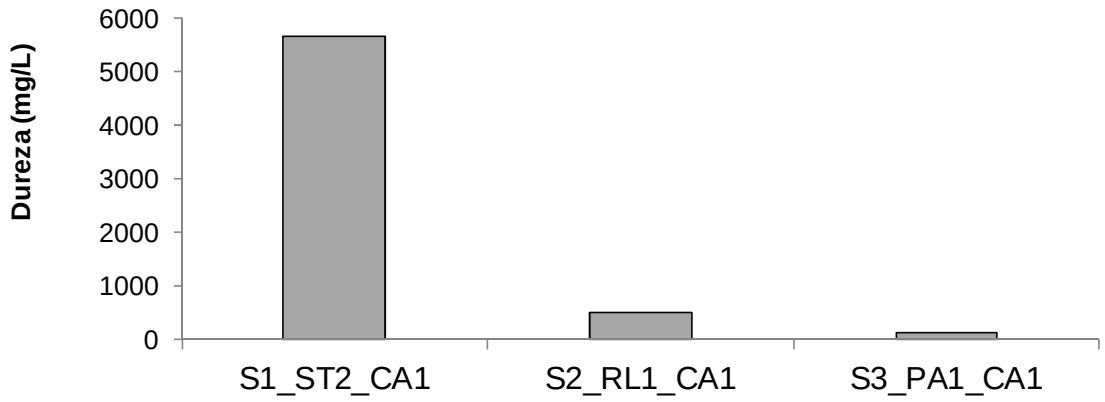


Figura 3.7: Dureza (mg/L) en los sectores de monitoreo de calidad de agua. Abril 2014.

Salinidad (g/L): Durante abril de 2014, la salinidad en el sector 1 (S1_ST2_CA1) fue de 18,0 g/L, en el sector 2 (S2_RL1_CA1) fue de 2,0 mg/L, mientras que en el sector 3 (S3_PA1_CA1) fue de 0,1 mg/L (Figura 3.8 y Tablas I, II y III del Anexo F).Este parámetro no cuenta con valores comparativos de estudios previos.

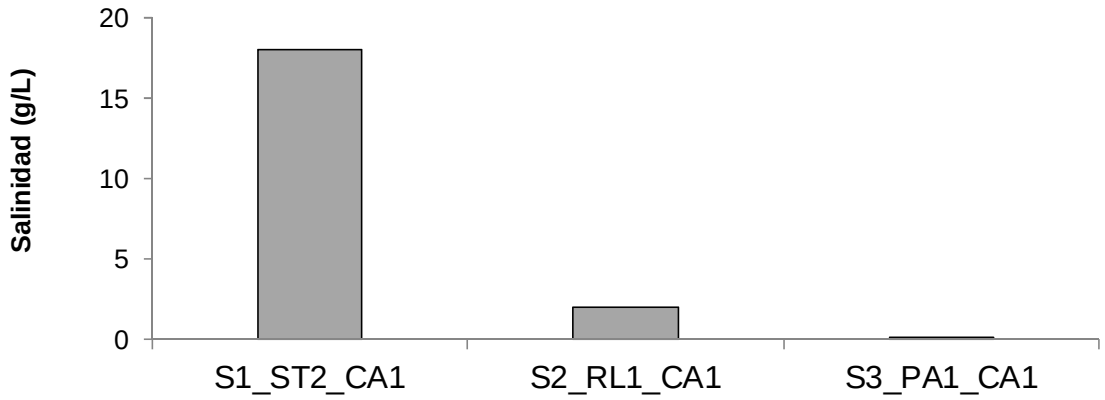


Figura 3.8: Salinidad (g/L) en los sectores de monitoreo de calidad de agua. Abril 2014.

Folio012557

Sólidos totales disueltos (mg/L): Durante abril de 2014, la concentración de sólidos totales disueltos en el sector 1 (S1_ST2_CA1) fue de 18942,2 mg/L, en el sector 2 (S2_RL1_CA1) fue de 2235,8 mg/L, mientras que en el sector 3 (S3_PA1_CA1) fue 507,8 mg/L (Figura 3.9). Los valores de la campaña de abril en todos los sectores se encontraron dentro del rango observado en estudios previos (Tablas I, II y III del Anexo F).

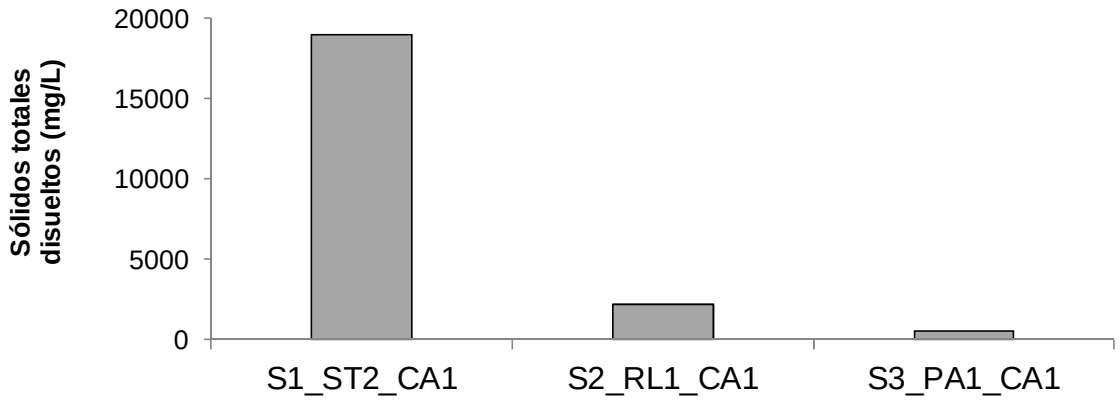


Figura 3.9: Sólidos totales disueltos (mg/L) en los sectores de monitoreo de calidad de agua. Abril 2014.

Sólidos totales suspendidos (mg/L): Durante abril de 2014, la concentración de sólidos totales suspendidos en el sector 1 (S1_ST2_CA1) fue de 74,3 mg/L, en el sector 2 (S2_RL1_CA1) fue de 6,3 mg/L, mientras que en el sector 3 (S3_PA1_CA1) fue 16,0 mg/L (Figura 3.10 y Tabla I del anexo). Los valores de la campaña de abril en todos los sectores se encontraron dentro del rango observado en estudios previos (Tablas I, II y III del Anexo F).

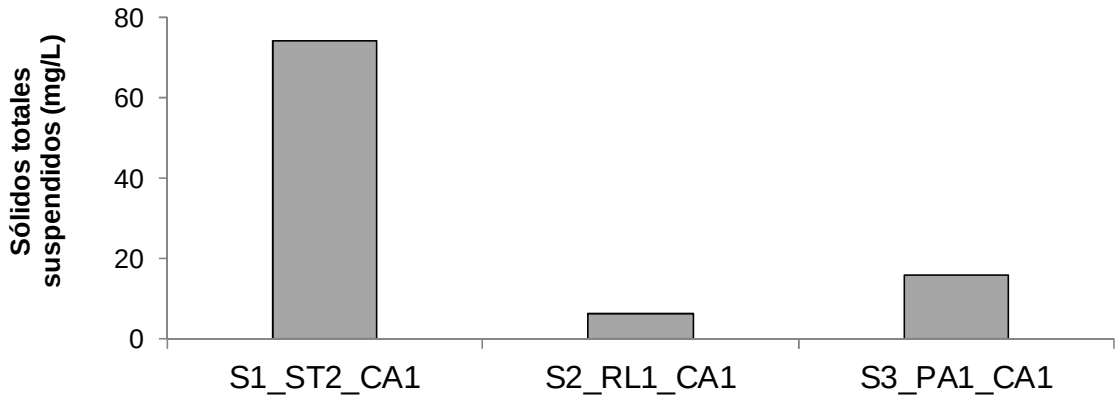


Figura 3.10: Sólidos totales suspendidos (mg/L) en los sectores de monitoreo de calidad de agua. Abril 2014.

Folio012558

3.1.3 Nutrientes

Amonio (µg/L): Durante abril de 2014, la concentración de amonio en el sector 1 (S1_ST2_CA1) fue de 116 µg/L, en el sector 2 (S2_RL1_CA1) fue de 33 µg/L, mientras que en el sector 3 (S3_PA1_CA1) fue 30 µg/L (Figura 3.11). Los valores de la campaña de abril en todos los sectores se encontraron dentro del rango observado en estudios previos (Tablas I, II y III del Anexo F).

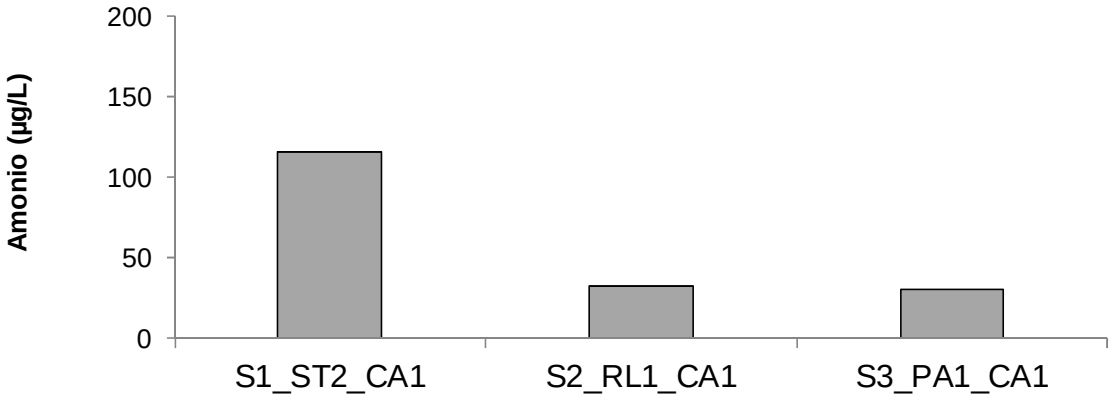


Figura 3.11: Concentración de Amonio (µg/L) en los sectores de monitoreo de calidad de agua. Abril 2014.

Nitrito (µg/L): Durante abril de 2014, la concentración de nitrito en el sector 1 (S1_ST2_CA1) fue de 15,2 µg/L, en el sector 2 (S2_RL1_CA1) fue de 1,5 µg/L, mientras que en el sector 3 (S3_PA1_CA1) fue 3,4 µg/L (Figura 3.12). Los sectores 1 y 3 presentaron valores dentro de los antecedentes reportados en estudios previos, mientras que el sector 2 (río Lamas) registró concentraciones mayores al máximo registrado (Tablas I, II y III del Anexo F).

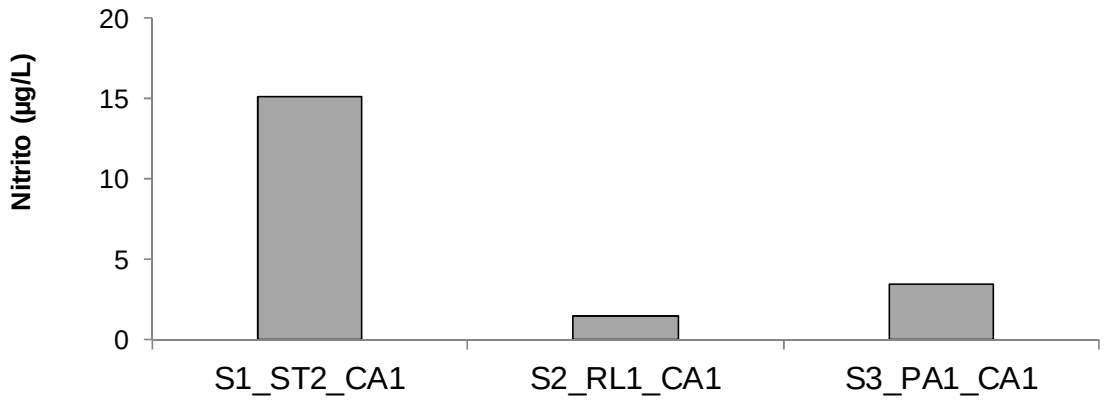


Figura 3.12: Concentración de Nitrito (µg/L) en los sectores de monitoreo de calidad de agua. Abril 2014.

Folio012559

Nitrato (µg/L): Durante abril de 2014, la concentración de nitrato en el sector 1 (S1_ST2_CA1) fue de 921 µg/L, en el sector 2 (S2_RL1_CA1) fue de 1108 µg/L, mientras que en el sector 3 (S3_PA1_CA1) fue 1020 µg/L (Figura 3.13). Los valores de la campaña de abril en todos los sectores se encontraron dentro del rango observado en estudios previos (Tablas I, II y III del Anexo F).

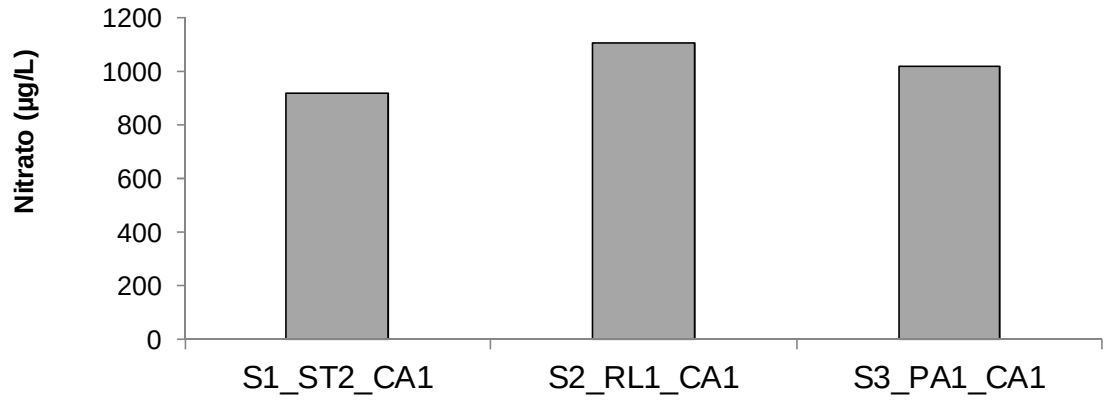


Figura 3.13: Concentración de Nitrato (µg/L) en los sectores de monitoreo de calidad de agua. Abril 2014.

Nitrógeno orgánico total (µg/L): Durante abril de 2014, la concentración de nitrógeno orgánico total en el sector 1 (S1_ST2_CA1) fue de 6425 µg/L, en el sector 2 (S2_RL1_CA1) fue de 183 µg/L, mientras que en el sector 3 (S3_PA1_CA1) fue 226 µg/L (Figura 3.14). Los sectores 2 y 3 registraron en la campaña de abril valores menores al límite de detección reportado en estudios anteriores. Mientras que la concentración del sector 1 (Laguna Santa Rosa) se encontró dentro de los antecedentes previos (Tablas I, II y III).

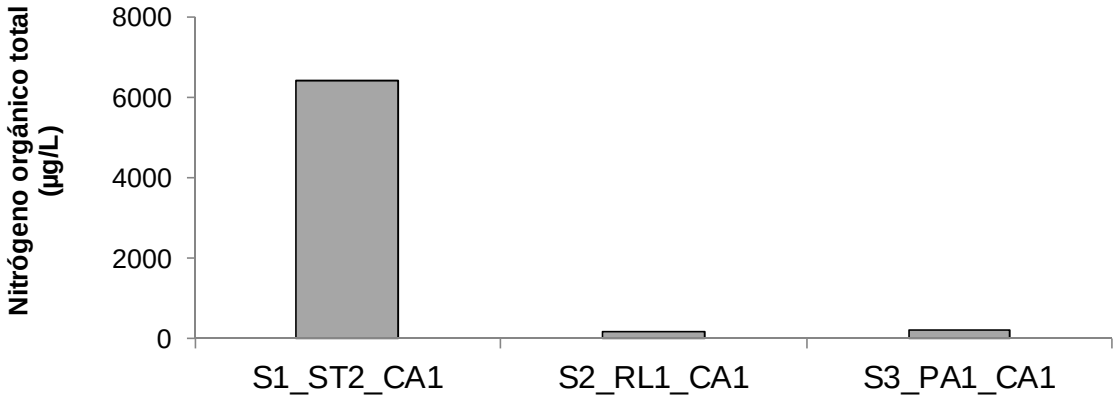


Figura 3.14: Concentración de Nitrógeno orgánico total (µg/L) en los sectores de monitoreo de calidad de agua. Abril 2014.

Folio012560

Fósforo total (µg/L): Durante abril de 2014, la concentración de fósforo total en el sector 1 (S1_ST2_CA1) fue de 242 µg/L, en el sector 2 (S2_RL1_CA1) fue de 728 µg/L, mientras que en el sector 3 (S3_PA1_CA1) fue 212 µg/L (Figura 3.15). En los sectores 1 y 2, los valores de la campaña fueron mayores al rango de antecedentes previos, mientras que el sector 3 (Vega Pantanillo) se encontró dentro de lo esperado (Tablas I, II y III del Anexo F)

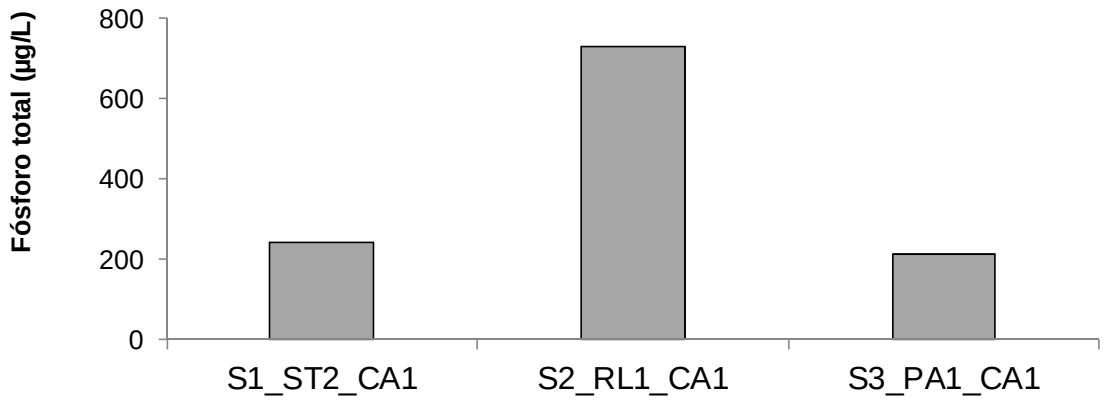


Figura 3.15: Concentración de Fósforo total (µg/L) en los sectores de monitoreo de calidad de agua. Abril 2014.

Ortofosfato (µg/L): Durante abril de 2014, la concentración de ortofosfato en el sector 1 (S1_ST2_CA1) fue de 32 µg/L, en el sector 2 (S2_RL1_CA1) fue de 728 µg/L, mientras que en el sector 3 (S3_PA1_CA1) fue 180 µg/L (Figura 3.16). En los sectores 1 y 2, los valores de la campaña se encontraron dentro del rango de antecedentes previos, mientras que el sector 3 (Vega Pantanillo) se encontró sobre de lo esperado (Tablas I, II y III del Anexo F)

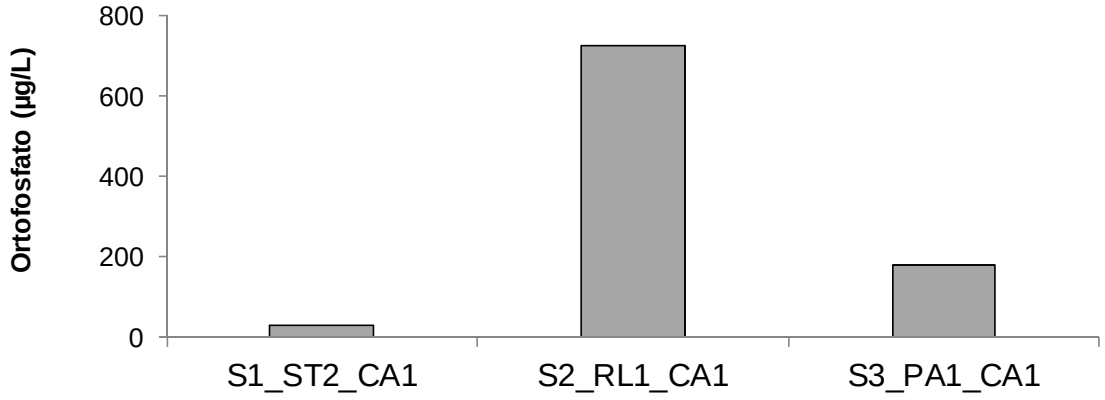


Figura 3.16: Concentración de Ortofosfato (µg/L) en los sectores de monitoreo de calidad de agua. Abril 2014.

Folio012561

3.1.4 Metales disueltos

Arsénico (mg/L): Durante abril de 2014, la concentración de arsénico disuelto en el sector 1 (S1_ST2_CA1) fue de 0,429 mg/L, en el sector 2 (S2_RL1_CA1) fue de 1,55 mg/L, mientras que en el sector 3 (S3_PA1_CA1) fue 0,38 mg/L (Figura 3.17). Los valores de la campaña de abril en todos los sectores se encontraron dentro del rango observado en estudios previos (Tablas I, II y III del Anexo F).

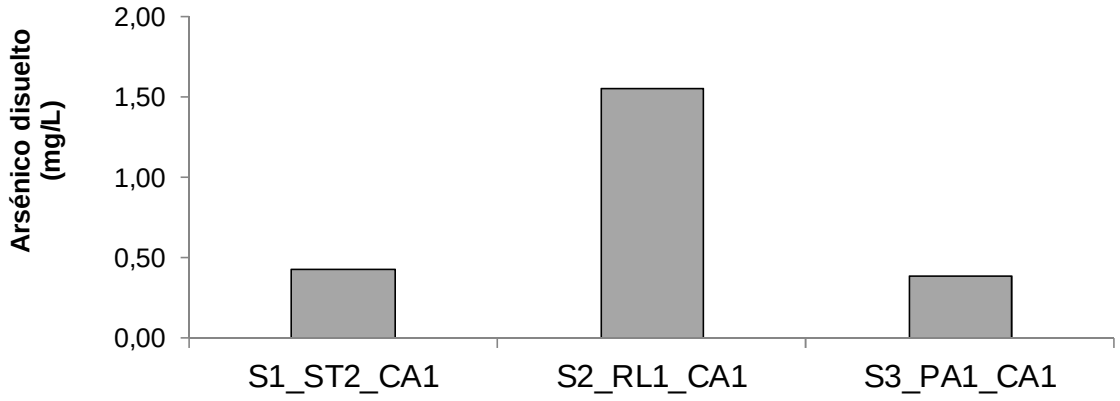


Figura 3.17: Concentración de Arsénico disuelto (mg/L) en los sectores de monitoreo de calidad de agua. Abril 2014.

Boro (mg/L): Durante abril de 2014, la concentración de boro disuelto en el sector 1 (S1_ST2_CA1) fue de 28 mg/L, en el sector 2 (S2_RL1_CA1) fue de 11,8 mg/L, mientras que en el sector 3 (S3_PA1_CA1) fue de 2,5 mg/L (Figura 3.18). En todos los sectores se registraron concentraciones dentro de lo esperado o reportados en estudios anteriores (Tablas I, II y III del Anexo F).

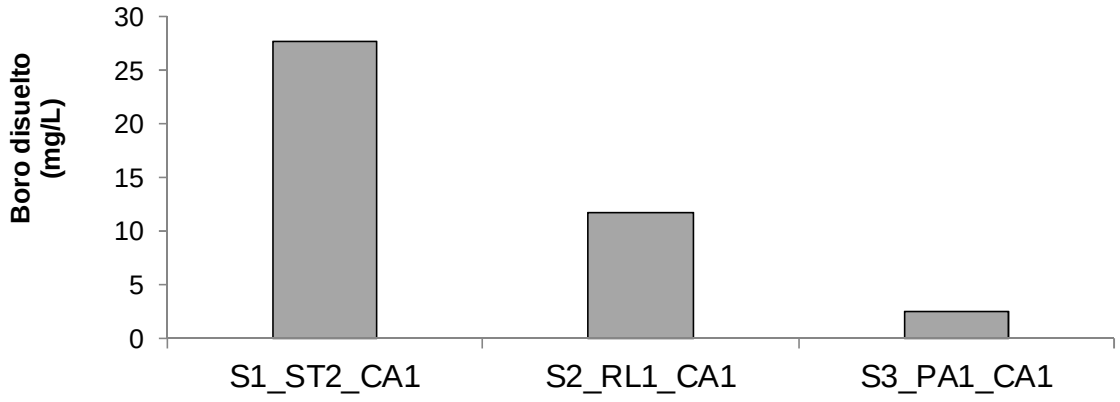


Figura 3.18: Concentración de Boro disuelto (mg/L) en los sectores de monitoreo de calidad de agua. Abril 2014.

Folio012562

Cadmio (mg/L): Durante abril de 2014, la concentración de cadmio disuelto en el sector 1 (S1_ST2_CA1) fue de <0,00005 mg/L, en el sector 2 (S2_RL1_CA1) fue de 0,001 mg/L, mientras que en el sector 3 (S3_PA1_CA1) fue de <0,001 mg/L (Figura 3.19 y Tablas I, II y III del Anexo F). Las diferencias de los límites de detección entre el sector 1 y el resto, se relacionan con el método analítico utilizado ya que corresponden a diferentes matrices de muestreo, el sector 1 corresponde a salar. Respecto a valores reportados en estudios anteriores, el sector 2 se encontró dentro de lo esperado, mientras que los sectores 1 y 3 no son comparables por presentar límites de detección distintos.

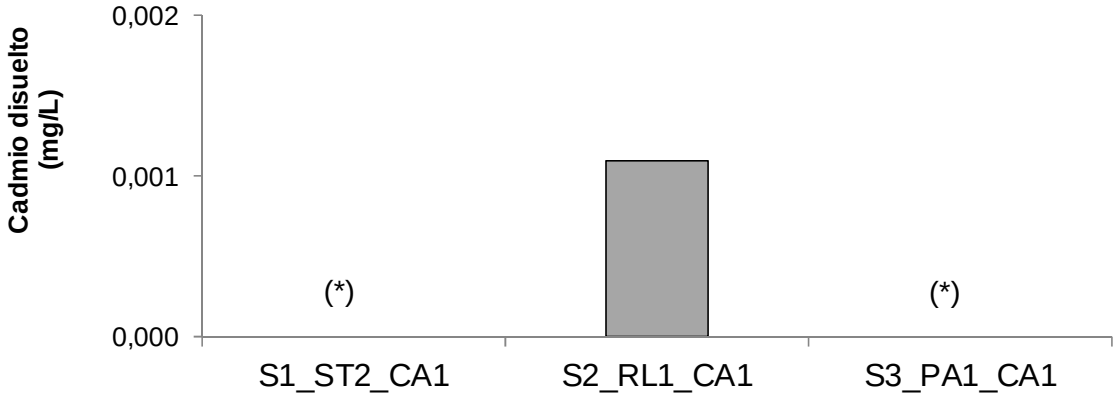


Figura 3.19: Concentración de Cadmio disuelto (mg/L) en los sectores de monitoreo de calidad de agua. Abril 2014. (*) Valor bajo el límite de detección (S1= 0,0002 mg/L y S2 y S3 =0,003 mg/L)

Cobre (mg/L): Durante abril de 2014, la concentración de cobre disuelto en el sector 1 (S1_ST2_CA1) fue de 0,0040 mg/L, en el sector 2 (S2_RL1_CA1) fue de 0,007 mg/L, mientras que en el sector 3 (S3_PA1_CA1) fue de <0,003 mg/L (Figura 3.20 y Tabla I, II y III del Anexo F). Las diferencias en los límites de detección entre el sector 1 y los otros sectores, se relacionan con el método analítico utilizado ya que corresponden a diferentes matrices de muestreo, teniéndose que el sector 1 corresponde a salar. Respecto a la comparación con los rangos esperados, ella no se pudo realizar debido a que los máximos reportados en el estudio, no pueden ser menores al límite de detección utilizado y en ese sentido, por lo que se invalidó el dato.

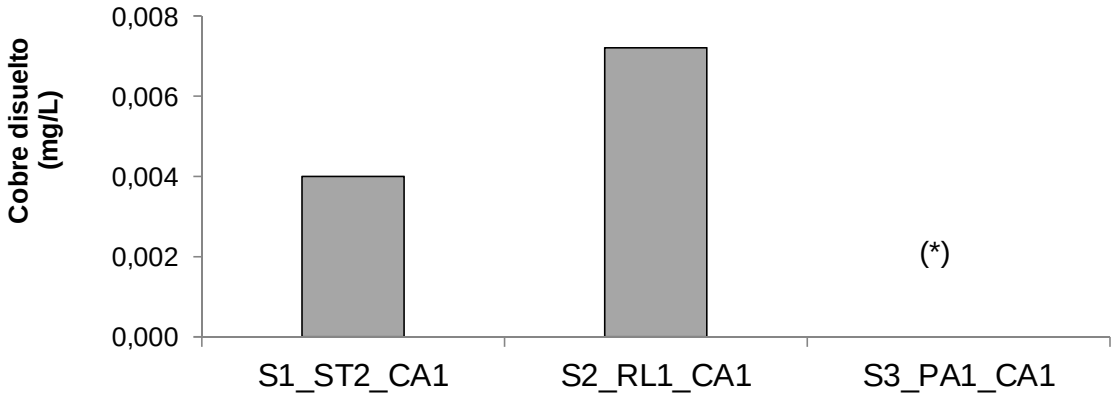


Figura 3.20: Concentración de Cobre disuelto (mg/L) en los sectores de monitoreo de calidad de agua. Abril 2014. (*) Valor bajo el límite de detección (<0,003 mg/L)

Hierro (mg/L): Durante abril de 2014, la concentración de hierro disuelto en el sector 1 (S1_ST2_CA1) fue de 0,0388 mg/L, en el sector 2 (S2_RL1_CA1) fue de 0,045 mg/L, mientras que en el sector 3 (S3_PA1_CA1) fue de 0,035 mg/L (Figura 3.21). Las diferencias en los límites de detección entre el sector 1 y el resto, se relacionan con el método analítico utilizado ya que corresponden a diferentes matrices de muestreo, el sector 1 corresponde a salar. Los sectores 1 y 3 presentaron valores dentro de lo esperado, mientras que el sector 2 (río Lamas) registró una concentración mayor al máximo registrado (Tablas I, II y III del Anexo F).

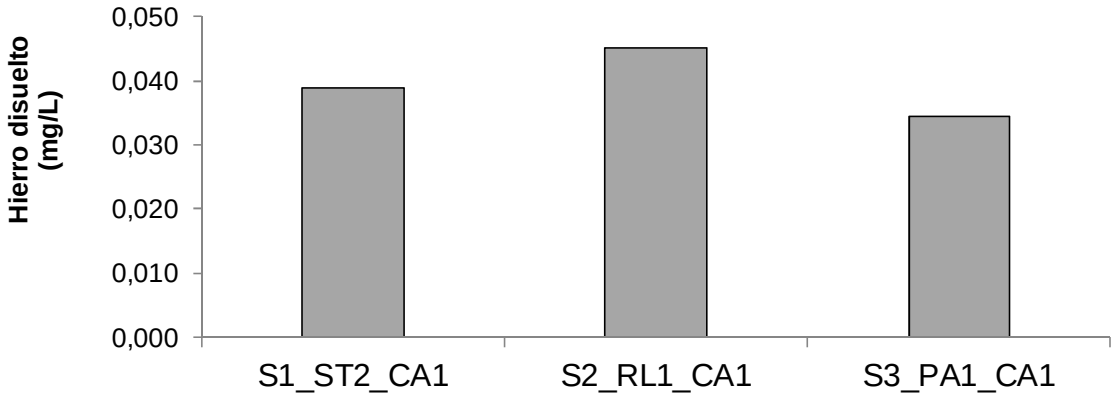


Figura 3.21: Concentración de Hierro disuelto (mg/L) en los sectores de monitoreo de calidad de agua. Abril 2014.

Litio (mg/L): Durante abril de 2014, la concentración de litio disuelto en el sector 1 (S1_ST2_CA1) fue de 51,60 mg/L, en el sector 2 (S2_RL1_CA1) fue de 8,03 mg/L, mientras que en el sector 3 (S3_PA1_CA1) fue de 0,43 mg/L (Figura 3.22). Los sectores 1 y 3 presentaron valores dentro de lo esperado, mientras que el sector 2 (río Lamas) registró una concentración mayor al máximo registrado (Tablas I, II y III del Anexo F).

Folio012564

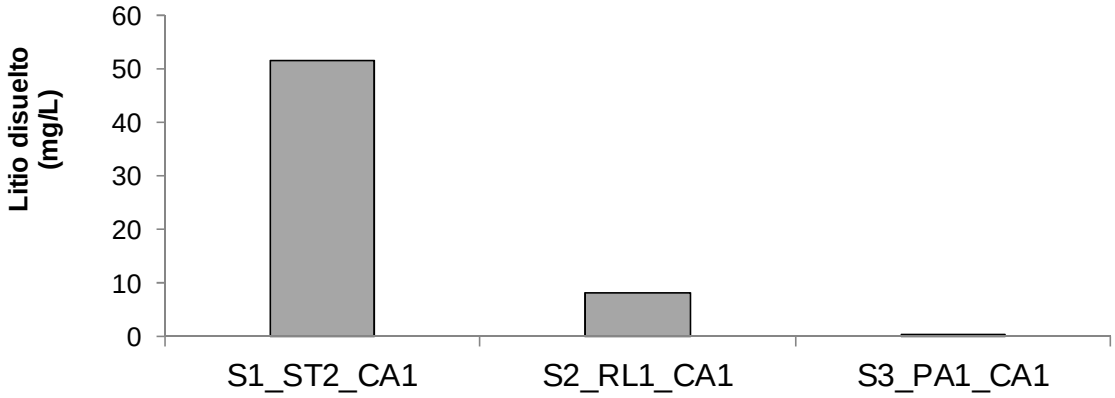


Figura 3.22: Concentración de Litio disuelto (mg/L) en los sectores de monitoreo de calidad de agua. Abril 2014.

Mercurio (mg/L): Durante abril de 2014, la concentración de mercurio disuelto en todos los sectores fue menor al límite de detección (<0,0005 mg/L) (Tabla I del anexo).Dado que el límite de detección de esta campaña fue mayor al observado en estudios anteriores, no se realizó la comparación con antecedentes previos (Tablas I, II y III del Anexo F).

Plomo (mg/L): Durante abril de 2014, la concentración de plomo disuelto en el sector 1 (S1_ST2_CA1) fue de <0,0004 mg/L, en el sector 2 (S2_RL1_CA1) fue de 0,027 mg/L, mientras que en el sector 3 (S3_PA1_CA1) fue de <0,008 mg/L (Figura 3.23). Las diferencias en los límites de detección entre el sector 1 y el resto, se relacionan con el método analítico utilizado ya que corresponden a diferentes matrices de muestreo, el sector 1 corresponde a salar. Las concentraciones de plomo en los sectores 1 y 3, se encontraron dentro de lo esperado, mientras que la concentración en el sector 2 (río Lamas) fue mayor al máximo registrado (Tablas I, II y III del Anexo F)

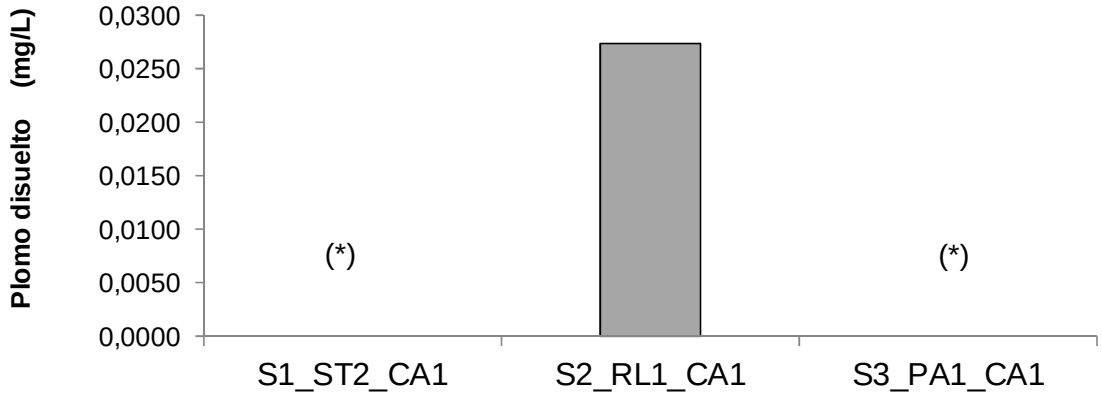


Figura 3.23: Concentración de Plomo disuelto (mg/L) en los sectores de monitoreo de calidad de agua. Abril 2014. (*) Valor bajo el límite de detección (S1= 0,0004 mg/L y S2 y S3 =0,008 mg/L)

Folio012565

Zinc (mg/L): Durante abril de 2014, la concentración de zinc disuelto en el sector 1 (S1_ST2_CA1) fue de 0,0208 mg/L, en el sector 2 (S2_RL1_CA1) fue de 0,018 mg/L, mientras que en el sector 3 (S3_PA1_CA1) fue de 0,004 mg/L (Figura 3.24). Las diferencias en los límites de detección entre el sector 1 y el resto, se relacionan con el método analítico utilizado ya que corresponden a diferentes matrices de muestreo, el sector 1 corresponde a salar. Las concentraciones de zinc en todos los sectores se encontraron dentro de lo esperado (Tablas I, II y III del Anexo F).

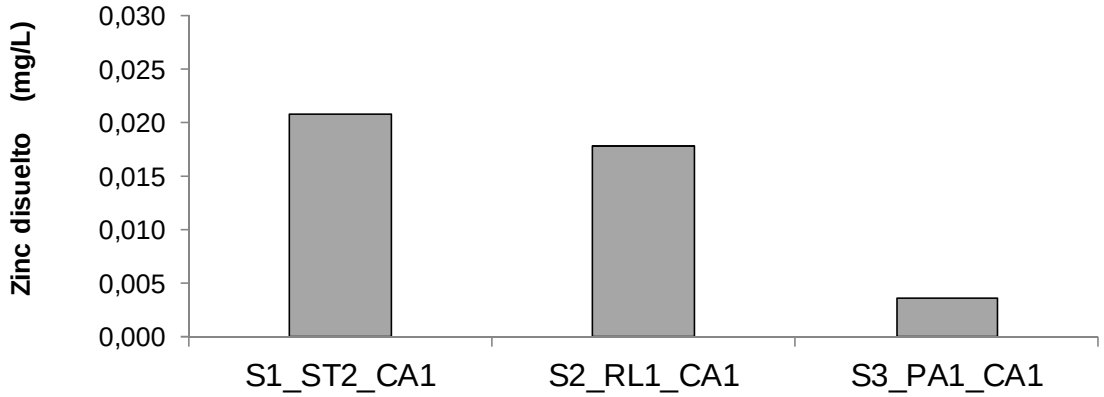


Figura 3.24: Concentración de Zinc disuelto (mg/L) en los sectores de monitoreo de calidad de agua. Abril 2014.

3.1.5 Macroelementos

Bicarbonato (mg/L): Durante abril de 2014, la concentración de bicarbonato en el sector 1 (S1_ST2_CA1) fue de <5 mg/L y se encontró sobre el máximo registrado en el sector, en el sector 2 (S2_RL1_CA1) fue de 403 mg/L, valor que se encontró dentro del rango esperado, mientras que en el sector 3 (S3_PA1_CA1) fue de 139 mg/L, encontrándose bajo el mínimo esperado (Figura 3.25 y Tablas I, II y III del Anexo F).

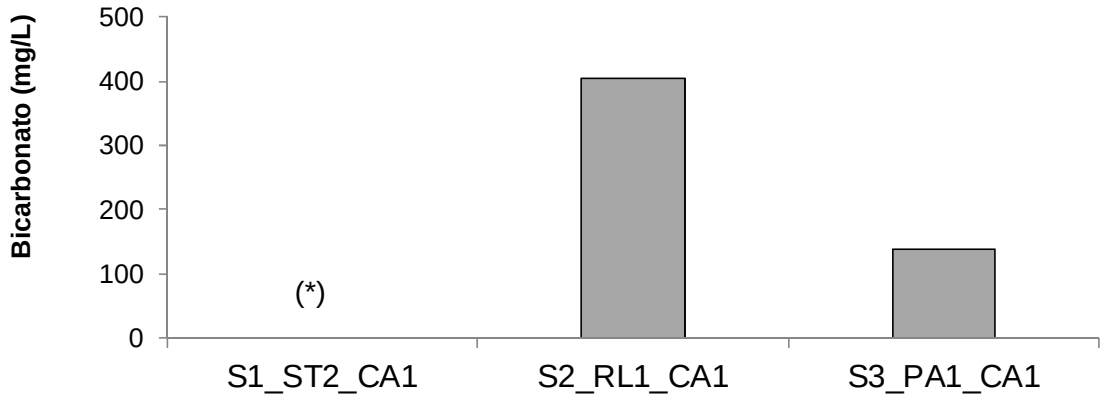


Figura 3.25: Concentración de Bicarbonato (mg/L) en los sectores de monitoreo de calidad de agua. Abril 2014. (*) Valor bajo el límite de cuantificación (<5 mg/L)

Folio012566

Carbonato (mg/L): Durante abril de 2014, la concentración de carbonato en el sector 1 (S1_ST2_CA1) fue de 69 mg/L, en el sector 2 (S2_RL1_CA1) fue de <5 mg/L, mientras que en el sector 3 (S3_PA1_CA1) fue de 7,3 mg/L (Figura 3.26). Las concentraciones de los sectores 1 y 3, se encontraron dentro de lo esperado, mientras que el sector 2 no presenta valor referencial (Tablas I, II y III del Anexo F).

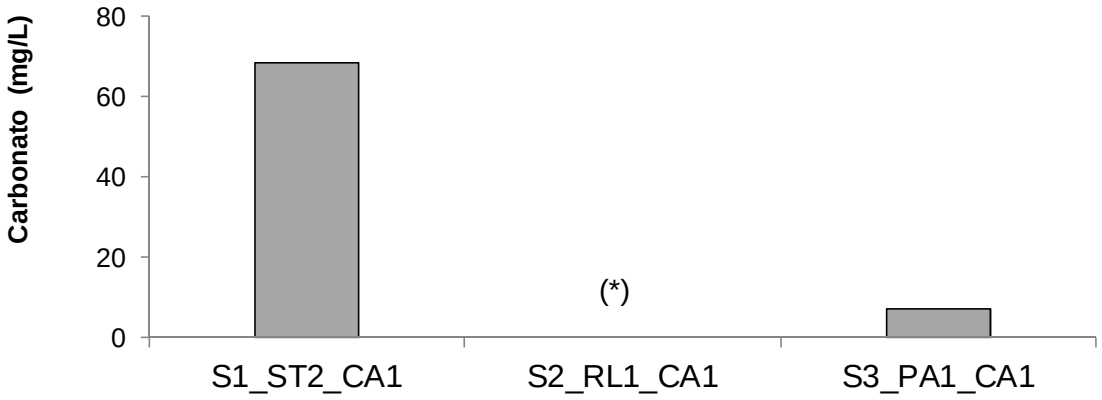


Figura 3.26: Concentración de Carbonato (mg/L) en los sectores de monitoreo de calidad de agua. Abril 2014. (*) Valor bajo el límite de cuantificación (<5 mg/L).

Cloruro (mg/L): Durante abril de 2014, la concentración de cloruro en el sector 1 (S1_ST2_CA1) fue de 9492 mg/L, en el sector 2 (S2_RL1_CA1) fue de 1006 mg/L, mientras que en el sector 3 (S3_PA1_CA1) fue de 95 mg/L (Figura 3.27). Las concentraciones de cloruro en todos los sectores se encontraron dentro de lo esperado (Tablas I, II y III del Anexo F).

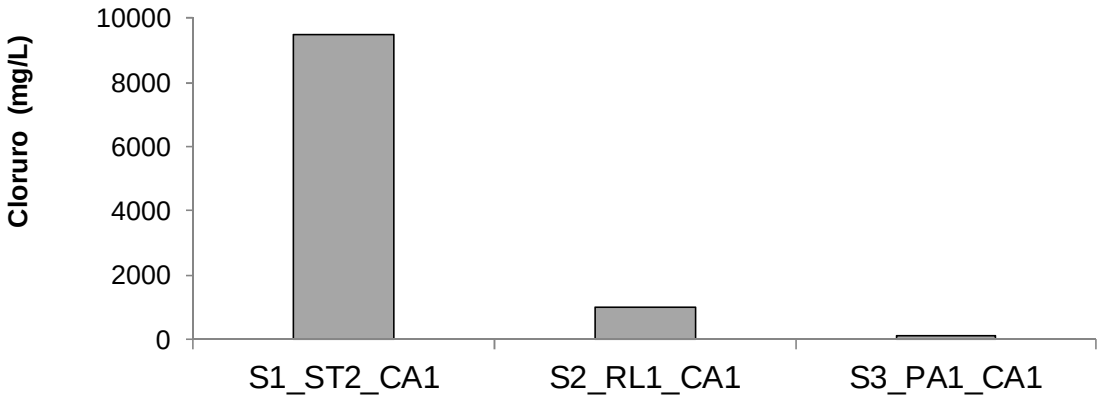


Figura 3.27: Concentración de Cloruro (mg/L) en los sectores de monitoreo de calidad de agua. Abril 2014.

Folio012567

Sílice (mg/L): Durante abril de 2014, la concentración de sílice en el sector 1 (S1_ST2_CA1) fue de 19,6 mg/L, en el sector 2 (S2_RL1_CA1) fue de 44,3 mg/L, mientras que en el sector 3 (S3_PA1_CA1) fue de 13,6 mg/L (Figura 3.28). Las concentraciones de sílice en todos los sectores se encontraron dentro de lo esperado (Tablas I, II y III del Anexo F).

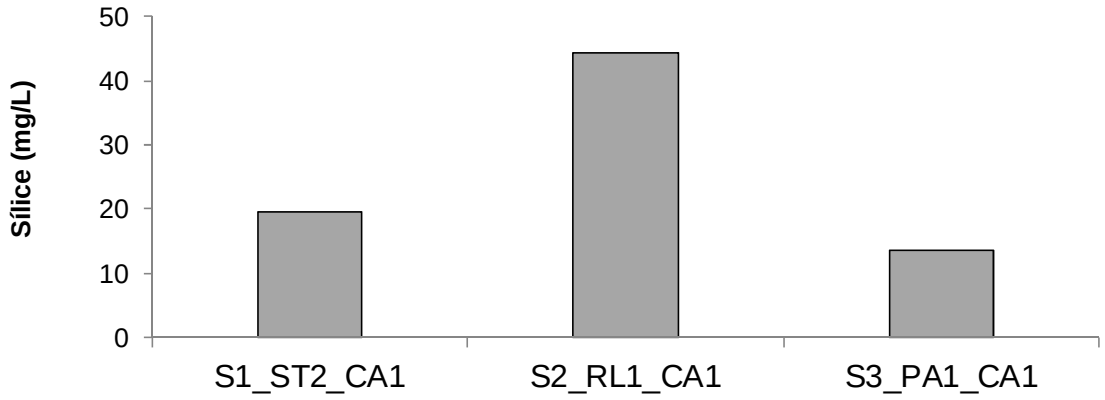


Figura 3.28: Concentración de Sílice (mg/L) en los sectores de monitoreo de calidad de agua. Abril 2014.

Sulfato (mg/L): Durante abril de 2014, la concentración de sulfato en el sector 1 (S1_ST2_CA1) fue de 2560 mg/L, en el sector 2 (S2_RL1_CA1) fue de 118 mg/L, mientras que en el sector 3 (S3_PA1_CA1) fue de 130 mg/L (Figura 3.29). Las concentraciones de sulfato en todos los sectores se encontraron dentro de lo esperado (Tablas I, II y III del Anexo F).

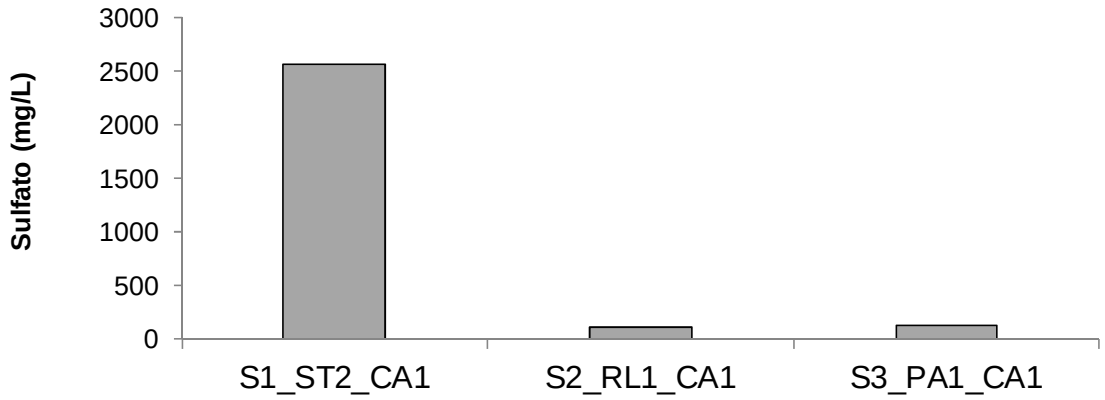


Figura 3.29: Concentración de Sulfato (mg/L) en los sectores de monitoreo de calidad de agua. Abril 2014.

Folio012568

Calcio (mg/L): Durante abril de 2014, la concentración de calcio en el sector 1 (S1_ST2_CA1) fue de 1401 mg/L, en el sector 2 (S2_RL1_CA1) fue de 178 mg/L, mientras que en el sector 3 (S3_PA1_CA1) fue de 36 mg/L (Figura 3.30). Las concentraciones de calcio en todos los sectores se encontraron dentro de lo esperado (Tablas I, II y III del Anexo F).

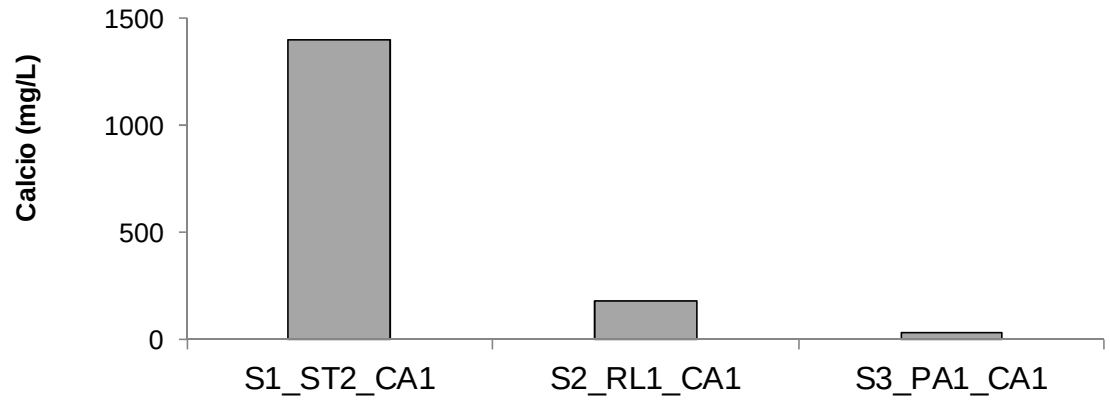


Figura 3.30: Concentración de Calcio (mg/L) en los sectores de monitoreo de calidad de agua. Abril 2014.

Magnesio (mg/L): Durante abril de 2014, la concentración de magnesio en el sector 1 (S1_ST2_CA1) fue de 525 mg/L, en el sector 2 (S2_RL1_CA1) fue de 11,6 mg/L, mientras que en el sector 3 (S3_PA1_CA1) fue de 7,2 mg/L (Figura 3.31). Las concentraciones de magnesio en los sectores 1 y 3 se encontraron dentro de lo esperado, mientras que la concentración del sector 2 (río Lamas) fue menor al mínimo reportado en antecedentes previos (Tablas I, II y III del Anexo F).

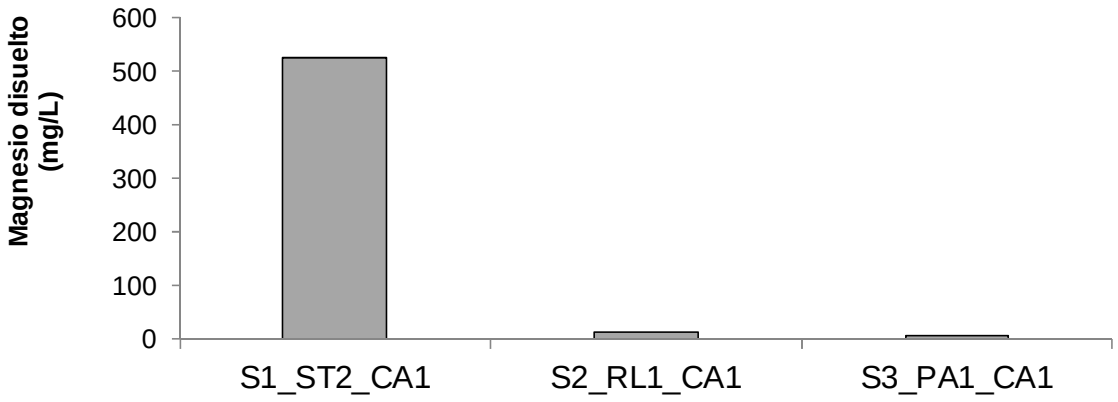


Figura 3.31: Concentración de Magnesio (mg/L) en los sectores de monitoreo de calidad de agua. Abril 2014.

Folio012569

Potasio (mg/L): Durante abril de 2014, la concentración de potasio en el sector 1 (S1_ST2_CA1) fue de 251 mg/L, en el sector 2 (S2_RL1_CA1) fue de 77,9 mg/L, mientras que en el sector 3 (S3_PA1_CA1) fue de 6,1 mg/L (Figura 3.32). Las concentraciones de potasio en los sectores 1 y 3 se encontraron dentro de lo esperado, mientras que la concentración del sector 2 (río Lamas) fue mayor al máximo reportado en antecedentes previos (Tablas I, II y III del Anexo F).

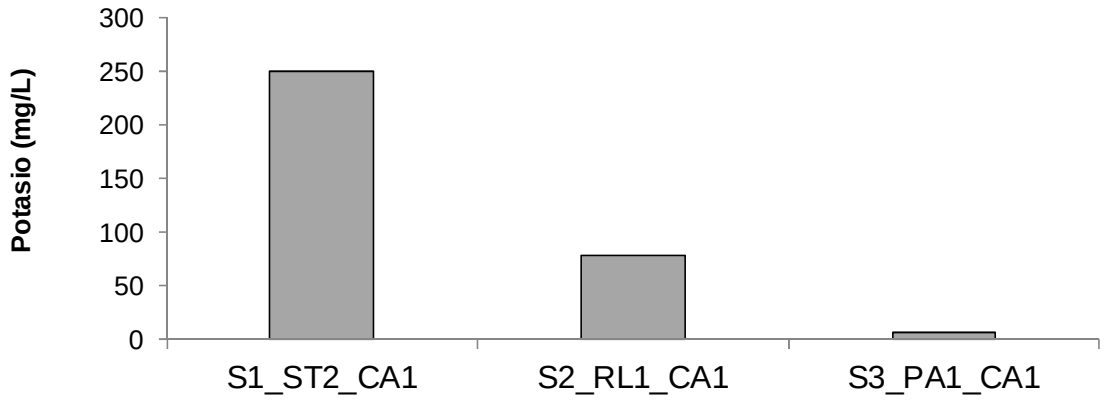


Figura 3.32: Concentración de Potasio (mg/L) en los sectores de monitoreo de calidad de agua. Abril 2014.

Sodio (mg/L): Durante abril de 2014, la concentración de sodio en el sector 1 (S1_ST2_CA1) fue de 3985,0 mg/L, en el sector 2 (S2_RL1_CA1) fue de 523,3 mg/L, mientras que en el sector 3 (S3_PA1_CA1) fue de 82,7 mg/L (Figura 3.33). Las concentraciones de sodio en todos los sectores se encontraron dentro de lo observado en estudios previos (Tablas I, II y III del Anexo F).

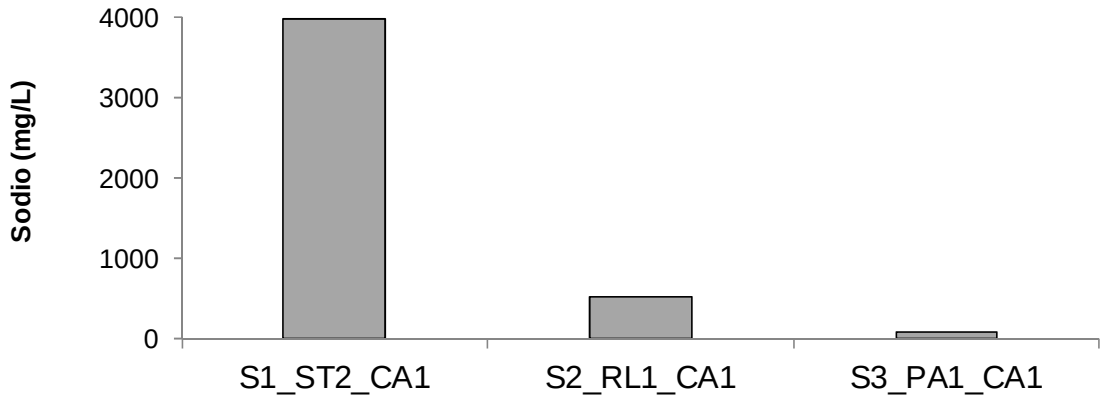


Figura 3.33: Concentración de Sodio (mg/L) en los sectores de monitoreo de calidad de agua. Abril 2014.

Folio012570

3.1.6 Otros parámetros

Fluoruro (mg/L): Durante abril de 2014, la concentración de fluoruro en el sector 1 (S1_ST2_CA1) fue de 1,3 mg/L, en el sector 2 (S2_RL1_CA1) fue de 0,2 mg/L, mientras que en el sector 3 (S3_PA1_CA1) fue de <0,1 mg/L (Figura 3.33). La concentración de fluoruro en el sector 1 se encontró dentro de lo esperado, mientras que en el sector 2 y 3 los valores fueron menores a lo observado en estudios anteriores (Tabla I, II y III del anexo).

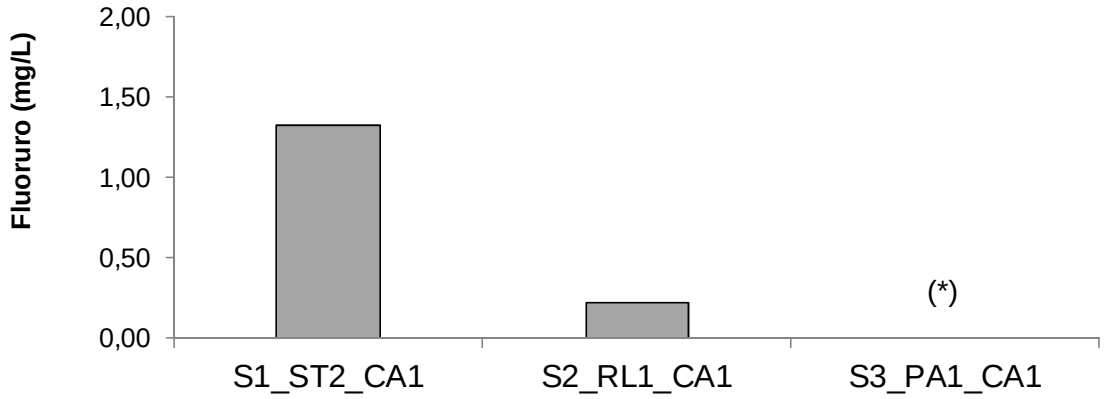


Figura 3.34: Concentración de Fluoruro mg/L) en los sectores de monitoreo de calidad de agua. Abril 2014. (*) Valor bajo el límite de cuantificación (<0,1 mg/L).

Sulfuro (mg/L): Durante abril de 2014, la concentración de sulfuro en todos los sectores se encontró bajo el límite de detección (<0,02 mg/L), los cuales son mayores a los límites reportados en estudios anteriores, por lo que no son comparativos (Tablas I, II y III del Anexo F).

3.2 Resultados del monitoreo atmosférico

Los resultados del monitoreo atmosférico corresponden a la obtención de las series de tiempo registradas por la estación meteorológica instalada en el estudio. La información registrada por cada sensor de la estación es presentada en las Figura 3.35 y Figura 3.36. De las figuras es posible observar una intermitencia en los registros, la cual no está asociada a un mal funcionamiento de la estación ni de la transmisión de datos, sino que ellas se deben a problemas del proveedor del servicio de transmisión satelital durante la puesta en marcha del sistema. Este problema ya ha sido resuelto, por lo que se ha desarrollado una metodología que permita recuperar de forma ocasional, y sin interferir en la transmisión regular, todos los registros pasados que no han sido transferidos por la estación hacia el servidor FTP. Así, dentro del corto plazo se contará con el registro completo de medición.

En cuanto a la información disponible, ella muestra el correcto funcionamiento de la estación meteorológica, y en particular, de cada uno de los sensores montados en ella. Así, es posible observar los ciclos diarios de temperatura ambiente, humedad relativa y radiación solar. Además, según la información recopilada durante las actividades de terreno, el patrón de vientos se encuentra bien representado, mostrándose un viento predominantemente Norte y con altas velocidades (15 m/s o 54 km/hr).

Folio012571

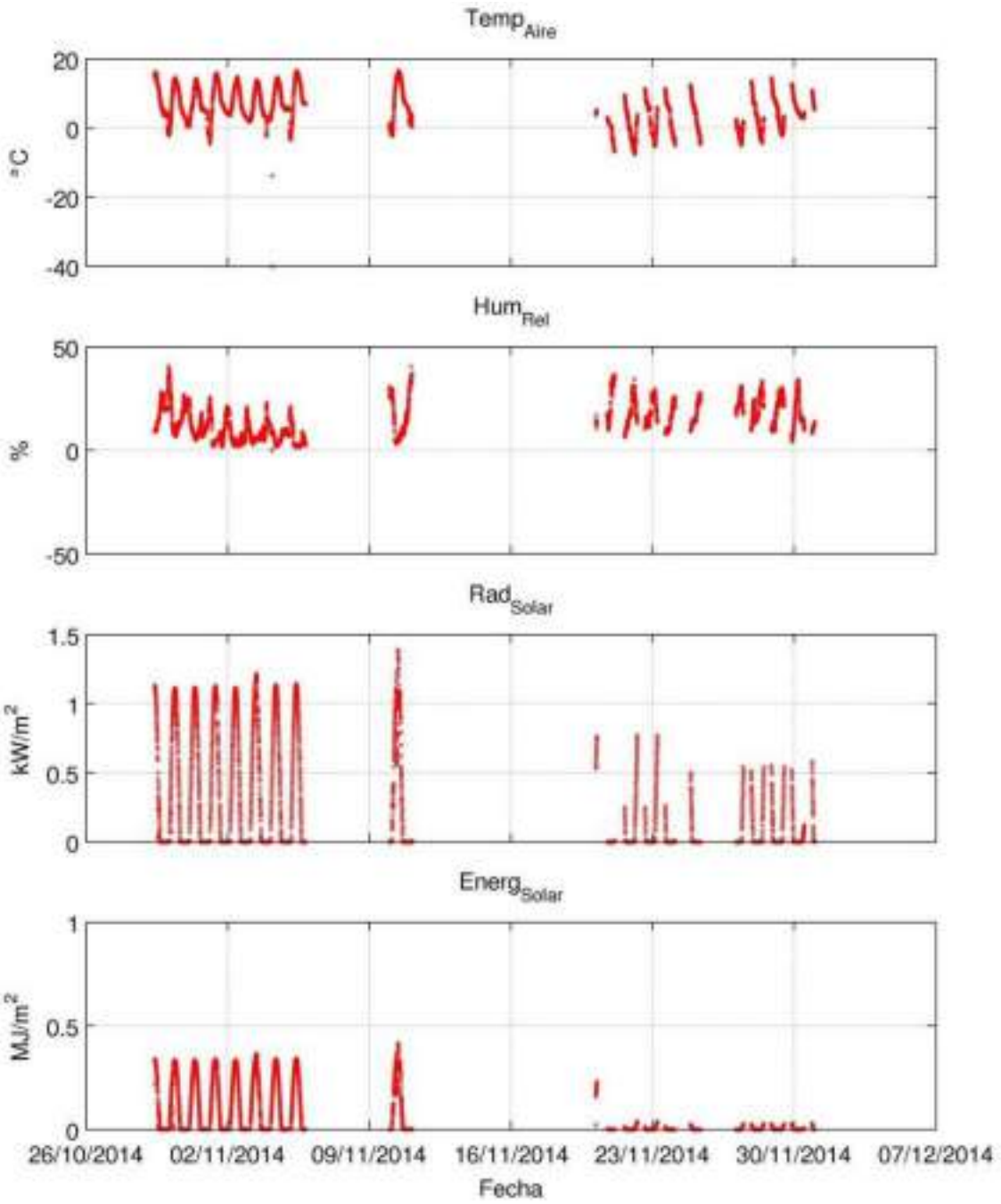


Figura 3.35. Registro obtenidos por la estación meteorológica instalada en este estudio. Se muestran 4 de las 8 variables medidas por la estación. De arriba hacia abajo ellas corresponden a: Temperatura del aire (°C), humedad relativa del aire (%), radiación solar (kW/m^2) y energía solar equivalente (MJ/m^2).

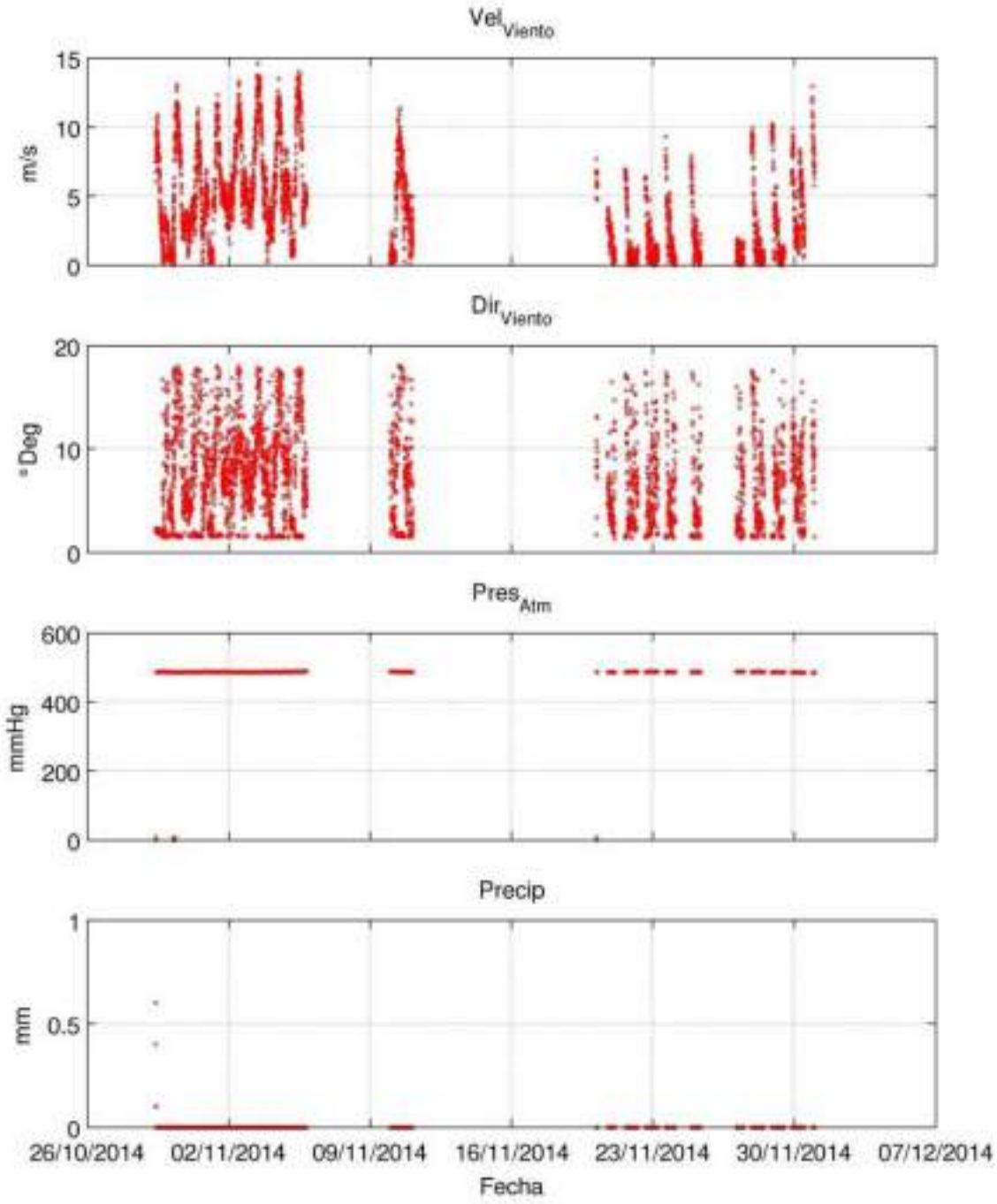


Figura 3.36. Registro obtenidos por la estación meteorológica instalada en este estudio. Se muestran 4 de las 8 variables medidas por la estación. De arriba hacia abajo ellas corresponden a: Velocidad del viento (m/s), dirección del viento (°Deg), presión atmosférica (mmHg) y precipitación (mm).

Folio012573

3.3 Resultados del monitoreo de conductividad y temperatura de aguas superficiales

Cabe señalar que no se cuenta con la información para el Sector 2 de Río Lamas, debido a la pérdida del sensor junto con el sistema de sujeción. Este hecho fue explicado anteriormente en la Sección 2.

De los datos obtenidos en el monitoreo continuo de la conductividad eléctrica de las aguas superficiales, en el Sector 1 (Figura 3.37) es posible observar un cambio asociado a la estacionalidad, es decir, se presenta un cambio debido probablemente a la variación estacional del caudal. Este tipo de asociación puede ser verificada cuando se cuente con información de los caudales pasantes por el sitio de monitoreo. En cuanto a la temperatura registrada, ella muestra una variación que puede asociarse a la estacionalidad del caudal, aun cuando se observan otras variaciones y rápidas alzas de temperaturas en el mes de agosto.
En el caso del Sector 3, las mediciones muestran el completo congelamiento de las aguas en la zona de cercana al sensor, durante el período entre mediados de mayo hasta comienzo de octubre. Es por ello que los valores de temperatura se mantienen cercanos y bajo cero, y conjuntamente se tiene que las medidas de conductividad son nulas (esperado para una condición de congelamiento). Posteriormente, durante el período de deshielos se cuenta con registro de conductividad, aun cuando las aguas muestren temperaturas levemente superiores a cero grados. Así, se cuenta con mediciones de conductividad antes de que las temperaturas comiencen a elevarse

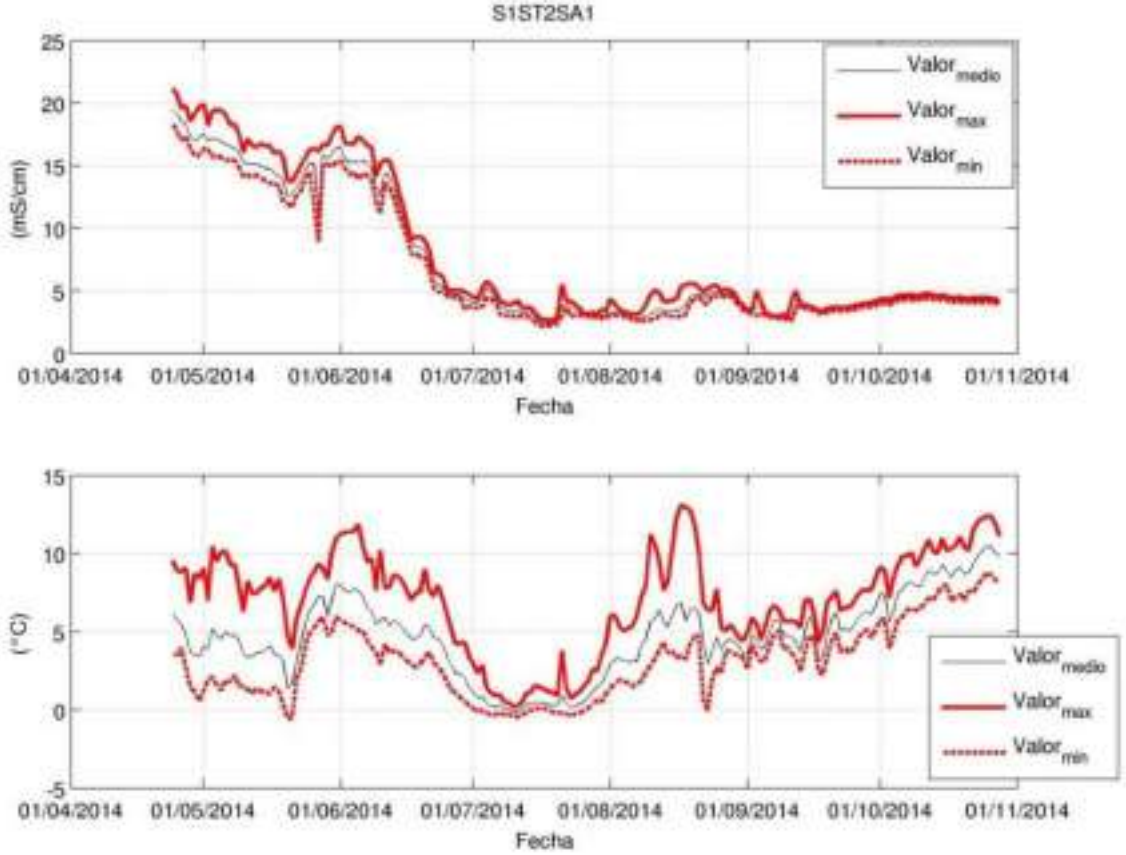


Figura 3.37. Registro obtenidos por el sensor de conductividad y temperatura HOBO, instalado en Sector 1 – Sur del Salar de Maricunga / Laguna Santa Rosa.

Folio012574

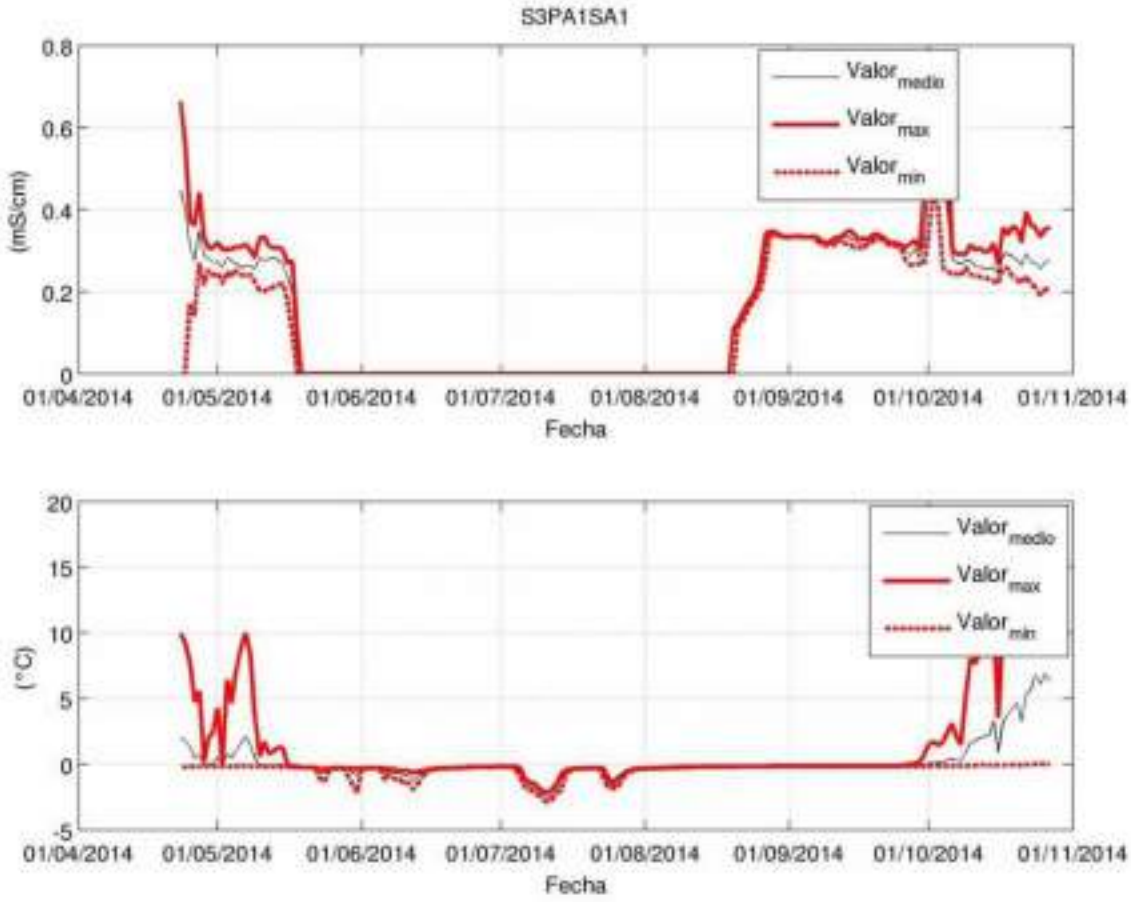


Figura 3.38. Registro obtenidos por el sensor de conductividad y temperatura HOBO, instalado en Sector 3 – Vega Pantanillo y Río Astaburuaga.

3.4 Resultados del monitoreo de nivel y temperatura de las aguas subterráneas

En el caso de las mediciones de presión, como base para la determinación del nivel freático en cada uno de los sectores de monitoreo, esta variable cuenta con valores de comparación similares a las variables de calidad de agua. Es por ello que no se presentará una caracterización en esta sección. Aun así, en la sección siguiente se presentará una breve revisión conjunta de todas las variables por cada sector, con el fin de poder caracterizar algunas de las tendencias y dinámica de los sectores. Los resultados obtenidos se muestran en las Figura 3.39 a Figura 3.44.

Folio012575

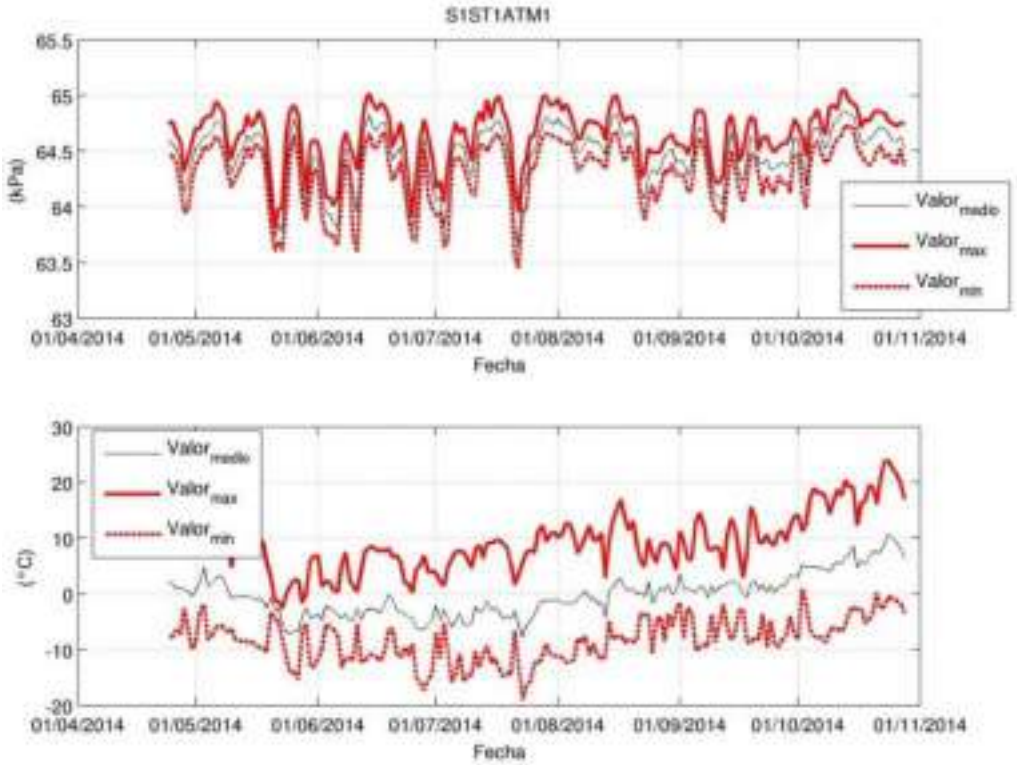


Figura 3.39. Registro obtenidos por el sensor de presión atmosférica HOBO, instalado en Sector 1 – Sur del Salar de Maricunga / Laguna Santa Rosa.

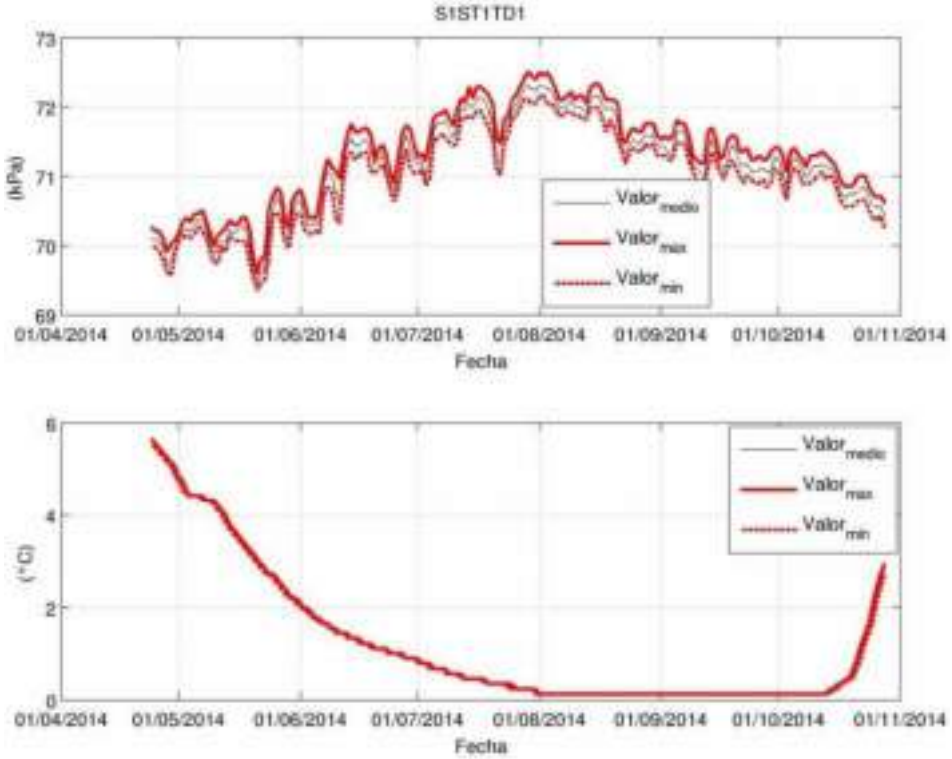


Figura 3.40. Registro obtenidos por el sensor presión de agua HOBO, instalado en Sector 1 – Sur del Salar de Maricunga / Laguna Santa Rosa.

Folio012576

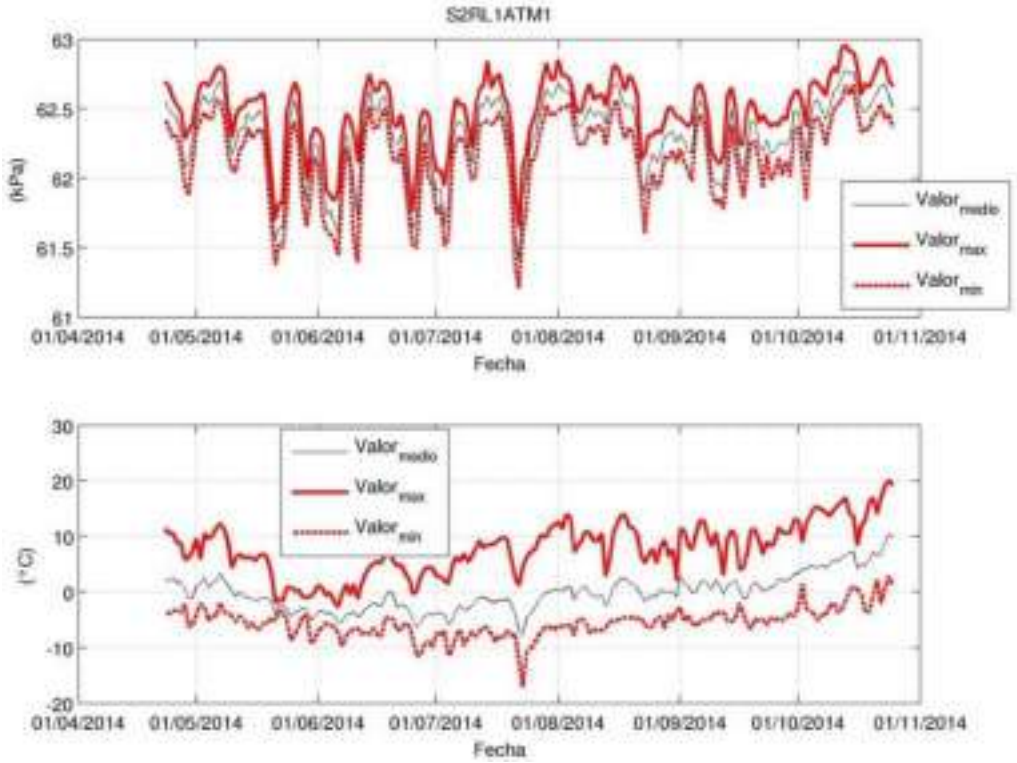


Figura 3.41. Registro obtenidos por el sensor de presión atmosférica HOBO, instalado en Sector 2 – Río Lamas.

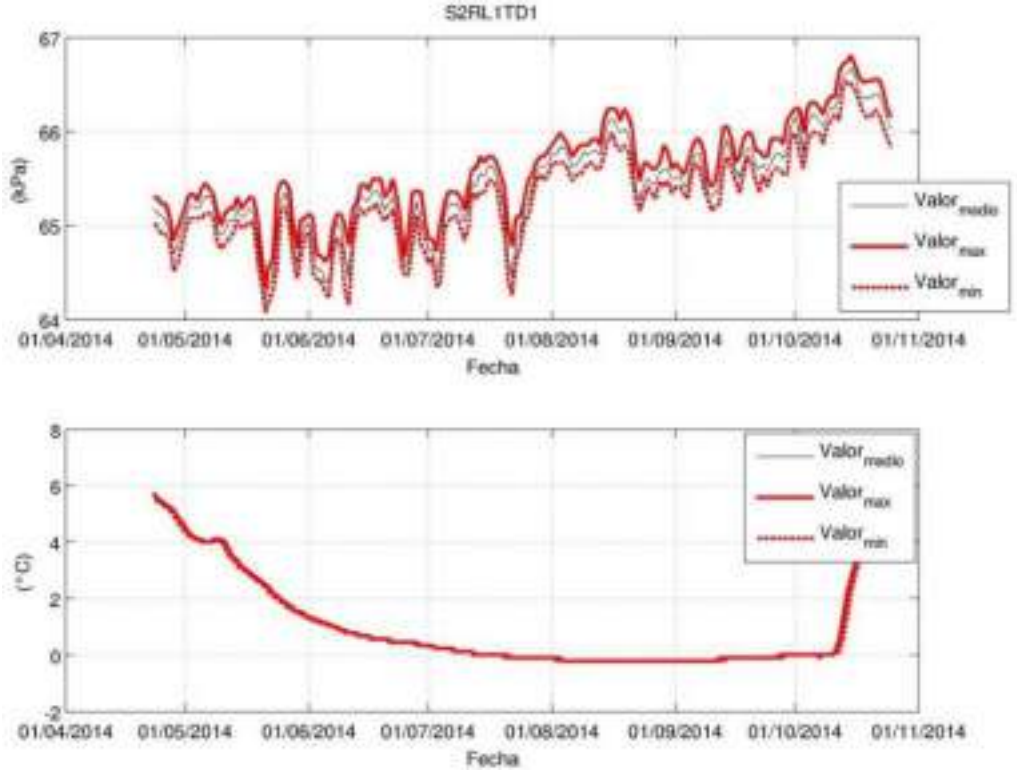


Figura 3.42. Registro obtenidos por el sensor presión de agua HOBO, instalado en Sector 2 – Río Lamas.

Folio012577

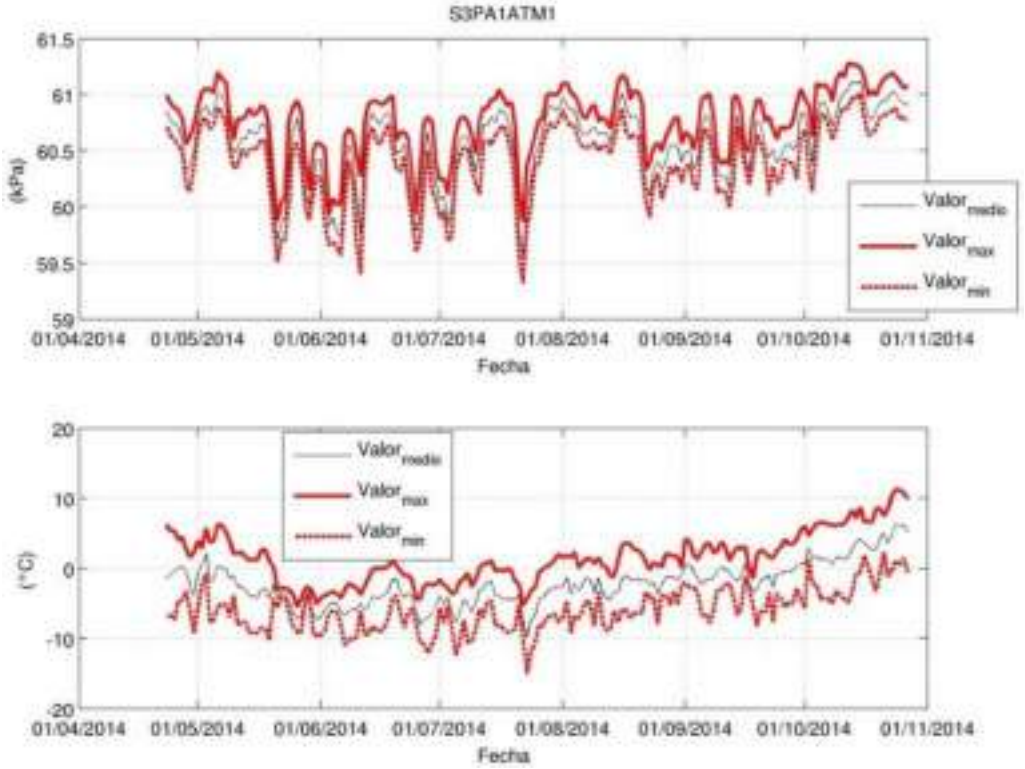


Figura 3.43. Registro obtenidos por el sensor de presión atmosférica HOBO, instalado en Sector 3 – Vega Pantanillo y Río Astaburuaga.

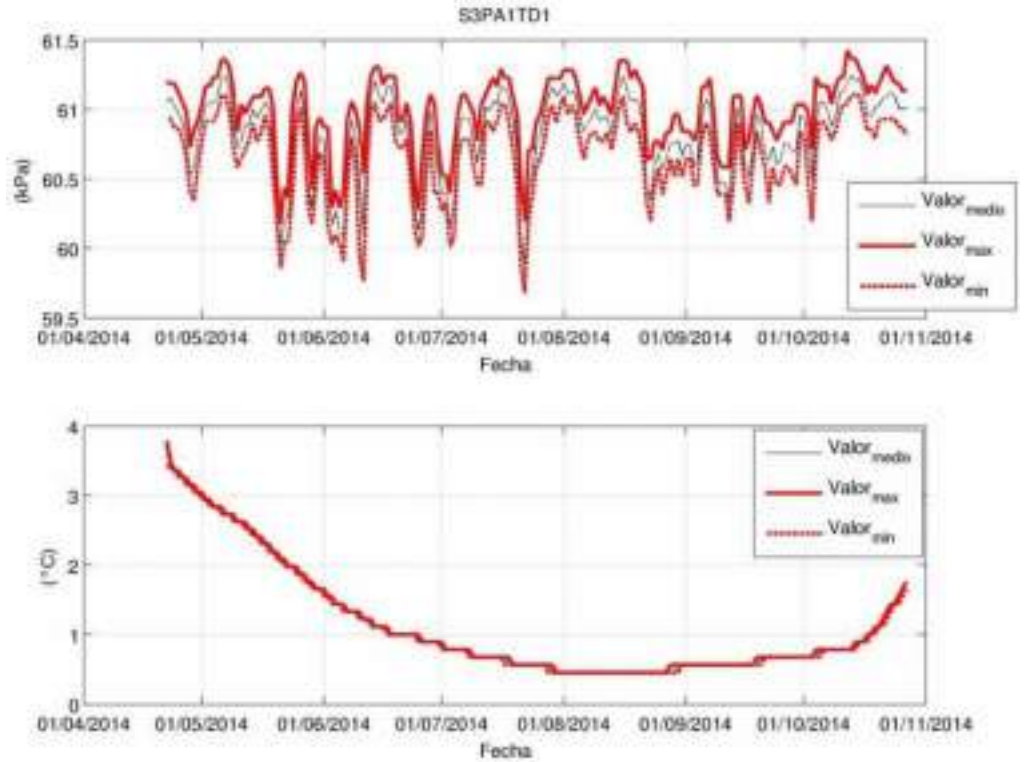


Figura 3.44. Registro obtenidos por el sensor presión de agua HOBO, instalado en Sector 3 – Vega Pantanillo y Río Astaburuaga.

Folio012578

3.5 Resumen de resultados del monitoreo de nivel, conductividad y temperaturas por sectores de estudio

En esta sección se entregan figuras con la compilación de las diferentes variables medidas por sector. Con ellas es posible revisar el comportamiento conjunto de las variables en el tiempo, permitiendo identificar cambios generales en el sector de monitoreo. Además de las imágenes, previamente se entregan tablas resumen para cada sector, con los valores recopilados para las variables que correspondan y el rango de esperado para cada una de ellas. Lo anterior permite revisar el comportamiento de cada variable, para el período de registro existente. Cabe señalar que las variables presentadas en las tablas corresponden a variables de calidad de aguas, por lo que los rangos deben ser aplicados a las variables que correspondan.

A continuación, en la Tabla 3.1, Tabla 3.2 y Tabla 3.3, se entregan un resumen de la información recopilada para cada variable y el rango de valores esperado.

Folio012579

Tabla 3.1. Resumen de variable relevantes del Sector 1 – Sur del Salar de Maricunga / Laguna Santa Rosa. Muestran los valores recopilados y el rango esperado para cada variable.

Parámetro	Unidad	Sector 1	Risacher et al., 1999				Línea Base Lobo-Marte				Rango esperado
		24-04-2014	1995				NOV 2009- OCT 2010				
		12:15	Mín.	Máx.	Promedio	DE	Mínimo	Máximo	Promedio	DE	
Conductividad	mS/cm	29,7	1,49	15	8,3175	5,56	3,82	85,6	25,97	-	**1,49−85,6**
Oxígeno disuelto	mg/L	8,1	3,5	7,5	6,125	1,80	3,65	10,06	6,52	-	**3,5−10,06**
pH	-	8,8	7,48	8,62	8,1075	0,54	7,76	9,94	8,81	-	**7,48−9,94**
Temperatura	ºC	7,6	0	10,5	5,825	4,34	0,9	25,2	12,45	-	**0−25,2**

Tabla 3.2. Resumen de variable relevantes del Sector 2 – Río Lamas. Muestran los valores recopilados y el rango esperado para cada variable.

Parámetro	Unidad	Sector 2	Risacher et al., 1999				Proyecto Lobo-Marte				Rango esperado
		23-04-2014	1995				NOV 2009- OCT 2010				
		12:15	Mín.	Máx.	Promedio	DE	Mínimo	Máximo	Promedio	DE	
Conductividad	mS/cm	4	0,406	4,32	3,76	0,92	3,6	4,20	3,97	-	**0,406−4,32**
Oxígeno disuelto	mg/L	7,9	1,02	17,44	8,17	2,69	4,17	8,75	5,34	-	**1,02−17,44**
pH	-	7,1	4,83	8,25	7,32	0,67	6,82	8,27	7,39	-	**4,83−8,27**
Temperatura	ºC	17,2	7,3	22,04	17,77	3,27	10	16,9	13,60	-	**7,3−22,04**

Folio012580

Tabla 3.3. Resumen de variable relevantes del Sector 3 – Vega Pantanillo y río Astaburuaga. Muestran los valores recopilados y el rango esperado para cada variable.

Parámetro	Unidad	Sector 3	Risacher et al., 1999				Proyecto Lobo-Marte				Proyecto El Volcán				Rango esperado
		22-04-2014	1995				NOV 2009- OCT 2010				2011 - 2012				
		14:36	Mín.	Máx.	Promedio	DE	Mín.	Máx.	Promedio	DE	Mín.	Máx.	Promedio	DE	
Conductividad	mS/cm	0,8	0,337	0,819	0,578	0,34	0,68	1,06	0,85	-	0,094	2,18	0,8	1,1	**0,094−2,18**
Oxígeno disuelto	mg/L	9,5	8,7	9,2	8,95	0,35	4,66	15,89	8,26	-	-	-	-	-	**4,66−15,89**
pH	-	8,6	8,19	9,21	8,7	0,72	8,59	9,53	8,99	-	6,3	7,93	7,4	0,6	**6,3−9,53**
Temperatura	ºC	4,8	0,2	1	0,6	0,57	0,2	21,8	9,04	-	-	-	-	-	**0,2−21,8**

Folio012581

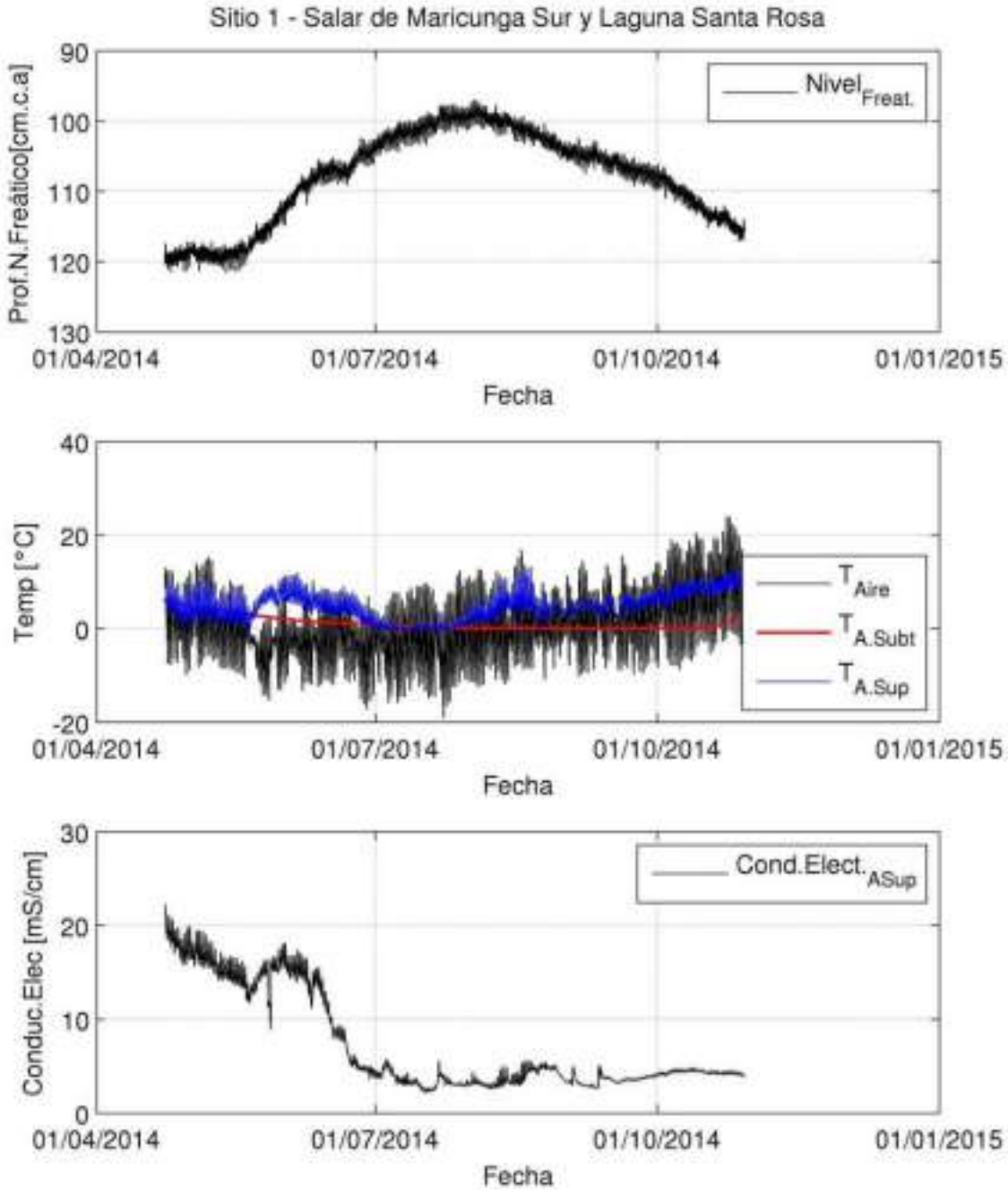


Figura 3.45. Resumen del monitoreo continuo en Sector 1 – Sur del Salar de Maricunga y Laguna Santa Rosa.

En el Sector 1 se observa un claro ascenso del nivel freático que inicia a mediados de junio, y alcanza su máximo nivel a comienzos de agosto, para luego comenzar a descender. Este ascenso es aproximadamente de 20 cm, mostrándose una profundidad base del nivel freático de 120 cm respecto al nivel del suelo del sitio. De forma no tan clara, es posible observar un leve ascenso de la temperatura ambiente durante este mismo intervalo de tiempo. En cuanto a la conductividad, ella muestra una fuerte baja en una fecha similar al inicio del ascenso del nivel freático, lo cual hace pensar en un

Folio012582

aumento del caudal pasante superficialmente conjuntamente con el ascenso de la napa. Así, la simultaneidad de ambas variaciones indican la existencia de un proceso general de recarga del sistema, pero que sin una información de caudales para el mismo período y con resolución temporal semejante, no es posible de verificar la fuente de las aguas.
Finalmente, tanto la temperatura del agua superficial como la subterránea, se muestran con temperatura consideradas dentro de los rangos normales.

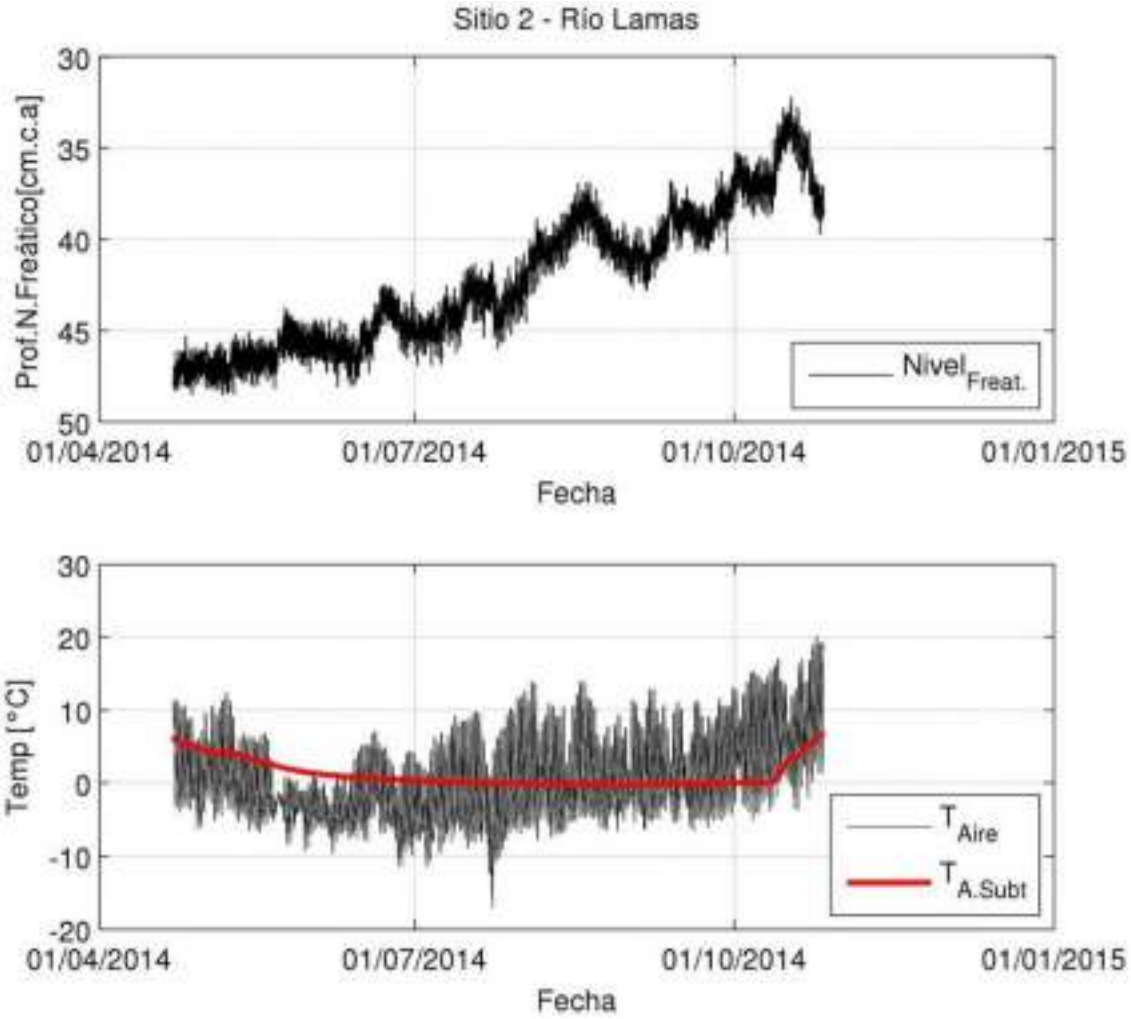


Figura 3.46. Resumen del monitoreo continuo en Sector 2 – Río Lamas.

El Sector 2 muestra un ascenso del nivel freático inferior al del Sector 1, alcanzando como máximo los 15 cm de ascenso durante el período de registro. Aun así, el este sector muestra una ascenso constante a la fecha de descarga de la información, por lo que tras una nueva captura de datos, será posible realizar una comparación de esta diferencia en la dinámica del nivel freático. En cuanto a la temperatura ambiente, ella se muestra normal y similar al Sector 1. Finalmente, la temperatura del agua subterránea pareciera ser levemente superior a la registrada en el Sector 1, lo cual puede estar dado por la menor profundidad de la napa respecto de la superficie.

Folio012583

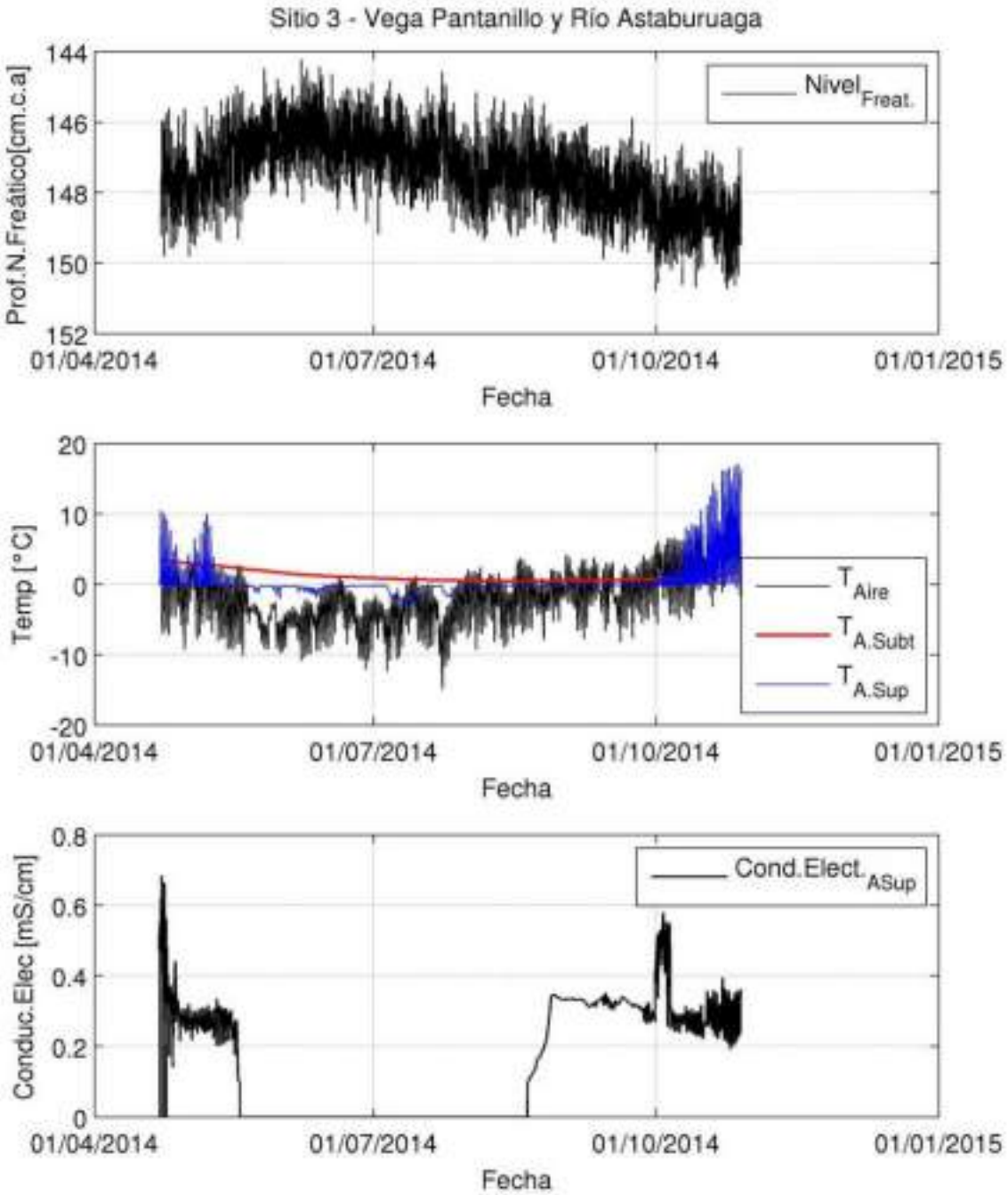


Figura 3.47. Resumen del monitoreo continuo en Sector 3 – Vega Pantanillo y Río Astaburuaga.

El Sector 3 muestra un leve ascenso del nivel freático, y en un período anterior al registrado por los otros 2 sectores de monitoreo, lo cual no muestra una conexión entre las variaciones entre sectores. La temperatura ambiente muestra ser bastante inferior a la de los otros sectores, registrándose temperatura inferiores a los 0°C la mayoría del tiempo. Ello refuerza la hipótesis antes entregada, sobre el congelamiento de las aguas superficiales en el río Astaburuaga, dada las bajas temperaturas registradas en el agua

Folio012584

superficial y la medición de conductividades eléctrica nulas. Es por lo anterior que se considera que este sector es el que presenta las condiciones más extremas entre todos los sectores de monitoreo.

3.6 Resultados del monitoreo de flora y vegetación azonal

A continuación se desarrollan los análisis de la información obtenida en terreno durante el monitoreo de flora y vegetación. Las bases de datos de la información levantada en terreno se entregan en los Anexos Digitales de este informe.

3.6.1 Sector 1: Salar de Maricunga

En el Salar de Maricunga se establecieron tres transectos para el monitoreo de vegetación asociada al humedal (Figura 3.48). Las coordenadas de inicio y fin de cada uno de los tres transectos están señaladas previamente en la Tabla 2.9.

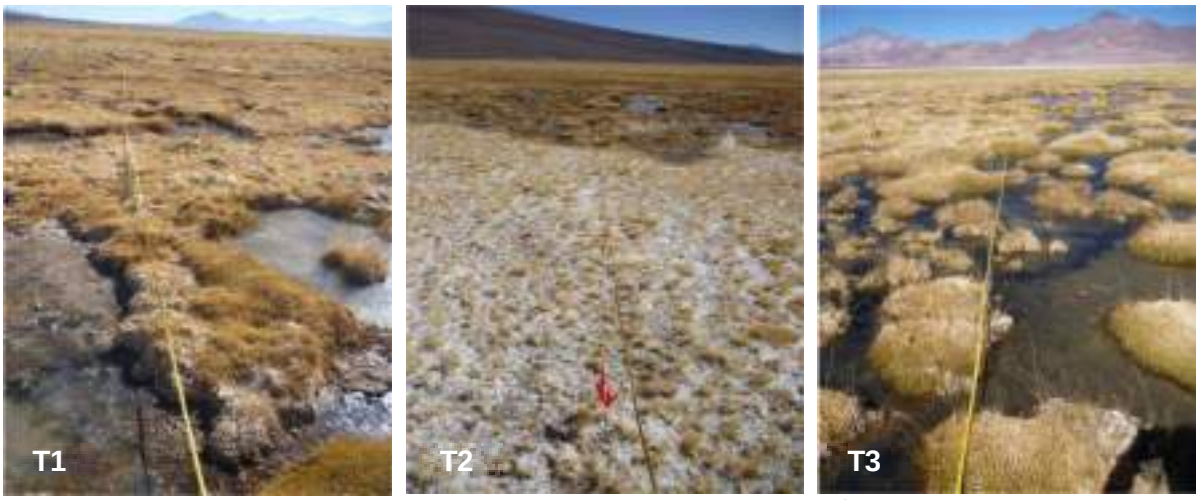


Figura 3.48: Transectos para el monitoreo de la vegetación del sector Salar de Maricunga.

La flora identificada durante el establecimiento de los transectos de monitoreo abarcó cuatro especies, pertenecientes a tres familias botánicas. La familia más representada es Poacea, con dos especies. Todas las especies identificadas son nativas, con forma de crecimiento de hierba perenne y ninguna ha sido clasificada en categorías de conservación oficial a nivel nacional. En el contexto regional, de acuerdo al Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama (Squeo, Arancio y Gutiérrez, 2008), todas las especies están en la categoría Fuera de Peligro (Figura 3.48).

La vegetación se caracterizó por ser del tipo pulvinada, con plantas de crecimiento compacto, semigloboso. Las especies dominantes son *Zameioscirpus atacamensis,* con porcentajes de participación sobre el 30% en los transectos 1 y 3; y *Puccinellia frigida,* con porcentajes de participación entre el 14 y el 24% (Figura 3.48). Acompañan también *Deyeuxia eminens* y *Triglochin palustris*; ésta última con una participación sobre el 14% del transecto 2 ubicado en el ecotono de transición vegetación zonal-azonal (Tabla 3.4).
El porcentaje de sustrato salino estuvo entre el 11,26% en el transecto 3 y 32,45% en el transecto 2 (promedio: 23,18%), mientras que el agua cubría entre el 13,25%, en el transecto 1 y el 35,10% en el transecto 3 (promedio: 23,40%).

De acuerdo a la clasificación de Ahumada y Faúndez (2009), el sector monitoreado en el Salar de Maricunga corresponde a un "**Bofedal Salino** de *Zameioscirpus atacamensis*".

Tabla 3.4: Porcentaje de participación de las especies dominantes de la vegetación azonal en el sector Salar de Maricunga. Monitoreo abril de 2014.

Especie	Familia	Origen	Forma de crecimiento	Estado de conservación	T1	T2	T3
Deyeuxia eminens	Poaceae	Nativa	Hierba perenne	FP*	0,66	5,30	2,65
Puccinellia frigida	Poaceae	Nativa	Hierba perenne	FP	15,23	23,84	14,57
Triglochin palustris	Juncaginaceae	Nativa	Hierba perenne	FP	7,95	14,57	5,96
Zameiscirpus atacamensis	Cyperaceae	Nativa	Hierba perenne	FP	37,09	1,99	30,46
Agua					13,25	21,85	35,10
Sal					25,83	32,45	11,26
Riqueza de especies					4	4	4
Cobertura de vegetación					60,93	45,70	53,64

* En Squeo *et al.* 2008 como *Calamagrostis eminens* (J.Presl) Steud.

3.6.2 Sector 2: Río Lamas

En el sector del río Lamas se establecieron tres transectos para el monitoreo de vegetación asociada al humedal (Figura 3.49). Las coordenadas de inicio y fin de cada uno de los tres transectos están señaladas previamente en la Tabla 2.10.



Figura 3.49: Transectos establecidos para monitoreo de vegetación del sector Río Lamas.

Folio012586

La flora identificada durante el establecimiento de los transectos de monitoreo abarcó seis especies, pertenecientes a cuatro familias botánicas. La familia más representada fue Poacea, con tres especies. Todas las especies identificadas son nativas, con forma de crecimiento de hierba perenne (incluyendo una acuática perenne) y ninguna ha sido clasificada en categorías de conservación oficial a nivel nacional. En el contexto regional, de acuerdo al Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama (Squeo, Arancio y Gutiérrez 2008), tres especies están en la categoría Fuera de Peligro, dos en la de Insuficientemente Conocida y una no fue evaluada (Tabla 3.5).

Tabla 3.5: Porcentaje de participación de las especies dominantes de la vegetación azonal en el sector Río Lamas. Monitoreo abril de 2014.

Especie	Familia	Origen	Forma de crecimiento	Estado de conservación	T1	T2	T3
Arenaria rivularis	Caryophyllaceae	Nativa	Hierba perenne	FP	1,99		
Deyeuxia curvula	Poaceae	Nativa	Hierba perenne	FP*	2,65		31,13
Deyeuxia eminens	Poaceae	Nativa	Hierba perenne	FP*	50,33	41,06	29,80
Hordeum pubiflorum ssp. halophitum	Poaceae	Nativa	Hierba perenne	IC (posible FP)		0,66	
Ruppia marítima	Ruppiaceae	Nativa	Hierba acuática perenne	No evaluada	4,64	2,65	0,66
Triglochin striata	Juncaginaceae	Nativa	Hierba perenne	IC (posible EX)	7,28		0,66
Rastrojo de *Deyeuxia curvula*							3,97
Rastrojo de *Deyeuxia eminens*					7,28	22,52	11,26
Mantillo							1,32
sal					11,92		21,19
suelo					13,91	33,11	
Riqueza de especies					5	3	4
Cobertura de vegetación					66,89	44,37	62,25

*** En Squeo *et al.* 2008 como *Calamagrostis curvula* (Wedd.) Pilg. y *Calamagrostis eminens* (J.Presl) Steud. / *Nomenclatura: IC – Insuficientemente conocida, FP – Fuera de peligro, y EX – Extinta.***

La vegetación se caracterizó por ser del tipo cespitosa, con plantas de crecimiento e forma de champas. La especie dominantes es *Deyeuxia eminens,* con porcentajes de participación entre el 29,8% y 50,33%. Se observó además un cubrimiento no menor de rastrojos de *D. eminens* (7,28 a 22,52%) y de *D. curvula* (3,97% sólo en el transecto 3), y una porción de mantillo en el transecto 3 (1,32%). El porcentaje de sustrato salino estuvo

Folio012587

entre el 11,92% en el transecto 1 y 21,19% en el transecto 3, mientras que el suelo desnudo cubría entre el 13,91%, en el transecto 1 y 33,11% en el transecto 2 (Tabla 3.5)

De acuerdo a la clasificación de Ahumada y Faúndez 2009, el sector monitoreado en el Río Lamas corresponde a un "**Pajonal Hídrico no salino** de *Deyeuxia eminens"*.

3.6.3 Sector 3: Vega Pantanillo

En el sector de la Vega Pantanillo se establecieron tres transectos para el monitoreo de vegetación asociada al humedal (Figura 3.50). Las coordenadas de inicio y fin de cada uno de los tres transectos están señaladas previamente en la Tabla 3.6.

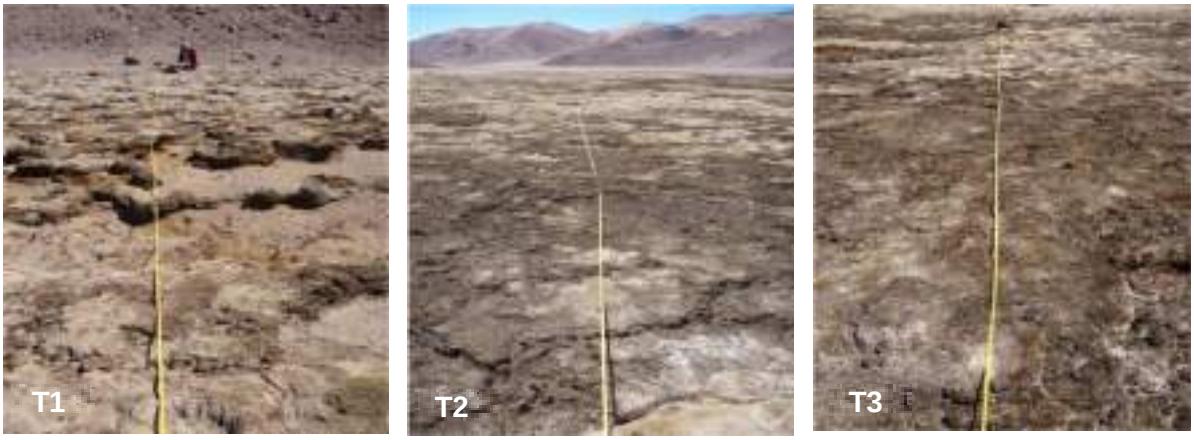


Figura 3.50: Transectos establecidos para monitoreo de vegetación sector vega Pantanillo.

En este sector sólo fue posible identificar un taxa de planta viva en el extremo de la vega: *Festuca* sp. No fue posible determinarla a nivel de especie por la escasez de individuos disponibles para colectar y la falta de organismos reproductivos. La vegetación en general se observó muerta, en estado de rastrojos (2,65% en el transecto 1) y mantillo (29,14 – 76,16%), siendo imposible identificar las especies que alguna vez dominaron la vega. El suelo desnudo (substrato orgánico) presentó cobertura del 23,84 – 70,86% (Tabla 3.6).

Tabla 3.6: Porcentaje de participación de las especies dominantes de la vegetación azonal en el sector Vega Pantanillo. Monitoreo abril de 2014.

Especie	T1	T2	T3
Poaceae no identificada	0,66		
Rastrojo de Poaceae	2,65		
Mantillo	57,62	29,14	76,16
Suelo	39,07	70,86	23,84
Riqueza de especies	1,00	0,00	0,00
Cobertura de vegetación	0,66	0,00	0,00

Folio012588

3.7 Resultados del monitoreo de la componente terrestre

A continuación, se desarrollan los análisis de la información obtenida en terreno para la caracterización de los suelos. Las bases de datos de la información levantada en terreno se entregan en los Anexos Digitales de este informe.

3.7.1 Caracterización de variables hídricas-salinas del suelo

El suelo de los transectos lineales de 15 m de vegetación fueron evaluados en el perfil superior (5 cm) en cuanto al contenido volumétrico de agua o humedad, temperatura y conductividad eléctrica (salinidad), utilizando un sensor portátil "GS3+ProCheck" para mediciones instantáneas de Humedad, Temperatura y Salinidad del suelo (Tabla 3.7).

Tabla 3.7: Contenido Volumétrico del Agua, Temperatura y Conductividad Eléctrica para suelos en transectos de vegetación azonal de sectores de estudio.

Sector	Transecto Punto (n)	Contenido Vol. H_2O	Temperatura	Conductividad Eléctrica	Desviación Estándar		
		(m^3/m^3)	(°C)	(mS/cm)	C.V. H_2O	T (°C)	C.E.
Vega Pantanillo	1A (7)	0,00	21,2	0,00	0,21	0,01	1,21
	1B (5)	0,00	19,1	0,00	0,19	0,00	0,19
	2A (6)	0,00	20,0	0,00	0,19	0,00	0,19
	2B (8)	0,00	20,7	0,00	0,12	0,00	0,12
	3A (5)	0,00	21,4	0,00	0,04	0,00	0,04
	3B (5)	0,00	22,8	0,00	0,18	0,00	0,18
Rio Lamas	1A (12)	0,716	13,0	3,32	0,99	0,05	0,99
	1B (12)	0,420	18,7	2,41	0,37	0,32	0,37
	1C (11)	0,557	17,9	2,94	0,25	0,25	0,25
	3A (11)	0,757	17,0	3,73	0,35	0,14	0,35
	3B (10)	0,578	19,0	2,84	1,16	0,26	1,16
	3C (11)	0,312	21,2	1,88	0,26	0,32	0,26
Salar Maricunga	1A (10)	0,392	11,7	1,07	1,19	0,18	1,19
	1C (12)	0,364	14,3	0,91	0,35	0,17	0,35
	2A (11)	0,644	12,6	2,08	0,67	0,12	0,67
	2B (10)	0,625	13,3	2,45	0,28	0,17	0,28
	2C (11)	0,567	14,0	1,55	0,33	0,05	0,33

Los resultados en Vega Pantanillo muestra un contenido de agua o humedad de cero (0). Dada la falta de humedad, la conductividad registrada por el sensor fue de 0 mS/cm. Respecto a las temperaturas, en general son varios grados superiores a los valores que se registran en los otros sectores (a pesar que fueron determinados en horarios comparables y las condiciones climáticas de todos los días son similares).

En Río Lamas se determinó la humedad de suelo más alta, especialmente en el punto A donde se encontraban las plantas al borde del curso del agua (entre 0,716 y 0,757 para los Transectos 1 y 3, respectivamente). Este último transecto (3) presenta más claro los gradientes de contenido hídrico entre los puntos A (0,757), B (0,578) y C (0,312) así como en salinidad en los puntos A (3,73), B (2,84) y C (1,88 mS/cm). Este patrón también fue

Folio012589

observado en el transecto 1, con la mayor y menor conductividad (salinidad) correspondiente a mayor (A con 3,323) y menor (B 2,41 mS/cm) contenidos de agua (A).

En Salar Maricunga, tanto el contenido de humedad como la salinidad presenta resultados más homogéneos entre los puntos A y B (Transecto 1) así como en A, B y C (Transecto 2) con las temperaturas del suelo en este sector más bajas entre todos los setores (Tabla 3.7).

3.7.2 Caracterización de suelos

Los resultados de la caracterización de la granulometría y textura de los suelos, muestra similitudes en composición porcentual de Arena (81-92%), Arcilla (7-10%) y Limo (1-11%) en las muestras superficial (S) y profunda (F) para los tres sectores de estudio (Tabla 3.8).

Todas las muestras de Salar Maricunga, tanto superficial (S1-ST1-1S y S1-ST1-2S) como profundas (S1-ST1-1F y S1-ST1-2F) presentan textura Arenoso-Franca. Esta textura es la misma encontrada en las muestras tanto superficial como profunda de la Vega Pantanillo.

La única muestra de suelo que presentó una textura diferente (Arenoso) fue la profunda de Río Lamas, con un 92% de Arena (más alto determinado). Esto contrasta con el 81% de Arena en suelo superficial (el más bajo, similar a los encontrados en Vega Pantanillo).

Esta muestra, similar al valor determinado en la segunda muestra profunda de Maricunga, presenta contenido de Limo bajo, un 1% de la composición total de la muestra (Tabla 3.8).

Tabla 3.8: Textura (% de Arena, Arcilla y Limo) de los suelos donde está presente la vegetación azonal de los sectores de estudio.

Muestra de Suelo	Textura	Arena (%)	Arcilla (%)	Limo (%)
S1- Salar Maricunga- Superficie 1	Arenoso-Franca	85	10	5
S1- Salar Maricunga- Fondo 1	Arenoso-Franca	87	8	5
S1- Salar Maricunga- Superficie 2	Arenoso-Franca	87	8	5
S1- Salar Maricunga- Fondo 2	Arenoso-Franca	89	10	1
S2- Rio Lamas- Superficie 1	Arenoso-Franca	81	8	11
S2- Rio Lamas- Fondo 1	Arenoso	92	7	1
S3- Vega Pantanillo - Superficie 1	Arenoso-Franca	81	10	9
S3- Vega Pantanillo - Fondo 1	Arenoso-Franca	81	10	9

Concentraciones más altas de Nitrógeno, Fósforo, Zinc, Manganeso y Hierro disponibles fueron las determinadas en Vega Pantanillo, siendo unos excesivamente elevados en valores-rangos determinados en suelos de Maricunga y Lamas (Tabla 3.9). Contrasta esto que el Potasio es el único nutriente que está más concentrado en suelos de ambos sectores que en Pantanillo. Sin embargo, la mayoría de los valores determinados en estas muestras de suelos estarían por sobre o bajo el “rango medio” de otro(s) tipo(s) de suelos.

Folio012590

Tabla 3.9: Concentraciones de Nitrógeno, Fósforo, Zinc, Manganeso, Hierro y Cobre disponible (mg/kg) y Potasio intercambiable (mg/kg y cmol+/kg) de los suelos.

Muestra Suelo	Nitrógeno disponible (mg/Kg)	Fósforo disponible (mg/Kg)	Zinc disponible (mg/Kg)	Manganeso disponible (mg/Kg)	Hierro disponible (mg/Kg)	Potasio intercambiable (mg/Kg)	Potasio intercambiable (cmol+/Kg)
S1-SM-S1	12,7	2,86	0,84	0,85	1,46	603	1,54
S1-SM-F1	8,05	1,87	0,67	0,59	1,56	401	1,02
S1-SM-S2	4,27	1,94	1,07	0,79	1,84	459	1,17
S1-SM-F2	7,35	1,29	0,73	0,63	1,80	363	0,93
S2-RL- S1	7,35	8,47	1,00	9,59	14,4	422	1,08
S2-RL- F1	6,09	3,45	0,85	12,5	20,0	247	0,63
S3-VP- S1	11,6	15,9	2,23	15,9	129	151	0,39
S3-VP- F1	19,0	15,4	3,05	20,6	101	162	0,41

S1-SM (S. Maricunga), **S2-RL** (R. Lamas) y **S3-VP** (V. Pantanillo) son Sectores 1, 2 y 3, respectivamente. Muestras superficiales (S) y profundas (F).

Respecto a las concentraciones totales del Nitrógeno y Fósforo, así como el Hierro están más altos en ambas muestras -superficial y profunda- en vega Pantanillo. Particularmente, el Nitrógeno y el Hierro se destacan de la concentración en otro sector-perfil. En Maricunga, el Nitrógeno es más bajo, aunque Fósforo presenta concentraciones similares (Tabla 3.10).

Tabla 3.10: Concentración de Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Zinc, Manganeso, Hierro y Cobre total (mg/kg) de los suelos.

Muestra Suelo	Nitrógeno total (mg/Kg)	Fósforo total (mg/Kg)	Zinc total (mg/Kg)	Manganeso total (mg/Kg)	Hierro total (mg/Kg)	Potasio total (mg/Kg)	Cobre total (cmol+/Kg)
S1-SM-S1	127	461	19,7	145	2895	1366	8,50
S1-SM-F1	28,1	548	15,4	147	2399	968	6,48
S1-SM-S2	35,2	467	18,3	136	2843	1366	7,92
S1-SM-F2	77,4	504	17,4	153	3107	1366	7,35
S2-RL- S1	1357	436	11,3	394	1754	719	8,50
S2-RL- F1	281	479	10,7	382	1765	539	5,33
S3-VP- S1	1013	866	21,5	112	3244	994	5,91
S3-VP- F1	1189	806	21,7	125	5875	1260	4,47

S1-SM (S. Maricunga), **S2-RL** (R. Lamas) y **S3-VP** (V. Pantanillo) son Sectores 1, 2 y 3, respectivamente. Muestras superficiales (S) y profundas (F).

No se encontró un patrón de variación común en los perfiles de suelos en los diferentes parámetros analizados. Es decir, en las muestras superficiales es posible determinar concentraciones más altas (p.ej. Nitrógeno Total) que en las profundas como es el caso

Folio012591

de las del Salar de Maricunga, pero que contrastan total y absolutamente, en relación al mismo nutriente total, en las muestras, superficial y profunda provenientes del Río Lamas.

3.8 Resultados del monitoreo de variables ecofisiológicas en plantas

A continuación, se desarrollan los análisis de la información obtenida en terreno para la caracterización de variables ecofisiológicas. Las bases de datos de la información levantada en terreno se entregan en los Anexos Digitales de este informe.

3.8.1 Fotosíntesis (A), Conductancia (g_s) y Transpiración (E).

La caracterización en tres sitios A (al inicio), B (medio) y C (al final) de los transectos en los parámetros de Fotosíntesis, Conductancia y Transpiración se muestra en la Tabla 3.11.

En Río Lamas se evaluó un transecto completo de vegetación (sitio A, B y C) con *Deyeuxia eminens* y en el Salar de Maricunga con dos especies adicionales: *Zameioscirpus atacamensis* y *Puccinellia frigida*. Estas especies no estaban presentes en los tres sitios (A, B y C) de los transectos, por lo que se muestran únicamente los resultados de los sitios en los que se encontraron plantas de cada especie: S1-T1A y S1-T2C para *Z. atacamensis* y S1-T2A y S1T1C para *P. frígida*.

Tabla 3.11: Fotosíntesis, Conductancia y Transpiración en puntos A, B y C en transectos de vegetación en los sectores de Salar Maricunga (S1) y Rio Lamas (S2).

Sector-Transecto	Especie	Fotosíntesis (A)	Conductancia de Estomas (g_s)	Transpiración (E)
Punto (n)		µmol $CO_2/m^{-2}s^{-1}$	mmol $H_2O/m^{-2}s^{-1}$	mol $H_2O/ m^{-2}s^{-1}$
S2-T1 A (30)	*Deyeuxia*	6,44	80	2,10
S2-T1 B (40)	*Deyeuxia*	7,56	100	2,70
S2-T1 C (46)	*Deyeuxia*	4,24	60	1,75
S1-T1 A (38)	*Zameioscirpus*	4,45	50	0,94
S1-T1 A (36)	*Deyeuxia*	4,49	90	1,44
S1-T2 C (30)	*Zameioscirpus*	2,79	30	0,62
S1-T2 A (20)	*Puccinellia*	1,63	30	0,61
S1-T1 C (5)	*Puccinellia*	1,84	30	0,40

Promedios de (n) en paréntesis

Los resultados fueron heterogéneos, pero presenta un patrón-tendencia que reflejan las condiciones particularmente más secas en los sitios B y C en el transecto 1 del Río Lamas y Salar de Maricunga (Figura 3.51).

Es decir, las tasas de fotosíntesis y conductancia son en general, más altas en los puntos A (fotosíntesis 6.44 µmol $CO_2/m^{-2}s^{-1}$ y conductancia 80 mmol $H_2O/m^{-2}s^{-1}$) y B (fotosíntesis de 7.56 µmol $CO_2/m^{-2}s^{-1}$ y conductancia 100 mmol $H_2O/m^{-2}s^{-1}$) en el transecto 1 caracterizado, determinado para *D. eminens* en Río Lamas.

Esto también fue encontrado en *Zameioscirpus atacamensis*, al compararse los valores de Fotosíntesis en el punto A (4.45 µmol $CO_2/m^{-2}s^{-1}$) y C (2.79 µmol $CO_2/m^{-2}s^{-1}$) comparando entre transectos 1 y 2 en Salar de Maricunga, respectivamente (Tabla 3.11).

Folio012592

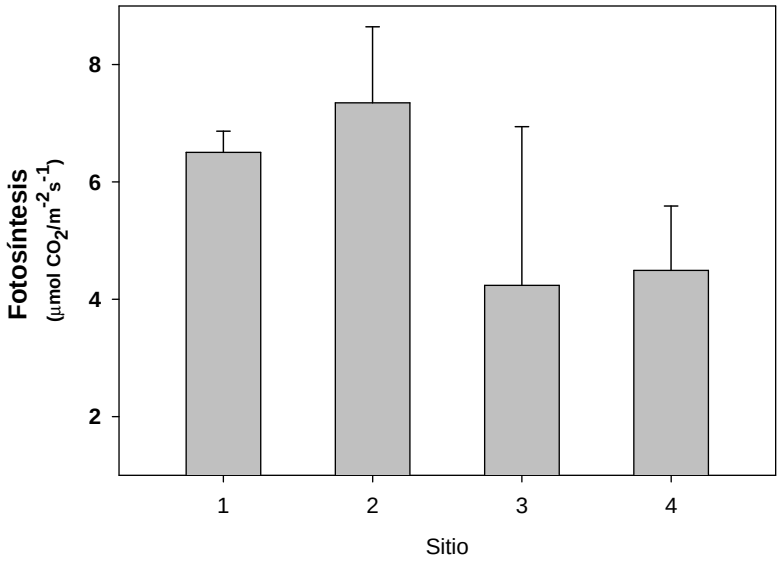


Figura 3.51: Fotosíntesis (A) en D. eminens en sitio 1 (A), 2 (B) y 3 (C) en el transecto 1 de Río Lamas y en el sitio 4 (punto A) en el transecto 1 de Salar Maricunga.

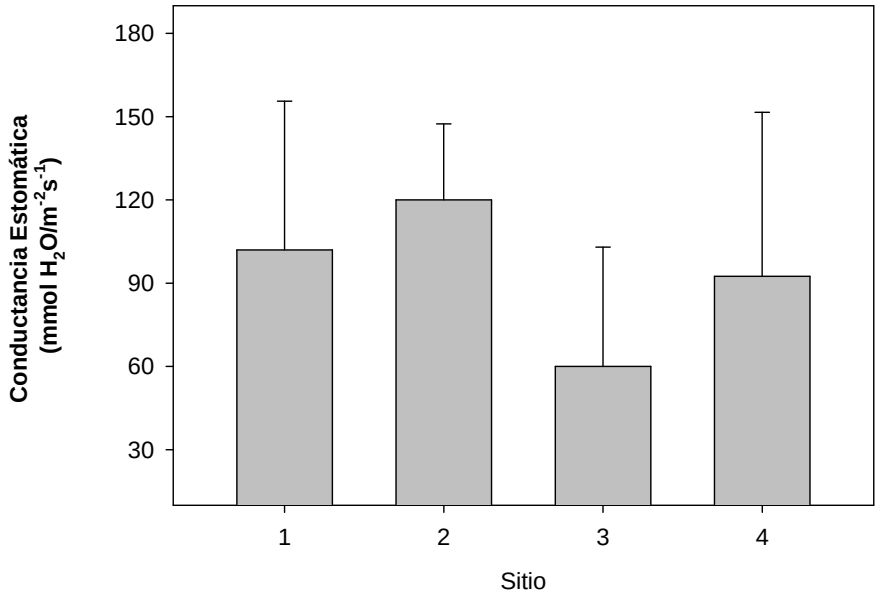


Figura 3.52: Conductancia (B) en D. eminens en sitios 1 (A), 2 (B) y 3 (C) en el transecto 1 de Río Lamas y comparación con sitio 4 (A) del transecto 1 (Salar Maricunga).

Otro parámetro que presentó el mismo comportamiento o patrón fue la transpiración (E). A lo largo de los sitios A y B del mismo transecto (T1) y especie (*D. eminens*) en Río Lamas, los valores fueron 2,10 y 2,70 mol H_2O/ $m^{-2}s^{-1}$, respectivamente. Esto es consistente con los resultados determinados en este transecto y especie para ambos sitios en los

Folio012593

parámetros de fotosíntesis (A) y conductancia estomática (g_s). Los valores más bajos de transpiración se encontraron en *Zameioscirpus* y *Pucinellia* (similar a lo encontrado en fotosíntesis y conductancias, con los más bajos determinados en ambas especies).

3.8.2 Conductancia Estomática (g_s)

Con el propósito de investigar más directa y específicamente la conductancia estomática, como indicador del comportamiento fisiológico de las plantas, así como para evaluar su implementación potencial como una variable de alerta temprana en la respuesta de la vegetación al ambiente, se realizó el muestreo con Porómetros de hoja (Tabla 3.12).

Tabla 3.12: Conductancia estomática (mmol $H_2O/m^{-2}s^{-1}$) en puntos A, B y C de Transecto 1 de vegetación en Rio Lamas con *Deyeuxia eminens* y Transectos 1 (*Zameioscirpus atacamensis* y *D. eminens*) y 2 (*Z. atacamensis* y *Puccinellia frigida*) en Salar Maricunga.

	Rio Lamas			Salar de Maricunga			
	Punto A	**Punto B**	**Punto C**	**T1** *Z. atacamensis*	**T1** *D. eminens*	**T2** *Z. atacamensis*	**T2** *P. frigida*
T1 *D. eminens* (n=8)	282,6	136,4	113,2	72,5	105,1	107,8	156,5
	156,4	248,4	88,1	156,4	56,7	103,8	71,2
	240,2	115,3	47,6	108,9	58,1	95,2	60,9
	178,4	241,1	111,0	105,4	46,2	148,6	142,4
	287,0	114,5	186,5	102,7	87,1	151,0	122,9
	263,0	126,1	87,3	106,7	74,2	124,1	68,0
	265,4	181,4	153,6	143,5	73,5	116,3	**103,7**
	260,7	163,6	65,2	128,4	70,4	133,9	
Promedio	**241,7**	**165,9**	**106,6**	**115,6**	**71,4**	**122,6**	

Las conductancias determinadas a lo largo del transecto 1 en *D. eminens* en los tres puntos A (242 mmol $H_2O/m^{-2}s^{-1}$), B (166 mmol $H_2O/m^{-2}s^{-1}$) y C (107 mmol $H_2O/m^{-2}s^{-1}$) son diferentes y estadísticamente significativas ($p < 0,05$). Estas diferencias son importantes a lo largo de sitios que como se muestra anteriormente en las secciones anteriores de los parámetros caracterizados en los suelos, presentan diferencias tanto en el % de humedad y salinidad del suelo en el transecto de Rio Lamas, con conductancia del sitio C similar a la de sitio A de transecto 1 en S. Maricunga (Figura 3.52). En *Z. atacamensis*, al comparar los resultados en los transectos T1 y T2, las conductancias no fueron diferentes ($p> 0.05$).

Folio012594

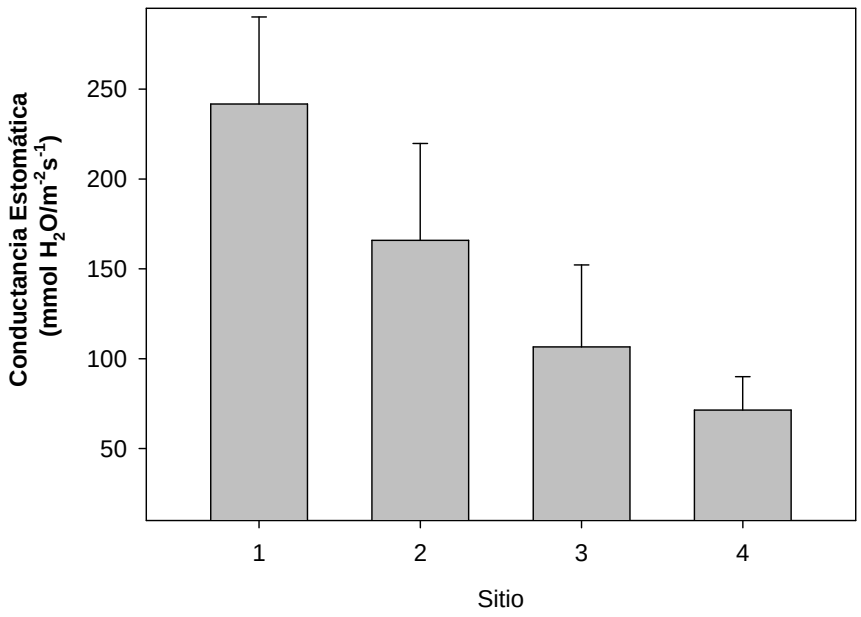


Figura 3.9. Conductancia estomática en D. eminens en los sitos 1 (A), 2 (B) y 3 (C) a lo largo del transecto 1 en Rio Lamas y sitio 4 (A) del transecto 1 en Salar Maricunga.

3.8.3 Discusión sobre la medición de variables ecofisiológicas en plantas

Respecto de los resultados obtenidos en terreno, cabe señalar que no existen "Valores Tabulados Estándar" en la literatura para los tipos de vegetación del estudio, los que puedan orientar sobre la interpretación de los resultados obtenidos. Así, los parámetros eco-fisiológicos determinados de la Fotosíntesis (A) y Conductancias Estomáticas (gs) podrían ser utilizados como indicadores de la respuesta al ambiente en plantas.

Así, es posible revisar una comparación respecto de los rangos de valores mostrados en la Figura 3.53, en donde se evidencia que las tasas de conductancia estomáticas no son iguales entre especies de diferentes grupos, como lo son: Angiospermas, Gimnospermas (o Helechos) y Licofitas. Inclusive, dentro de cada grupo existe una importante variabilidad (rangos de valores), encontrándose diferencias mayores en las Angiospermas, con conductancias estomáticas que van desde 0,1 hasta 0,6 mol/ (m^2s).

Folio012595

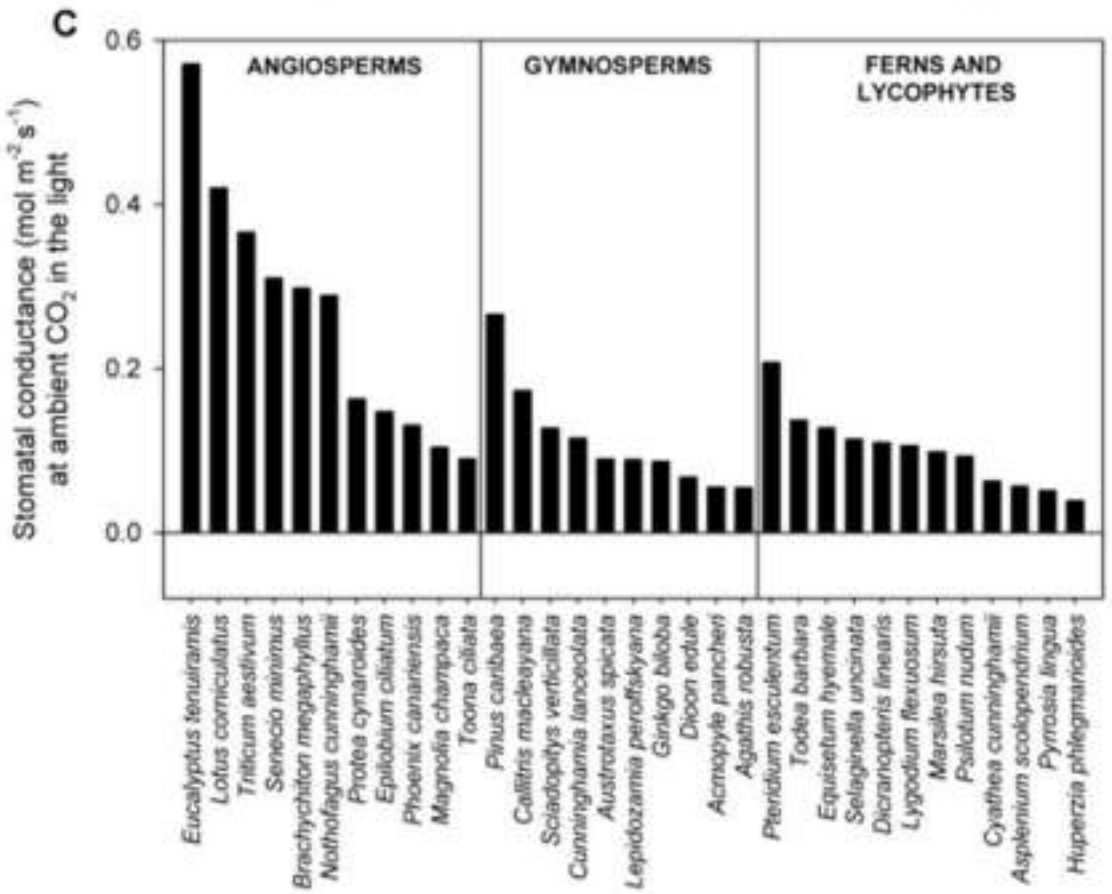


Figura 3.53. Caracterización de la conductancia estomática de especies encontrada en la literatura.

Por otra parte, grupos evolutivos de plantas menos modernos, como las Gimnospermas o más primitivos como los Inferiores (Helechos y Licofitos), tienen rangos de conductancias estomáticas más pequeños y variaciones menores dentro del grupo. Por lo tanto, el análisis debe ser realizado de forma comparativa, y en plantas que representen determinados grupo de especies o especies de un determinado ecosistema de estudio.

En las comparaciones de la Conductancia Estomática en plantas de los transectos, y entre las especies estudiadas en la III Región, cumplirían con estos propósitos. En donde, a pesar de diferencias evolutivas y morfológicas entre ellas, todas hacen parte de sistemas de Humedales, compartiendo condiciones climáticas y edáficas. Además, uno de los propósitos que deben considerarse en la determinación de estos parámetros, radicaría fundamentalmente en la realización de comparaciones “estacionales”, debido a las oscilaciones y/o cambios intra e interanuales del agua disponible.

Folio012596

DESARROLLO DE ACTIVIDADES DE CAPACITACIÓN

Folio012597

4 DESARROLLO DE ACTIVIDADES DE CAPACITACIÓN

En el marco del desarrollo de este estudio se realizaron actividades de capacitación, tanto del personal a cargo de la red, pertenecientes al Ministerio del Medio Ambiente de Copiapó, como al personal de otros organismos gubernamentales. Estas actividades se desarrollaron como parte de la actividad de Terreno N°2, de la cual fue entregado anteriormente, el plan de trabajo y actividades desarrolladas (Sección 2 - Tabla 2.3).

Además de las capacitaciones indicadas, se desarrolló una charla de difusión final de resultados, llevada a cabo el día 1 de Diciembre del 2014. En esta actividad se realizó la muestra y difusión de los resultados del estudio. Las presentaciones correspondientes a esta actividad son incluidas en el Anexo G – 2 Charla Difusión Final.

En la Figura 4.1 se muestran las portadas de las 3 partes de la capacitación realizada en las oficinas del Ministerio de Medio Ambiente de Copiapó, las que desarrollaron como temas centrales: "*Bases del monitoreo de variables físicas"*, "*Muestra de la red de monitoreo continuo implementadas"*, *"Metodologías ecológicas y ecofisiológicas*", y *"Métodos de Monitoreo florístico, ambientales y ecofisiológicos"*.



Figura 4.1. Portadas de las 3 capacitaciones realizadas en la oficinas del MMA, durante el desarrollo del terreno N°2.

Folio012598



Figura 4.2. Fotografías tomadas durante el desarrollo de las capacitaciones realizadas en la oficinas del MMA, durante el desarrollo del terreno N°2.

En la Figura 4.2 se muestran fotografías tomadas durante el desarrollo de las actividades antes indicadas. Todo el material requerido para la capacitación, es incluido en el Anexo G – 1 Taller de capacitación. Cabe señalar que junto con las presentaciones, se incluye una serie de manuales y guías, las que entregan información respecto de las diferentes componentes de la estación meteorológica instalada.

Tras la realización de las capacitaciones en los diferentes temas antes indicados, se realizó en el mismo contexto, una serie de capacitaciones prácticas en terreno. Estas capacitaciones se detallan a continuación, indicándose la zona o lugar de realización.

- Capacitación en uso y funcionamiento de la estación meteorológica. Realizada en el punto de instalación de la estación meteorológica, en la zona cercana al Paso Fronterizo San Francisco (Figura 4.3 – A y B).
- Capacitación en el rescate de datos desde sensores de presión y temperatura (similares a los de conductividad) en el Sector 1 – Sur del Salar de Maricunga y Laguna Santa Rosa.
- Capacitación en técnica de monitoreo de vegetación y medición de variables ecofisiológicas en el Sector 1 – Sur del Salar de Maricunga y Laguna Santa Rosa.



Figura 4.3. Fotografías tomadas tras la instalación de la estación meteorológica (C) y durante el desarrollo de las capacitaciones en terreno sobre el uso y operación de la estación meteorológica (A y B). Ambas actividades fueron desarrollas en el terreno N°2.

Folio012600

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Folio012601

5 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El presente informe corresponde al informe final del estudio titulado "**Implementación del plan de seguimiento y monitoreo ambiental de los humedales del Parque Nacional Nevado Tres Cruces, sitio Ramsar, incluyendo los sitios prioritarios**, **como sistema de alerta temprana en un espacio natural frágil**", encargado por el Ministerio del Medio Ambiente del Gobierno de Chile al Centro de Ecología Aplicada Ltda.

El estudio implementó un sistema de monitoreo continuo de variables físicas, con las cuales poder caracterizar las forzantes ambientales de los humedales y sistemas de vegetación azonal de la zona de estudio, utilizando una alta resolución temporal y registros continua en el tiempo. Dentro de las forzantes ambientales se tendrá el conjunto de variables (o forzantes) atmosféricas, junto con otras forzantes ambientales locales, asociadas principalmente a las condiciones del suelo y las aguas que abastecen al humedal. Como parte de estas últimas se tiene a la humedad del suelo, el nivel del agua subterránea, y la temperatura y salinidad de los cuerpos de agua superficial. Así, para poder realizar una caracterización de los diferentes sectores, se realizó el levantamiento de información específica en terreno, mediante campañas de monitoreo de la calidad de aguas y monitoreos de vegetación. Esta última, con el objeto de identificar la distribución y abundancia de la vegetación y flora, junto con la obtención de algunas medidas de su comportamiento funcional.

Es importante recalcar el de hecho de que, la red de monitoreo implementada en este estudio corresponde a la primera red de monitoreo integrado de propiedad de una institución pública, con lo que se sienta un precedente sobre la factibilidad y capacidades de los organismos públicos de desarrollar y manejar sus propias redes para el monitoreo, seguimiento, investigación, estudio y fiscalización, de cualquier sistema natural de interés o con necesidad de seguimiento. Los datos y la información que esta red está levantando serán de gran importancia para utilizarlos y contrastarlos con los de los proponentes de proyectos con intervención en la misma área. De la misma forma, desde el punto de vista de la evaluación del estado de los humedales, su análisis de tendencia y el contraste con otras variables ambientales, permitirá discriminar efectos, hasta hoy, ocultos. Cabe recalcar que toda red de este tipo, es completamente escalable, permitiendo la fácil adición de nuevas componentes de monitoreo, puntos de medición, sensores, etc.

A continuación se detallan las principales conclusiones asociadas a las diferentes componentes del estudio, y que fueron desarrollados en las secciones anteriores.

5.1 Implementación de la red de monitoreo continuo

Uno de los principales objetivos del estudio, que fue logrado de forma correcta, corresponde a la implementación de la red de monitoreo, autónomo y continuo, de variables físicas (abióticas) en los 3 sectores de monitoreo definidos como sistemas de humedales a monitorear. Este objetivo se cumplió mediante la instalación, configuración y puesta en marcha de todos los sensores considerados como parte de la red. Esta red se encuentra completamente funcional a la fecha, y ha mostrado un buen desempeño en la obtención de los registros.

En cuanto al sistema de transmisión satelital instalado en la estación meteorológica, este ha mostrado un buen desempeño, permitiendo generar conexiones de acceso remoto al

Folio012602

equipo. Esto último ha sido desarrollado con fin de contar con un sistema de seguridad y respaldo remoto, para lo cual se generan ventanas de tiempo para la conexión remota a la estación. Esta técnica permite, entre otras funciones, el rescate de información no reportada por la estación, reconfiguración del Datalogger, realización de verificaciones y modificaciones periódicas del código (upgrades), entre otros. Además, los reportes generados por la estación meteorológica han mostrado un correcto funcionamiento del sistema de carga y almacenamiento de energía, reportándose el nivel máximo de carga constantemente (por sobre los 12,0 volts). Ello asegura la continuidad del monitoreo y la factibilidad de la incorporación de nuevos sensores en el futuro, además de contar con sistema no exigido que presentará un menor desgaste del sistema de carga.

En el caso de los sensores autónomos HOBO (presión y conductividad), ellos mostraron ser un excelente recurso, dada su durabilidad y resistencia a condiciones extremas. Así, los sensores fueron encontrados en perfectas condiciones y en funcionamiento, requiriéndose una rápida limpieza para su conexión al computador de descarga. Cabe señalar el extravío del sensor de conductividad del sector de Río Lamas, desconociéndose el origen de su pérdida. Es por ello que se recomienda realizar su reposición, utilizando las coordenadas originalmente definidas para él. Finalmente, se debe destacar la alta resistencia y alto estándar de los sensores utilizados, los cuales fueron sometidos a condiciones extremas, sin presentar problemas o interrumpir los registros. En el caso particular del sensor de conductividad del Sector 3 (Vega Pantanillo y Río Astaburuaga), el sensor registró de forma continua aun cuando se encontrara inmerso completamente en aguas congeladas.

5.2 Monitoreo de parámetros físicos atmosféricos y de aguas

Los registros realizados por la estación meteorológica muestran una buena caracterización de las condiciones de la zona, mostrando de forma clara el patrón de vientos (dirección dominante norte y una gran velocidad) y el ciclo diario, con altos valores, para la radiación solar. Dada lo reciente de la fecha de instalación, los registros disponibles son escasos como para realizar mayores análisis de los datos, pero aun así, la estación permitirá realizar el registro del período de verano 2014-2015. Esto último, permitirá realizar análisis en el futuro respecto de las condiciones más extremas (de condición seca) a la cual es sometida la vegetación de la zona.

Al analizar de forma conjunta con los datos reportados por la estación meteorológica y por los sensores HOBO (instalados en loe 3 sectores), será posible realizar el seguimiento de los ciclos del agua de la zona, en términos de la determinación de las fuentes de los aportes a los escurrimientos superficiales y a la napa freática.

Por otra parte, las mediciones realizadas con los sensores autónomos HOBO en cada uno de los sitios, permitió caracterizar el funcionamiento de cada uno de ellos durante la temporada de invierno. Así, se puede observar cómo, aun cuando los sistemas se encuentran al interior de mismo parque y bajo condiciones atmosféricas medianamente similares, las aguas subterráneas y, principalmente, los escurrimientos superficiales, respondieron de forma diferente. En el caso de las aguas subterráneas se observa como los 3 sitios presentan variaciones diferentes de nivel, en términos de las fechas de inicio del ascenso y descenso, y de la altura de cambio. Esto hace pensar en la existencia de

Folio012603

diferencias en las fuentes de las aguas de los sistemas, y en la necesidad de elaborar planes futuros para mejorar la caracterización de la dinámica de las aguas subterráneas.

5.3 Calidad de Aguas

La calidad del agua de los tres sectores monitoreados, presentó diferencias. El Sector 1 de la laguna Santa Rosa en el salar de Maricunga, por una parte, presentó altos valores de las medidas de conductividad, salinidad, dureza, calcio, magnesio, potasio, sodio, fluoruro, cloruro, carbonato, boro, litio, nitrógeno orgánico total, amonio, nitrito, sólidos totales disueltos y suspendidos, y pH moderadamente alcalino; y por otra parte, registró los menores valores de alcalinidad total, bicarbonato, cadmio disuelto, mercurio, nitrato, ortofosfato, saturación de oxígeno y sulfuro.

El sector 2, del río Lamas, registró mayores valores de temperatura, alcalinidad total, saturación de oxígeno, nitrato, fósforo total y ortofosfato. En metales, el arsénico, cadmio, cobre y plomo disuelto fueron mayores que en los otros sectores.

El sector 3 de vega Pantanillo, fue el que registró los valores más bajos respecto al resto de los sectores en términos de concentración de amonio, arsénico, boro, calcio, cloruro, cobre, conductividad, dureza, fluoruro, fósforo total, hierro, litio, magnesio, mercurio, potasio, salinidad, sílice, sodio, sólidos suspendidos disueltos, sulfato, sulfuro, temperatura y zinc; el único máximo se encontró para el oxígeno disuelto.

En los tres sectores los valores de mercurio y sulfuro se encontraron bajo los límites de detección.

Respecto a la comparación de los valores de la campaña con antecedentes previos, se observó que el Sector 1 (Laguna Santa Rosa) y el sector 3, presentaron en general concentraciones dentro de los rangos esperados. Al contrario, el río Lamas (Sector 2) presentó una mayor cantidad de parámetros que se encontraron por sobre el rango esperado, específicamente la temperatura, saturación de oxígeno, nitrito, fósforo total, cobre, hierro, litio y plomo, mientras que las concentraciones de magnesio y fluoruro se encontraron bajo el mínimo esperado.

5.4 Flora y Vegetación

La vegetación del Salar de Maricunga, incluyendo la Laguna Santa Rosa, se ha descrito como del tipo de vegas y bofedales, dominados por cojines cespitosos de *Scirpus* sp.[1] y gramíneas. Esta vegetación azonal rodea las lagunas asociadas al salar. Otras especies que destacan son *Deschampsia caespitosa, Deyeuxia velutina* y *Triglochin palustris* (Grimberg, 2009). La línea de base del EIA del reinicio y expansión del proyecto Lobo-Marte describe a la vegetación azonal como de los tipos vega, pajonal hídrico y bofedal (AMEC 2011). La vegetación observada en terreno concuerda con la descrita en la literatura, particularmente en estudios de línea base en los sistemas del Río Lamas y el Salar de Maricunga (Casale, 2010). Finalmente, tomando como referencia el análisis de

[1] Probablemente es la especie *Zameioscirpus atacamensis* (= *Scirpus atacamensis*)

Folio012604

recurrencia de la cobertura vegetacional durante los últimos 25 años, la tendencia ha sido a la estabilidad y/o aumentos leves de la cobertura de esta vegetación (CEA, 2013).

Para la vegetación asociada al Rio Lamas, estudios previos con transectos realizados permitieron confeccionar un listado de las especies dominantes que se encontraron durante campañas de otoño e invierno, a partir de las cuales se estimó el porcentaje de cobertura en los puntos de muestreo (Casale, 2010). En ese estudio, la riqueza presentó valores bajos debido a que la fecha en que se efectuó el monitoreo (mayo) y no permitió registrar especies que tendrían crecimiento anual. Por esta razón, la cobertura de los transectos fue uniforme, registrándose solo aquellas plantas que presentan una cubierta vegetal persistente. Este pareciera ser el caso con nuestros resultados, en que la flora y vegetación encontrada a fines de Abril en el sector de muestreo en Rio Lamas estaría asociada –preferentemente- a la disponibilidad permanente del agua en el curso del rio. Esto explicaría que, para el sector de muestreo, podamos describir el sistema como "Pajonal Hídrico" no salino de *Deyeuxia eminens* y es precisamente, una de las razones para que los transectos de la vegetación cespitosa (forma de champas) es representada preferentemente con un % de participación entre el 30 y 50% por *D. eminens*.

Finalmente, uno de los sectores que no presentaba vegetación pudo caracterizarse únicamente por algunas características del suelo. El estado actual de deterioro de la Vega Pantanillo ha sido detectado y documentado en estudios anteriores (Orellana et al 2013; MINAGRI-SAG 2013). En el pasado, ésta habría sido una vega dominada por especies de gramíneas como *Deyeuxia eminens*, *Deyeuxia velutina, Deyeuxia rigescens* y *Puccinellia oresignea,* acompañadas de *Senecio rosmarinus, Senecio rahmeri* y en las partes inundadas con algas y hierbas acuáticas como *Potamogeton strictus* y *Myoriophyllum acuaticum* (EIA proyecto Refugio año 1991; en MINAGRI-SAG 2013).

En noviembre de 2013, esta vega presentaba sólo una ha de vegetación viva de las 12,4 ha que se describieron como densas y activas para el año 1986. Esta disminución se atribuye a la disminución de agua debido a la extracción mediante pozos del Proyecto Minero Refugio (Castro y Altamirano 2013). En un estudio recientemente de CEA Ltda. analizando imágenes satelitales con Landsat 7 RTM+ y de las variaciones de cobertura de vegetación en vegas del Parque Nacional Nevado Tres Cruces, estima una disminución de más de 10 ha para esta vega entre 1985 y 2012 (MMA 2013).

5.5 Suelos

Los ecosistemas en regiones semiáridas y áridas se caracterizan por aportes esporádicos de lluvias e índices de alta evapotranspiración. El total de lluvias estacionales puede ser suficiente para mantener herbáceas, pero la distribución y frecuencia de periodos de escasez, tanto en la estación como entre estaciones, afectan la vegetación.

La humedad del suelo, entre otras variables (salinidad, metales, etc.) afecta el desarrollo de la flora y vegetación en ecosistemas altoandinos (Anic et al, 2010) que se encuentran en sequía, temperaturas extremas y/o una combinación de distintos factores de estrés. Debido a que características morfológicas-fisicoquímicas del suelo afectan su capacidad de retener agua, aire y nutrientes para el desarrollo y mantención de las plantas, era de interés determinar su textura y la composición de algunos micro y macronutrientes.

Folio012605

Particularmente, las similitudes en la textura de todos los suelos de los 3 sectores analizados (arenoso-franca) e independientemente si las muestras pertenecían al perfil superficial o profundo, sugiere que posibles diferencias edáficas entre los sectores podrían ir relacionadas a la composición salina y disponibilidad de nutrientes, más que por diferencias en sus capacidades de retención de agua en el suelo. Se desconoce el efecto de este patrón, particularmente para las especies altoandinas en la III región, porque además de la salinidad y la disponibilidad de nutrientes del suelo, otros factores abióticos (contenido de materia orgánica, radiación, viento, cobertura de nieve y estabilidad del sustrato) han sido sugeridos como factores que influyen en la distribución espacial de las especies de plantas en los ecosistemas de alta montaña (Bliss, 1985; Squeo et al, 1993; Körner, 2003).

El único perfil de suelo que se diferenció fue el profundo del Rio Lamas (Arenoso), siendo esto explicado en parte por la proximidad del sector del muestreo al curso de agua del Rio.

El efecto de esta característica, así como la influencia de las variables químicas en la distribución de plantas y vegetación se desconocen para especies de estos humedales altoandinos de la III región (Salar de Maricunga y Rio Lamas). Sin embargo, parte de esta importancia de caracterizar el suelo, no solo en la capacidad de retención-aporte de agua, podría estar reflejándose en la composición de la flora y determinación de la vegetación estudiada como Bofedal Salino (Salar Maricunga) y Pajonal Hídrico no salino (Rio Lamas).

El porcentaje de afloramiento salino que diferencia en ambos sistemas vegetacionales hídricos terrestres es el límite bajo 5% (Bofedal no salino) y sobre 5% (Bofedal salino), bajo 30% (Pajonal hídrico no salino) y sobre 30% (Pajonal hídrico salino). A futuro, se sugiere –para estudios a corto y mediano plazo- en los humedales de la III región, profundizar en estudiar la composición de sales, nutrientes y características de los suelos, para comprender mejor los patrones de distribución en las respuestas de la vegetación. A pesar de que los resultados encontrados en los suelos muestra lo heterogéneos que son en su composición en el Salar de Maricunga y Rio Lamas, es importante determinar si las propiedades químicas de estos suelos afectarían o no la distribución espacial de la flora y la vegetación en los Humedales de la III región. Esto ha sido evaluado en otros sistemas de alta montaña en Chile, particularmente en los Andes de Chile central (Anic et al 2010).

5.6 Eco-fisiología

Pocos estudios han caracterizado respuestas funcionales en los sistemas vegetaciones azonales hídricos terrestres (SVAHT) y en plantas de estos ecosistemas, en donde la disponibilidad de agua en el suelo podría afectar las características de su intercambio de gases (fotosíntesis, transpiración y conductancia estomática), la productividad, las interacciones entre las especies y la estructura de la comunidad. Un estudio pionero en eco-fisiología en humedales altoandinos fue el de biosensores para la conservación (Contreras et al 2006), en donde se sugería una relación directa entre disponibilidad de agua y condición fisiológica e hídrica de la especie Festuca sp., planteando que cambios en la disponibilidad del agua podrían modificar la dinámica de poblaciones y producción global de humedales.

En ambientes, como los incluidos en este estudio, una aproximación eco-fisiológica que permita estudiar el intercambio de gases (fotosíntesis, transpiración) y la conductancia

Folio012606

estomática de la vegetación, permite evaluar si las respuestas de la vegetación son reguladas o moduladas por el ambiente (humedad-salinidad en suelos). Esto se desprende de las respuestas observadas en transectos con Deyeuxia eminens (género dominante, representativo y característico de estos sistemas altoandinos de la III Región). Otras especies también dominantes, como Zameioscirpus atacamensis, es una especie potencial a ser seleccionad como indicadora en el análisis de los efectos del ambiente y del suelo en las respuestas de las plantas y la vegetación.

El caracterizar las respuestas fotosintéticas (intercambio de gases en plantas) en transectos de vegetación, que se desarrollan en suelos con cambios espaciales en humedad, salinidad y composición, podría permitir una evaluación y caracterización de la respuesta de la vegetación ante las variaciones de los factores ambientales abióticos. La evaluación del intercambio de gases en los transectos de vegetación con D. eminens realizada en el presente estudio, sugiere que a pesar de implementar esta metodología, los patrones o respuestas encontrados en la vegetación no son simples de asociar con las variaciones en la composición y alta variabilidad en los suelos. Para esta especie por ejemplo, los resultados con el IRGA no muestran una relación lineal de disminución en fotosíntesis, respecto a contenidos de agua y salinidad (progresivamente menores) del suelo. Esto mismo fue determinado para las mediciones de conductancia estomática.

Lo anterior podría explicarse, debido a que los niveles de “estrés hídrico o salino” al que se encuentran los transectos de vegetación con D. eminens, no serían lo suficientemente críticos para provocar disminución de las tasas de fotosíntesis y de la conductancia estomática. Esto puede deberse en que a pesar de los cambios determinados en el contenido volumétrico de agua y en conductividad eléctrica entre los puntos A, B y C de un transecto (1), las especies muestran una adaptabilidad a condiciones de suelos con diferentes niveles de humedad y conductividad eléctrica.

Los resultados en este monitoreo para las especies vegetales encontradas en el Salar de Maricunga (sector 1) y en la zona de Rio Lamas (sector 2), mostraron que la variaciones en las mediciones realizadas para el intercambio de gases a lo largo de transectos, sugieren que existen requerimientos técnicos complejos en su implementación.

5.7 Síntesis y recomendaciones para trabajos futuros

La recopilación y contraste de los registros obtenidos por las diferentes partes de la red de monitoreo mostraron que las variables escogidas para el seguimiento, logran caracterizar de forma correcta las variaciones y la dinámica temporal de las variables físico-químicas forzantes de los 3 sistemas seleccionados. Ellas permiten estimar la disponibilidad de las aguas superficiales y subterráneas para los sistemas vegetacionales, junto con la estimación de la calidad de la misma. Con ello, en el mediano plazo será posible realizar una caracterización más acabada de la respuesta de la vegetación antes cambios en las condiciones físicas del sitio, en particular, ante la disponibilidad del recurso hídrico. Además, si se consideran los futuros monitoreos de vegetación en el área de estudio, una caracterización estacional de las variables ambientales (físicas y químicas) unida a un seguimiento en la respuesta de algún parámetro biológico de los sistemas (p.ej. variables fisiológicas como la conductancia estomática), ayudaría fuertemente en comprender los efectos que pueden tener y provocar cambios en el ambiente en las plantas y en la vegetación.

Folio012607

Por otra parte, como fue indicado anteriormente, esta red corresponde al primer desarrollo realizado por una institución pública, por lo que es fundamental la mantención de esta iniciativa como primera aproximación al desarrollo de seguimientos y control de los sistemas naturales con una mirada pública. Así, este tipo de herramientas se convierten en pilar para la evaluación ambiental, entregando información de alta calidad, relevante y propia a la autoridad.

Es por lo anterior que este tipo de iniciativas y desarrollos deben ser protegidos, asegurando su permanencia en el tiempo. Junto con ello, debe ser instaurada una visión integradora a este tipo de innovaciones, en donde la suma de los recursos provenientes desde los diferentes servicios públicos, puedan impulsar el crecimiento y fortalecimiento de la red. Con lo anterior, será posible asegurar un desarrollo y crecimiento de la red en el tiempo, además de aumentar la capacidad y los recursos para la mantención y eventuales reparaciones de sus componentes. Con ello, será posible “asegurar” la obtención de la información (o datos), que corresponde al producto de mayor importancia a la hora de realizar estudios y/o evaluaciones del estado de un sistema de humedal.

Ante cualquier decisión de ampliación espacial de la red, la selección de los sitios es una actividad estratégica. Su selección debe estar basada en un análisis exhaustivo del eventual impacto ante eventuales cambios en el sistema, de forma tal de que sean representativos y den la señal correcta y anticipada de los cambios que se quieren detectar y prevenir.

Dada la estructura de la red implementada, y de las características de los sistemas estudiados, se reconocen como mejoras al sistema las siguientes componentes o metodologías a desarrollar:

- Realizar la implementación de un sistema de monitoreo de niveles en los cursos naturales, junto con el levantamiento de las curvas de descarga de los mismos. Esto con el fin de contar con un registro de caudales pasantes a una misma resolución que el resto de la red, permitiendo construir correlaciones directas entre las diferentes variables.
- Implementar un plan de monitoreo estacional de la vegetación, con el fin de poder establecer las dependencias de estas últimas respecto de las variaciones estacionales, e identificar la respuesta a otros cambios inducidos en el medio en que se desarrollan los sistemas vegetacionales.
- Ampliación de la red de monitoreo mediante la inclusión de nuevos puntos de control, tanto para la medición meteorológica como para las mediciones de las otras variables físicas (nivel freático, conductividad, etc.).
- Creación de instancia de cooperación entre los servicios públicos ligados a la conservación y estudio del medio ambiente, mediante la cual sea posible canalizar y unir los esfuerzos futuros en estos temas.

Folio012608

6 REFERENCIAS

AHUMADA, M. & FAÚNDEZ, L., 2009. Guía Descriptiva de los Sistemas Vegetacionales Azonales Hídricos Terrestres de la Ecorregión Altiplánica (SVAHT). Ministerio de Agricultura de Chile, Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago. 118 p.

AHUMADA, M., AGUIRRE F., CONTRERAS, M. & FIGUEROA, A., 2011, Guía para la conservación y seguimiento ambiental de Humedales Andinos. División de Recursos Naturales y Biodiversidad del Ministerio de Medio Ambiente (MMA), Unidad Gestión Ambiental, Departamento de Protección de Recursos Naturales del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) y Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos de la Dirección General de Aguas (DGA).

AMEC 2011. *Capítulo 2 – Descripción Línea Base Ambiental*. Estudio de Impacto Ambiental Reinicio y Expansión Proyecto Lobo-Marte. Minera Lobo Marte S.A.

ANIC, V., HINOJOSA L.F., DÍAZ-FORESTER J., BUSTAMANTE E., FUENTE L.M., CASALE J.F., HARPE J.P., MONTENEGRO G. & R GINOCCHIO 2010. Influence of soil chemical variables and altitude on the distribution of high-alpine plants: the case of the Andes of Central Chile. Artic, Antarctic, Alpine Research 42 (2) 152-163

APHA. AWWA, WEF. (2005). Standard Methods: for the examination of water and wastewater. 21 Edition.

BELOMONTE, E., FAÚNDEZ L., FLORES, J., HOFFMANN A., MUÑOZ, M. & TEILLIER, S., 1998, «Categorías de conservación de cactáceas nativas de Chile», *Boletín del Museo Nacional Historia Natural* 47: 69-89.

BENOIT, I., ed., 1989. *Libro Rojo de la Flora Terrestre en Chile (Primera Parte)*. Santiago, Chile. CONAF.

BLISS, L.C. 1985. Alpine. In Billings, W.D. & Mooney, H.A. (eds.), Physiological Ecology of North American Plant Terrestrial Communities. New York: Chapman and Hall, 41–65.

CIREN 2013. Flora y Vegetación III Región de Atacama. Caracterización de Humedales Altoandinos para gestión sustentable de actividades productivas del sector norte del país.

COMPAÑÍA MINERA CASALE 2010 Línea base de biota acuática y calidad de agua, demanda hídrica, vegetación, modelo conceptual funcionamiento ecosistémico y valor ambiental de los sistemas del río Lama, laguna Verde y salar de Maricunga. CEA Informe Final.

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAF), MINISTERIO DE AGRICULTURA. Unidad de Gestión de Patrimonio silvestre. 1997. PLAN DE MANEJO PARQUE NACIONAL NEVADO DE TRES CRUCES. Documento de trabajo N°255. Resolución N°147.

CONTRERAS M, CABRERA M, RIOSECO T & F NOVOA 2006. Uso de biosensores para la conservación de humedales altoandinos. Minería y Biodiversidad. Editores: Camaño A. Castilla JC y JA Simonetti. SONAMI.

GOLDER ASSOCIATES (EN SEIA - http://seia.sea.gob.cl/archivos/Anexo-II-1.pdf), 2011. *Línea base hidrogeológica e hidrológica Lobo Marte y Modelo Hidrogeológico Ciénaga Redonda. Anexo II-1 Anexo E.*

GHD (EN SEIA - http://seia.sea.gob.cl/ Expediente=7146593) , 2012. *Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Minero Volcán*. Capítulo 2 Línea Base. Anexo 2.10.5. Hidroquímica.

HOUNSLOW, A. W. (1995). Water Quality Data: analysis and interpretation. Lewis Publishers, Boca Raton.
KÖRNER, C., 2003. Alpine Plant Life: Functional Plant Ecology of High Mountain Ecosystems. Second edition. Berlín: Springer, 344 pp.

MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAGRI), SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO (SAG). 2013. Análisis de la tendencia histórica de vegetación azonal hídrica sector Pantanillo y Ciénega Redonda, Altiplano Región de Atacama. División de Protección de Recursos Naturales.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2012-2013. Formulación de un plan de monitoreo y seguimiento para el Parque Nacional Nevado de Tres Cruces y sitio RAMSAR como mecanismo de adaptación al cambio climático, a partir de un modelo conceptual integrado para las cuencas hidrográficas del salar de Maricunga y el Negro Francisco.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO (SAG), DIRECCION GENERAL DE AGUAS (DGA). 2011. Guía para la conservación y seguimiento ambiental de humedales andinos.

MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAGRI), SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO (SAG). 2010. Guía de Evaluación Ambiental. Vegetación y Flora Silvestre.

MEDRANO, H., BOTA, J., CIFRE, J., FLEXAS, J., RIBAS-CARBÓ, M. & J. GULIAS 2007. Eficiencia en el uso del agua por las plantas. Investigaciones geográficas 43: 63-84

MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H., 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley & Sons, NY, USA.

NICOTRA, A.B., ATKIN, O.K., BONSER, S.P., DAVIDSON, A.M., FINNEGAN, E.J., MATHESIUS, U,, POOT, P., PURUGGANAN, M.D., RICHARDS, C.L., VALLADARES, F. & M VAN KLEUNEN, 2010. Plant phenotypic plasticity in a changing climate. Trends in Plant Science 15 (12) 684-692

ORELLANA, L., ALTAMIRANO, T., ORTIZ, G., HENRÍQUEZ, G., ESPINOZA, M. & V. POBLETE, 2013. *Condición ambiental y vulnerabilidad de humedales muestra III Región Atacama*. Caracterización de humedales altoandinos para una gestión sustentable de las actividades productivas del sector norte del país. Centro de Información de Recursos Naturales.

RISACHER, F.; ALONSO, H.; SALAZAR, C., 1999. *Geoquímica de aguas en cuencas cerradas I, II y III regiones-Chile*. Convenio de cooperación DGA-UCN-ORSTOM (Síntesis). 89 pp.

Folio012610

SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO (SAG). 2009. Guía descriptiva de los Sistemas Vegetacionales Azonales Hídricos Terrestres de la Ecorregión Altiplánica (SVAHT). Ahumada M & Faúndez L (editores). División de Recursos Naturales Renovables. 1ra. Ed. 118 p. Santiago, Chile.

SQUEO, F., VEIT, H., ARANCIO, G., GUTIERREZ, J. R., ARROYO, M. T. K., & OLIVARES, N., 1993. Spatial heterogeneity of high mountains vegetation in the Andean desert zone of Chile. Mountain Research and Development 13: 1–10.

SQUEO, F. A., CAVIERES, L. A., ARANCIO, G., NOVOA, J. E., MATTHEI, O., MARTICORENA, C., RODRIGUEZ, R., ARROYO, M. T. K., & MUÑOZ, M., 1998. Biodiversidad de la flora vascular en la Región de Antofagasta, Chile. Revista Chilena de Historia Natural, 71: 571–591.

SQUEO, F. A., WARNER, G. G., ARAVENA, R., & ESPINOZA, D., 2006. Bofedales: high altitude peatlands of the central Andes. Revista Chilena de Historia Natural, 79: 245–255.

SQUEO, F.A., ARANCIO, G. & J.R. GUTIÉRREZ 2008. *Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama*. Primera. La Serena. Ediciones Universidad de La Serena

ZULOAGA, F., MORRONE, O., & BELGRANO, M. eds., 2009. «Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay)», *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* 107: 1-3348.

Folio012611

ANEXOS

Folio012612

ANEXO A: Base de datos del monitoreo de vegetación (Anexo Digital)

ANEXO B: Base de datos de la caracterización de suelos (Anexo Digital)

Folio012614

ANEXO C: Base de datos de la medición de conductancia estomática – Porómetros (Anexo Digital)

Folio012615

ANEXO D: Base de datos de mediciones de sensores de conductividad HOBO (Anexo Digital)

Folio012616

ANEXO E: Base de datos de mediciones de sensores de presión HOBO (Anexo Digital)

Folio012617

ANEXO F: Calidad de Aguas - Tablas de Datos

Tabla I: Resultados parámetros de calidad de agua, límites de detección Sector 1, Santa Rosa. Campaña Abril 2014 y comparación con antecedentes previos.

Parámetro	Unidad	LD (S1_ST2_CA1)	S1_ST2_CA1	Risacher et al., 1999				Línea Base Lobo Marte				Rango esperado
			24-04-2014	1995				NOV 2009- OCT 2010				
			12:15	Mínimo	Máximo	Promedio	DE	Mínimo	Máximo	Promedio	DE	
Alcalinidad total	mgCaCO3/L	2,7	114	24,9	1010	302,025	472,91	11	213	73,8	-	11-1010
Amonio (N-NH4)	ug/L	10*	116	-	-	-	-	<10	840	0,31	-	<10−840
Arsénico disuelto	mg/L	0,005	0,429	0,056	0,29	0,1765	0,11	0,0329	1,44	0,42	-	0,0329−1,44
Bicarbonato	mg/L	5*	<5	14,4	608	174,175	289,42	-	-	-	-	14,4−608
Boro disuelto	mg/L	0,007	28	2,59	8,67	6,385	2,86	2,27	51,6	17,85	-	2,27−51,6
Cadmio disuelto	mg/L	0,00005	<0,00005	-	-	-	-	<0,00025	0,005	0,0012	-	<0,00025−0,005
Calcio	mg/L	0,013	1401	154	622	431,5	204,77	219	7290	2226	-	154−7290
Carbonato	mg/L	5*	69	0,12	3,6	2,43	1,61	-	-	-	-	0,12−3,6
Cloruro	mg/L	1*	9492	124	4620	2321	1838,24	630	37500	10381	-	124−37500
Cobre disuelto	mg/L	0,0002	0,004	-	-	-	-	<0,0005	0	0,0038	-	<0,0005−(*)
Conductividad	mS/cm	-	29,7	1,49	15	8,3175	5,56	3,82	85,6	25,97	-	1,49−85,6
Dureza	mg/L	-	5659	-	-	-	-	1000	26327,9	6527,3	-	1000−26327,9
Fluoruro	mg/L	0,1*	1,325	-	-	-	-	<0,02	0,16	<0,02	-	<0,02−0,16
Fósforo total	ug/L	3	242	-	-	-	-	<200	<200	<200	-	<200−<200
Hierro disuelto	mg/L	0,0001	0,0388	-	-	-	-	<0,03	0,075	<0,03	-	<0,03−0,075
Litio disuelto	mg/L	0,004	51,6	1,16	11,9	7,55	4,56	2,54	82,5	24,7	-	1,16−82,5
Magnesio	mg/L	0,004	525	30,9	250	144,225	91,34	47,7	2070	635	-	30,9−2070
Mercurio disuelto	mg/L	0,0005	< 0,0005	-	-	-	-	<0,00005	0,00151	0,000118	-	<0,00005−0,00151
Nitrato (N-NO3)	ug/L	46	921	118	13500	7107	6500,98	<5	2800	400	-	118−13500
Nitrito (N-NO2)	ug/L	0,2	15,2	-	-	-	-	<1	80	8,2	-	<1−80
Nitrógeno orgánico total	ug/L	10*	6425	-	-	-	-	<500	8000	1950	-	<500−8000
Ortofosfato (P-PO4)	ug/L	10*	32	-	-	-	-	10	140	50	-	10−140
Oxígeno disuelto	mg/L	-	8,1	3,5	7,5	6,125	1,80	3,65	10,06	6,52	-	3,5−10,06

Parámetro	Unidad	LD (S1_ST2_CA1)	S1_ST2_CA1	Risacher et al., 1999				Línea Base Lobo Marte				Rango esperado
			24-04-2014	1995				NOV 2009- OCT 2010				
			12:15	Mínimo	Máximo	Promedio	DE	Mínimo	Máximo	Promedio	DE	
pH	-	-	8,8	7,48	8,62	8,1075	0,54	7,76	9,94	8,81	-	7,48−9,94
Plomo disuelto	mg/L	0,0004	<0,0004	-	-	-	-	<0,00025	0,025	0,0032	-	<0,00025−0,025
Potasio	mg/L	0,093	251	14,4	312	116,3	133,08	18,4	553	185,1	-	14,4−553
Salinidad	g/L	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Saturación de oxigeno	%	-	108	-	-	-	-	50,4	160	99	-	50,4−160
Sílice	mg/L	0,006	19,6	10,2	23,1	17,125	6,18	15,1	44,3	24,38	-	10,2−44,3
Sodio	mg/L	0,04	3985	141	2200	1175,25	842,03	358	12600	3794	-	141−12600
Sólidos totales disueltos	mg/L	1	18942	1168	9032	5303	3264,08	4164	41302	15520	-	1168−41302
Sólidos totales suspendidos	mg/L	0,1	74,3	-	-	-	-	11	1008	202,82	-	11−1008
Sulfato	mg/L	5*	2560	410	1780	864,25	619,57	532	3770	1860,8	-	410−3770
Sulfuro	mg/L	0,02	<0,02	-	-	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01−<0,01
Temperatura	ºC	-	7,6	0	10,5	5,825	4,34	0,9	25,2	12,45	-	0−25,2
Zinc disuelto	mg/L	0,0001	0,021	-	-	-	-	<0,005	0,050	0,021	-	<0,005−0,05

(-) No informa

(*) Dato invalidado porque el valor no puede ser menor al límite de detección

Tabla II: Resultados parámetros de calidad de agua, límites de detección Sector 2, Río Lamas. Campaña Abril 2014 y comparación con antecedentes previos.

Parámetro	Unidad	LD (S2_RL_CA1)	S2_RL1_CA1	Risacher et al., 1999				Proyecto Lobo-Marte				Rango esperado
			23-04-2014	1995				NOV 2009- OCT 2010				
			12:15	Mínimo	Máximo	Promedio	DE	Mínimo	Máximo	Promedio	DE	
Alcalinidad total	mgCaCO3/L	2,7	331	-	-	-	-	201	340	294,0	_	201−340
Amonio (N-NH4)	ug/L	10*	33	-	-	-	-	<10	60	20	_	<10−60
Arsénico disuelto	mg/L	0,005	1,55	-	-	-	-	1,39	1,65	1,51	_	1,39−1,65
Bicarbonato	mg/L	5*	403	92,1	479,6	315,17	123,73	_	_	_	_	92,1−479,6
Boro disuelto	mg/L	0,007	11,8	-	-	-	-	10,2	12,1	10,83	_	10,2−12,1
Cadmio disuelto	mg/L	0,001	0,001	-	-	-	-	0,00041	0,0010	0,0005	_	0,00041−0,001
Calcio	mg/L	0,013	178	130,419	230,557	187,37	29,70	176	219	187,75	_	130,419−230,557
Carbonato	mg/L	5*	<5	-	-	-	-	_	_	_	_	-
Cloruro	mg/L	1*	1006	1,012	1298,96	984,88	273,06	956	1080	1025	_	1,012−1298,96
Cobre disuelto	mg/L	0,003	0,007	-	-	-	-	<0,0005	0,0005	0,0018	_	<0,0005−0,0005
Conductividad	mS/cm	-	4	0,406	4,32	3,76	0,92	3,6	4,20	3,97	_	0,406−4,32
Dureza	mg/L	-	491,8	-	-	-	-	461,3	507,8	486,4	_	461,3−507,8
Fluoruro	mg/L	0,1*	0,2	-	-	-	-	0,4	0,64	0,53	_	0,4−0,64
Fósforo total	ug/L	3	728	-	-	-	-	<200	400	300	_	<200−400
Hierro disuelto	mg/L	0,002	0,05	-	-	-	-	<0,03	<0,03	<0,03	_	<0,03−<0,03
Litio disuelto	mg/L	0,004	8,03	-	-	-	-	4,01	5,18	4,41	_	4,01−5,18
Magnesio	mg/L	0,004	11,6	16,175	23,14	18,84	2,20	16,1	19,7	17,1	_	16,1−23,14
Mercurio disuelto	mg/L	0,0005	< 0,0005	-	-	-	-	<0,00005	<0,00005	<0,00005	_	<0,00005−<0,00005
Nitrato (N-NO3)	ug/L	46	1108	264	2051	884,57	309,07	600	950	740	_	264−2051
Nitrito (N-NO2)	ug/L	0,2	1,5	-	-	-	-	<1	<1	<1	_	<1−<1
Nitrógeno orgánico total	ug/L	10*	183	-	-	-	-	<500	1185	530	_	<500−1185
Ortofosfato (P-PO4)	ug/L	10*	728	153	872	628,10	187,57	<10	400	270	_	<10−872

Parámetro	Unidad	LD (S2_RL_CA1)	S2_RL1_CA1	Risacher et al., 1999				Proyecto Lobo-Marte				Rango esperado
			23-04-2014	1995				NOV 2009- OCT 2010				
			12:15	Mínimo	Máximo	Promedio	DE	Mínimo	Máximo	Promedio	DE	
Oxígeno disuelto	mg/L	-	7,9	1,02	17,44	8,17	2,69	4,17	8,75	5,34	_	1,02−17,44
pH	-	-	7,1	4,83	8,25	7,32	0,67	6,82	8,27	7,39	_	4,83−8,27
Plomo disuelto	mg/L	0,008	0,027	-	-	-	-	<0,00025	0,0015	0,0004	_	<0,00025−0,00151
Potasio	mg/L	0,093	77,9	68,418	76,1	71,60	3,17	56,1	72,4	61,53	_	56,1−76,1
Salinidad	g/L	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Saturación de oxigeno	%	-	140	100,7	100,7	100,7	-	71,3	101,2	85,2	_	71,3−101,2
Sílice	mg/L	0,006	44,3	-	-	-	-	43,1	52,7	46,03	_	43,1−52,7
Sodio	mg/L	0,04	523,3	542,856	695,592	632,74	52,74	450	548	493,25	_	450−695,592
Sólidos totales disueltos	mg/L	1	2236	-	-	-	-	2324	2388	2351	_	2324−2388
Sólidos totales suspendidos	mg/L	0,1	6,3	-	-	-	-	<10	22	<10	_	<10−22
Sulfato	mg/L	5*	118	46,227	395	131,69	51,39	111	206	128	_	46,227−395
Sulfuro	mg/L	0,02	<0,02	-	-	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	_	<0,01−<0,01
Temperatura	ºC	-	17,2	7,3	22,04	17,77	3,27	10	16,9	13,60	_	7,3−22,04
Zinc disuelto	mg/L	0,002	0,018	-	-	-	-	<0,005	0,0179	0,011	_	<0,005−0,0179

(-) No informa

(*) Dato invalidado porque el valor no puede ser menor al límite de detección

Tabla III: Resultados parámetros de calidad de agua, límites de detección Sector 3, Vega Pantanillo. Campaña Abril 2014 y comparación con antecedentes previos.

Parámetro	Unidad	LD S3_PA1_CA1	S3_PA1_CA1	Risacher et al., 1999				Proyecto Lobo-Marte				Proyecto El Volcán				Rango esperado
			22-04-2014	1995				NOV 2009- OCT 2010				2011 - 2012				
			14:36	Mín.	Máx.	Promedio	DE	Mín.	Máx.	Promedio	DE	Mín.	Máx.	Promedio	DE	
Alcalinidad total	mgCaCO3/L	2,7	127	163	175	169	8,49	37	166	120,6	-	17	126	57,2	47,5	17−175
Amonio (N-NH4)	ug/L	10*	30	-	-	-	-	<10	210	30	-	-	-	-	-	<10−210
Arsénico disuelto	mg/L	0,005	0,38	0,28	0,65	0,465	0,26	0,278	0,761	0,45	-	-	-	-	-	0,278−0,761
Bicarbonato	mg/L	5*	139	85,4	104	94,7	13,15	-	-	-	-	-	-	-	-	85,4−104
Boro disuelto	mg/L	0,007	2,5	0,796	2,13	1,463	0,94	2,01	4,4	2,8	-	-	-	-	-	0,796−4,4
Cadmio disuelto	mg/L	0,001	<0,001	-	-	-	-	<0,00025	<0,00025	<0,00025	-	-	-	-	-	<0,00025−<0,00025
Calcio	mg/L	0,013	36	18,4	55,3	36,85	26,09	28,6	56	40,58	-	6,1	160	56,6	72,7	6,1−160
Carbonato	mg/L	5*	7,3	0,96	5,46	3,21	3,18	-	-	-	-	-	-	-	-	0,96−5,46
Cloruro	mg/L	1*	95	11,4	108	59,7	68,31	73,2	146	106	-	3,4	464,9	154,9	230,6	3,4−464,9
Cobre disuelto	mg/L	0,003	<0,003	-	-	-	-	<0,0005	0,0000	0,0005	-	-	-	-	-	<0,0005−(*)
Conductividad	mS/cm	-	0,8	0,337	0,819	0,578	0,34	0,68	1,06	0,85	-	0,094	2,18	0,8	1,1	0,094−2,18
Dureza	mg/L	-	118,6	-	-	-	-	93,3	194,7	133,4	-	-	-	-	-	93,3−194,7
Fluoruro	mg/L	0,1*	<0,1	-	-	-	-	0,2	0,4	0,30	-	-	-	-	-	0,2−0,4
Fósforo total	ug/L	3	212	-	-	-	-	<200	400	<200	-	-	-	-	-	<200−400
Hierro disuelto	mg/L	0,002	0,03	-	-	-	-	<0,03	0,043	<0,03	-	-	-	-	-	<0,03−0,043
Litio disuelto	mg/L	0,004	0,43	0,117	0,325	0,221	0,15	0,28	0,577	0,37	-	-	-	-	-	0,117−0,577
Magnesio	mg/L	0,004	7,2	6,46	9,84	8,15	2,39	7,63	13,1	10,2	-	0,66	17	6,1	8,0	0,66−17,1
Mercurio disuelto	mg/L	0,0005	< 0,0005	-	-	-	-	<0,00005	<0,00005	<0,00005	-	-	-	-	-	<0,00005−<0,00005
Nitrato (N-NO3)	ug/L	46	1020	942	4100	2521	2233,04	14,0	1280	430	-	<10	1150	531,7	454,2	14−4100
Nitrito (N-NO2)	ug/L	0,2	3,4	-	-	-	-	<1	40,00	2,9000	-	<10	10	10,0	0,0	<1−40

Folio012623

Parámetro	Unidad	LD S3_PA1_CA1	S3_PA1_CA1	Risacher et al., 1999				Proyecto Lobo-Marte				Proyecto El Volcán				Rango esperado
			22-04-2014	1995				NOV 2009- OCT 2010				2011 - 2012				
			14:36	Mín.	Máx.	Promedio	DE	Mín.	Máx.	Promedio	DE	Mín.	Máx.	Promedio	DE	
Nitrógeno orgánico total	ug/L	10*	226	-	-	-	-	<500	2170	620	-	-	-	-	-	<500−2170
Ortofosfato (P-PO4)	ug/L	10*	180	-	-	-	-	10	120	60	-	-	-	-	-	10−120
Oxígeno disuelto	mg/L	-	9,5	8,7	9,2	8,95	0,35	4,66	15,89	8,26	-	-	-	-	-	4,66−15,89
pH	-	-	8,6	8,19	9,21	8,7	0,72	8,59	9,53	8,99	-	6,3	7,93	7,4	0,6	6,3−9,53
Plomo disuelto	mg/L	0,008	<0,008	-	-	-	-	<0,00025	0,00097	<0,00025	-	-	-	-	-	<0,00025−0,00097
Potasio	mg/L	0,093	6,1	3,32	6,76	5,04	2,43	5,1	7,7	6,45	-	<2	15,1	6,5	6,4	3,32−15,1
Salinidad	g/L	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Saturación de oxigeno	%	-	126	-	-	-	-	68,8	146,6	101,0	-	-	-	-	-	68,8−146,6
Sílice	mg/L	0,006	13,6	7,64	12	9,82	3,08	12,4	27,9	15,73	-	18,3	24,1	20,0	2,1	7,64−27,9
Sodio	mg/L	0,04	82,7	40,3	89,2	64,75	34,58	84,9	165	110,1	-	9,7	261	91,9	121,6	9,7−261
Sólidos totales disueltos	mg/L	1	508	260,8	535,5	398,15	194,24	422,0	618	524	-	55	1777	602,5	806,2	55−1777
Sólidos totales suspendidos	mg/L	0,1	16	-	-	-	-	<10	61	25,52	-	<3	14	6,2	5,0	<10−61
Sulfato	mg/L	5*	130	64,3	126	95,15	43,63	87,4	178	125	-	<10	242	91,2	104,4	64,3−242
Sulfuro	mg/L	0,02	<0,02	-	-	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	-	-	-	-	-	<0,01−<0,01
Temperatura	ºC	-	4,8	0,2	1	0,6	0,57	0,2	21,8	9,04	-	-	-	-	-	0,2−21,8
Zinc disuelto	mg/L	0,002	0,004	-	-	-	-	<0,005	0,030	0,010	-	-	-	-	-	<0,005−0,03

(-) No informa

(*) Dato invalidado porque el valor no puede ser menor al límite de detección

SAG CENTRAL

División de Protección de Recursos Naturales

LICITACIÓN: ID: 612-73-LE13

“Análisis de la Tendencia Histórica de Vegetación Azonal Hídrica sector Ciénaga Redonda, Barros Negros y Pantanillo. Altiplano Región de Atacama”.



Autores: Roberto Castro Ríos; Ingeniero Forestal. Máster en Ingeniería y Gestión Ambiental.

Tania V. Altamirano A; Bióloga con mención en Medio Ambiente.

NOVIEMBRE 2013

SAG CENTRAL

División de Protección de Recursos Naturales

"Análisis de la Tendencia Histórica de Vegetación Azonal Hídrica sector Pantanillo y Ciénaga Redonda, Altiplano Región de Atacama".



Autores: **Roberto Castro Ríos; Ingeniero Forestal. Máster en Ingeniería y Gestión Ambiental.**

Tania V. Altamirano A; Bióloga con mención en Medio Ambiente.

NOVIEMBRE 2013

Contenido

1. INTRODUCCIÓN 6

2. OBJETIVOS. 8

2.1 Objetivo general 8

2.2 Objetivos específicos. 8

3. METODOLOGÍA 9

3.1 Recopilación de Antecedentes, Adquisición de Datos Satelitales y Espacialización de la Información. 11

3.1.1 Cartografía base. 12

3.1.2 Corrección de imágenes 12

3.1.3 Cartografía derivada de pendiente, exposición, altitud y cuencas 13

3.1.4 Caracterización de las cuencas. 13

3.2 Identificación, Análisis de Proyectos en Ejecución y Obras Existentes en el Area de Estudio. 16

3.3 Análisis de Tendencia de la Disponibilidad de Agua en los Humedales. 17

3.4 Levantamiento Vegetacional de Terreno. 18

3. 4.1 Revisión bibliográfica. 18

3.4.2 Uso de imágenes satelitales y cartografía preliminar. 18

3.4.3 Información en terreno 19

3.4.4 Codificación de vegetación 20

3.4.5 Codificacion de flora 22

3.4.6 Clasificación taxonómica y estado de conservación 23

3.5 Elaboración de índices espectrales y análisis de tendencia y cambios anuales de la vegetación de los humedales. 24

3.5.1 Índices 24

3.5.2 Análisis multitemporal y cambios entre años críticos. 26

3.6 Análisis de Vulnerabilidad 27

4. ÁREA DE ESTUDIO. 29

5. ANTECEDENTES SOBRE TRABAJOS EN EL ÁREA. 32

6 CARACTERIZACIÓN DE CUENCAS 37

6.1 Cuenca Salar Maricunga. 37

6.1.1 Precipitación 40

6.1.2 Superficie de nieve. 43

6.2 Cuenca Ciénaga Redonda. 45

6.2.1 Características topográficas e hídricas. 47

6.3 Cuenca Pantanillo. 49

6.3.1 Características topográficas e hídricas. 51

7. CAUDALES ANUALES ESTIMADOS EN CIÉNAGA REDONDA Y BARROS NEGROS – PANTANILLO. 53

8 DESCRIPCIÓN VEGETACIONAL Y TENDENCIA DE LOS HUMEDALES 56

8.1 Ciénaga Redonda 59

8.1.1 Descripción vegetacional de terreno. 59

8.1.2 Tendencia mulitemporal de la vegetación del humedal entre el año1995 y -2011 67

8.1.3 Cambios anuales 73

8. 2 BARROS NEGROS 80

8.2.1 Descripción vegetacional de terreno. 80

8.2.2 Tendencia mulitemporal de la vegetación del humedal entre el año 1986 y 2011. 84

Folio012628

8.2.3 Indice de Decremento de la Serie. 88

8.2.4 Cambios anuales 89

8.3 PANTANILLO 101

8.3.1 Descripción vegetacional de terreno. 101

8.3.2 Tendencia mulitemporal de la vegetación del humedal entre el año 1986 y 2011. 106

8.3.3 Cambios anuales 108

9. VULNERABILIDAD DE LOS HUMEDALES 110

9.1 Vulnerabilidad Ciénaga Redonda. 110

9.2 Vulnerabilidad Barros Negros. 112

10. BASE DE DATOS Y SIG 114

11. ANALISIS Y CONCLUSIONES. 117

REFERENCIAS 121

ANEXOS 124

1. INTRODUCCIÓN

Los humedales son subsistemas límnicos integrados a cuencas hidrográficas, incluidos pantanos, marismas, lagos, vegas, bofedales, salares, pastizales húmedos, turberas y estuarios. Entre estos, los humedales que son parte de los ecosistemas de páramo, jalca y puna, conocidos como los humedales andinos y altoandinos, mantienen una diversidad biológica única y se caracterizan por un alto nivel de endemismo, tanto de especies animales como vegetales, terrestres y acuáticas. Estos humedales, que son además, refugio y zonas de reproducción de una gran cantidad de especies que se encuentran con problemas de conservación, juegan un rol vital en el desarrollo de las cuencas andinas y de los sistemas hidrográficos que sostienen actividades de importancia económica y social.

La fragilidad de los humedales altoandinos, que constituyen los Sistemas Vegetacionales Azonales Hídricos Terrestres (SVAHT), está asociada a causas naturales, como el cambio en el régimen pluviométrico y también a causas antrópicas, como las actividades de extracción de agua para minería o pastoreo excesivo. El desconocimiento de la dinámica de estos humedales y su tendencia en el tiempo influyen en la fragilidad a que se encuentran expuestos. Sin embargo, en la actualidad se cuenta con tecnología y datos suficientes para avanzar en conocimiento para revertir esta pérdida de patrimonio natural, cultural y económico. En este sentido, la mayoría de estos sistemas, representan unidades pequeñas (en relación a los cuerpos de agua andinos), dispersas, asociadas a cursos de agua, los que son, en este sentido, un buen indicador de la estabilidad de los regímenes hídricos. Por lo anterior y por la biodiversidad que representan, toda superficie es relevante y significativa.

En este contexto, el presente estudio analiza el comportamiento vegetacional de tres humedales ubicados en la cuenca del Salar de Maricunga entre el año 1995 y 2013. Los humedales estudiados corresponden a Ciénaga Redonda, Barros

Negros y Pantanillo, los que se encuentran insertos en el Corredor Biológico Pantanillo Ciénaga Redonda, propuesto por CONAF como conexión entre las dos porciones que conforman el Parque Nacional Nevado Tres Cruces (PNNTC), Laguna Santa Rosa y Laguna del Negro Francisco.

2. OBJETIVOS.

Los objetivos del estudio son los que se plantean a continuación.

2.1 Objetivo general

Realizar un análisis desde el año 1995 al año 2012 de la tendencia de la condición hídrica de la vegetación y el estado actual de los humedales Ciénaga Redonda, Barros Negros y Pantanillo.

2.2 Objetivos específicos.

a) Comparar y relacionar la tendencia y dinámicas de cambios naturales y artificiales en los humedales bajo estudio.

b) Identificar zonas con mayor tasa de cambio (sea ésta positiva o negativa) asociado a superficie e índice de vigor o verdor de las diferentes formaciones vegetacionales.

c) Analizar y zonificar, con base en imágenes satelitales anuales (entre el año 1995 y 2012), la actividad fotosintética de los humedales y describir la composición general de Unidades de Paisaje Homogéneas (UPH).

d) Realizar un análisis de vulnerabilidad de las UPH del humedal.

e) Espacializar los resultados en un SIG.

3. METODOLOGÍA

La metodología general aplicada en el estudio comprende tres etapas, una de recopilación y pre tratamiento de datos, la segunda correspondiente a terreno y una tercera, de procesamiento, las que se presentan en el diagrama de la Figura Nº 1.

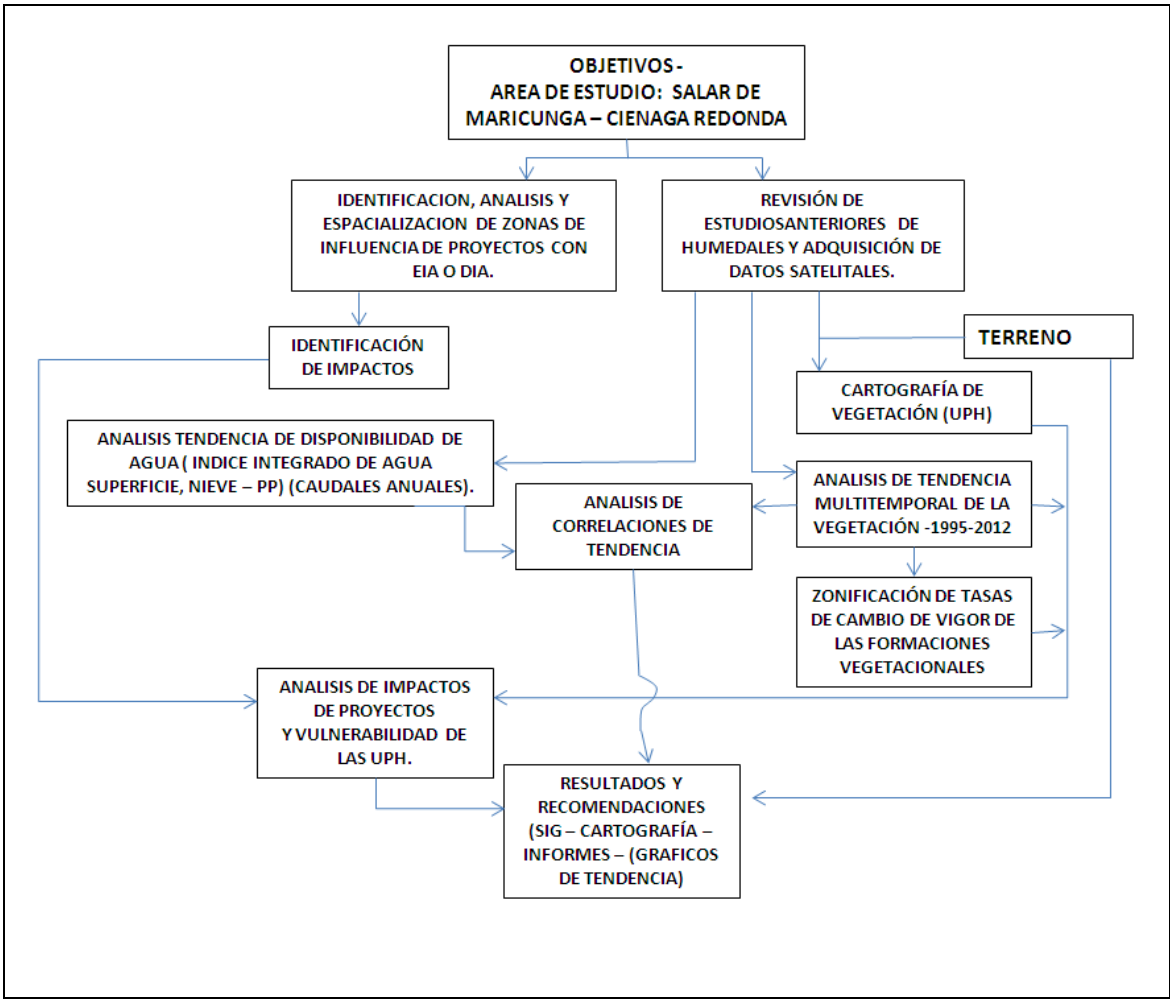


Figura Nº 1. Diagrama metodológico general.

De acuerdo al área de estudio definida en las bases técnicas y en función de los objetivos, se procedió a la revisión de los estudios existentes y adquisición y pre-procesamiento de los datos satelitales, desde el año 1995 al año 2012, obteniendo una fecha de invierno con máxima superficie de nieve y una de verano.

Paralelamente se desarrolló la recopilación y análisis de los proyectos calificados por el Servicio de Evaluación Ambiental, existentes en el área de estudio, analizando la influencia de cada uno en el área de estudio (definida por los tres humedales), identificando los impactos, de acuerdo a lo que indican los EIA, DIA y RCA respectivos.

A partir de las imágenes satelitales y mediante una campaña de terreno, se definieron las muestras para realizar la cartografía de las formaciones vegetacionales de los humedales, definiéndose para cada uno y para los años críticos la cartografía vegetacional correspondiente. De igual forma, a partir de estos datos de terreno, se analizaron los índices de vegetación y se determinó el más adecuado para discriminar las situaciones locales de los humedales. Posteriormente, se analizó la serie de imágenes correspondiente al periodo entre 1995 y 2011 y, se obtuvo la tendencia de los humedales y el comportamiento multitemporal de la vegetación.

De igual forma, a partir de la data satelital de invierno, datos de precipitación anuales y superficie de nieve caída, se analizó la disponibilidad de agua para establecer la correlación con los indicadores del estado hídrico de la vegetación azonal.

Con todo, se obtuvieron los resultados, los respectivos análisis y conclusiones en concordancia con los objetivos.

Finalmente se sistematizó la información digital procesada en formato vectorial y raster, disponible para consulta y análisis mediante herramientas de SIG.

En el contexto de la metodología general, los resultados del presente informe se desarrollaron de acuerdo a metodologías específicas que se detallan a continuación.

3.1 Recopilación de Antecedentes, Adquisición de Datos Satelitales y Espacialización de la Información.

El desarrollo de este punto comprendió la recopilación de los estudios de humedales existentes, el análisis de los estudios ingresados al Sistema de Evaluación Ambienta (SEA) tanto los EIA, los DIA y las respectivas RCA, los resultados obtenidos por el proyecto SITHA (CIREN, 2013) y los del "estudio de los sistemas azonales hídricos del altiplano" (SAG, 2007).

De la misma forma se adquirieron y procesaron datos satelitales históricos del sensor Thematic Mapper (TM) del satélite LANDSAT correspondientes a una serie del año 1995 a 2011, incluyendo por cada año una imagen de verano y otra de invierno.

La data satelital del TM utilizada (Anexo) para el estudio de la vegetación corresponde a las imágenes capturadas en la fechas que se indican en la Tabla N°01.

Se suman a la serie, la data correspondiente al sensor multiespectral del satélite RapidEye de fecha 12 de enero de 2012 y la imagen multiespectral del sensor OLI del LANDSAT 8 del 12 de abril de 2013. De igual modo se utilizó como línea base, para algunos análisis, la imagen del TM del 17 de marzo de 1986.

Tanto los datos del sensor OLI como los del RapidEye, por tener rangos espectrales distintos a los rangos de bandas del TM, no fueron incluidos en los análisis multitemporales de la serie, dado que los montos de reflectividad no son comparables, no obstante permitieron definir las Unidades Cartográficas de Vegetación para el año 2012 y 2013.

Tabla N° 01. Fechas de imágenes satelitales del sensor TM de la serie 1995 – 2011.

Año	día	mes
1995	26	3
1996	12	3
1997	11	2
1998	2	3
1999	17	2
2000	7	3
2001	10	3
2002	29	3
2003	8	3
2004	15	2
2005	5	3
2006	20	2
2007	11	3
2008	26	2
2009	16	3
2010	19	3
2011	6	3

Fuente: elaboración propia

3.1.1 Cartografía base.

La cartografía base se elaboró a partir de la data obtenida del DEM elaborado por la misión ASTER DEM, de donde se derivaron las curvas de nivel, la hidrografía y los caminos, en este caso con apoyo de la data del LANDSAT 8 del 12 de abril del año 2013. Toda la cartografía se desarrolló con base al DATUM WGS84, Huso 19.

3.1.2 Corrección de imágenes

Las imágenes satelitales fueron debidamente georreferenciadas en función de la base cartográfica y puestas en concordancia entre sí, de tal forma que cada celda quedó en correspondencia con la misma superficie de terreno, en toda la serie. Se realizaron también las debidas correcciones radiométricas, incluyendo la

corrección atmosférica de cada imagen y el paso de ND a reflectividad, de tal forma de hacerlas comparables. El algoritmo de re muestreó en estos procedimientos correspondió al vecino más cercano, para así no alterar la data radiométrica original correspondiente a cada objeto registrado. El tamaño de celda o pixel definido para todas las imágenes y cartografía raster fue de 25 metros cuadrados (5 * 5 m).

3.1.3 Cartografía derivada de pendiente, exposición, altitud y cuencas.

A partir del DEM se obtuvo en formato raster la cartografía de pendiente, expresada en porcentaje, la de exposición y la de rangos altimétricos.

3.1.4 Caracterización de las cuencas.

Debido a la directa relación entre las características de las cuencas y la vegetación azonal, se procedió a caracterizar las cuencas correspondientes a ambos humedales, que se definieron por los siguientes indicadores:

3.1.4.1 Parámetros de forma

La forma de una cuenca influye sobre los escurrimientos y sobre la marcha del hidrograma resultante de una precipitación dada. Así, en una cuenca de forma alargada, el agua escurre, en general, por un solo cauce principal, mientras que en otra, de forma ovalada, los escurrimientos recorren cauces secundarios hasta llegar a uno principal, por lo que la duración del escurrimiento es superior.

Los índices más empleados para representar esta característica es el coeficiente de Gravelius.

Coeficiente de Gravelius. Relaciona el perímetro de la cuenca con el perímetro de otra teórica circular, de la misma superficie. Su expresión es la siguiente:

$$C_g = \frac{P}{2\sqrt{\pi \times A}}$$

Donde:

Cg: coeficiente de Gravelius;

P: perímetro de la cuenca (en km);

A: superficie de la cuenca en (km^2).

El valor que toma esta expresión es siempre mayor que la unidad y crece con la irregularidad de la forma de la cuenca, estableciéndose la siguiente clasificación:

Cg	Forma
1,00 – 1,25	Redonda
1,25 – 1,50	Ovalada
1,50 – 1,75	Oblonga

3.1.4.2 Parámetros de relieve

La influencia del relieve sobre el hidrograma es aún más evidente. A una mayor pendiente corresponderá una mayor duración de concentración de aguas de escorrentía en la red de drenaje y afluentes al curso principal, influyendo directamente en la vegetación azonal asociada a los cursos de agua. Los parámetros a utilizar son los siguientes:

Altura Media. Entrega información de la torrencialidad que puede tener la escorrentía superficial. Se obtiene partir del DEM de cada cuenca.

Pendiente Media. Es otro parámetro que define al relieve. Se calcula como la media ponderada de las pendientes de todas las superficies elementales (pixeles) a obtener del DEM en porcentaje.

Coeficiente de Masividad. Se representa por tgα y fue establecido por Martonne (1940); su expresión es la siguiente:

$$tg\,\alpha = \frac{h}{A}$$

Donde:
h: altura media de la cuenca (m);
A: superficie de la cuenca (km2).

Este coeficiente permite diferenciar netamente cuencas de igual altura media y relieve distintos, aun cuando no es suficiente para caracterizar la proclividad de la erosión de una cuenca, pues da valores iguales en el caso de cuencas diferenciadas, como por ejemplo, cuando la altura media y superficie aumentan proporcionalmente.

Coeficiente Orográfico. Se define como:

$$CO = \bar{h}\ tg\alpha$$

Donde:

$\bar{h}$: altura media de la cuenca (m);
Tgα: coeficiente de masividad.

Este índice combina los dos parámetros del relieve que actúa en los procesos erosivos: la altura media, sobre la energía potencial del agua; y la inclinación característica de las laderas de la cuenca, sobre la energía cinética del flujo de la escorrentía superficial.

3.1.4.3 Parámetros relativos a la red hidrográfica natural.

La red hidrográfica superficial se analizó a través de:

Densidad de Drenaje. Se define, para una cuenca dada, como la longitud media de curso por unidad de superficie, mediante la expresión:

$$D = \frac{\sum L_i}{A}$$

Donde:

D: densidad de drenaje (km–1);

ΣLi: suma de las longitudes de los cursos que se integran en la cuenca (km);

A: superficie de la cuenca (km2).

En un principio y, sin tener en cuenta otros factores del medio físico de la cuenca, cuanto mayor sea la densidad de drenaje, más rápida será la respuesta de la cuenca frente a una tormenta, evacuando el agua en menos tiempo. En efecto, al ser la densidad de drenaje más alta, una gota deberá recorrer una longitud de ladera pequeña, realizando la mayor parte del recorrido a lo largo de los cauces, donde la velocidad de escurrimiento es mayor; por lo tanto, los hidrogramas, en principio, tendrán un tiempo de concentración corto.

Forma de red hídrica, Para ello se analizó el conjunto de la red hídrica de cada cuenca, de acuerdo a los patrones de forma de drenaje que describen distintos autores.

Caudales. A partir de los datos existentes de caudales por cuenca (m^3/s) elaborados por CPH y Asociados S.A (2012) se establecerá la relación con los resultados obtenidos de la tendencia de la vegetación.

3.2 Identificación, Análisis de Proyectos en Ejecución y Obras Existentes en el Area de Estudio.

Del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) se obtuvieron los proyectos aprobados desde el año 1994 al presente, desarrollados en el área de estudio y se analizaron los respectivos estudios (EIA, DIA) y RCA. (Figura Nº 2)



Figura Nº 2. Ubicación de proyectos con EIA y DIA desde el año 1994 (KMZ SEA. Google Earth).

3.3 Análisis de Tendencia de la Disponibilidad de Agua en los Humedales.

Para la cuenca de Maricunga y las subcuencas correspondientes a los humedales bajo estudio, se analizaron las coberturas de nieve mediante datos satelitales. De esta forma, se determinó el tiempo (meses) en que cada año la cuenca permaneció con nieve, considerando la fecha con máxima cobertura hasta el mes donde la cobertura de nieve llega al mínimo (menor a 2%). En el caso de años con más de una cobertura máxima se consideró la fecha más temprana.

Por otro lado, a partir de los datos de precipitación (media anual) se obtuvieron la tendencia de precipitación de lluvia en la serie de años.

3.4 Levantamiento Vegetacional de Terreno.

Con la finalidad de definir en terreno muestras que permitieran ajustar los índices y el estado y condición de las formaciones vegetacionales que integran los humedales, se realizó una campaña de terreno en el mes de octubre del presente año, la que cubrió los tres humedales en estudio.

3. 4.1 Revisión bibliográfica

Se elaboró una base de datos de Especies descritas para el área de estudio mediante revisión de líneas base para flora y vegetación de los proyectos asociados al área de influencia de sus actividades, a saber, documentación ingresada al SEIA de los proyectos Lobo-Marte, Volcán y el proyecto Refugio. Se considera además información generada por la Corporación Nacional Forestal, el Servicio Agrícola y Ganadero, SAG y los resultados del Proyecto "Caracterización de Humedales Altoandinos para una Gestión Sustentable de las Actividades Productivas del Sector Norte del País" del Centro de Información de Recursos Naturales, CIREN 2013, entre otros.

Previo a la campaña de terreno se consultó el herbario del Museo Nacional de Historia Natural para cotejar los listados de especies obtenidos de la revisión realizada.

3.4.2 Uso de imágenes satelitales y cartografía preliminar.

A partir de la data satelital obtenida para los humedales del año 1995 a 2013, se elaboró la cartografía preliminar e indicadores vegetacionales espectrales que permitieron verificar y ajustar los umbrales y la propia utilidad de ellos de cara a una mejor discriminación de la condición de la vegetación y de las distintas formaciones. Se utilizó, en forma preliminar el SAVI (ver punto 3.5.1) y composiciones Infrarrojo color Convencional.

3.4.3 Información en terreno

Se comprobaron las unidades de vegetación, se ajustaron y modificaron, según la realidad de terreno. Debido a que Octubre corresponde al periodo de mayor aridez para estos sistemas y al periodo de máxima intensidad de afloraciones salinas (Ahumada y Faúndez, 2009), no se realizó inventario florístico de los sitios visitados al no encontrarse la vegetación en las mejores condiciones (vegetación en receso, cubierta de nieve, en latencia, quemada o cubierta de sales), tal como se puede observar en la imagen del sensor OLI del Landsat 8 (Figura N° 3), donde se aprecia en color magenta la nieve, en color verde la vegetación muerta y/o seca, en color blanco zonas con vegetación muy abierta en suelo con afloramientos salinos y en color rojo oscuro los bofedales.

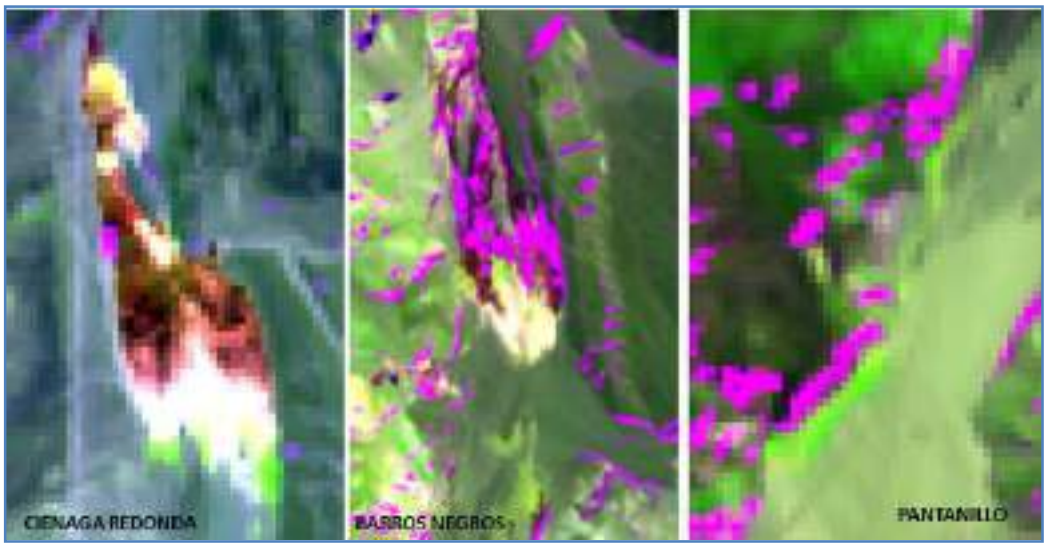


Figura N° 3. Imágenes del sensor OLI de octubre de 2013. RGB B452

Las visitas y evaluación del estado de la vegetación y formaciones dominantes se realizaron en compañía de personal del Servicio Agrícola y Ganadero de la Región de Atacama. El chequeo consideró recorridos pedestres y toma de datos de modo de georreferenciar aquellas áreas con deterioro por desecación.

3.4.4 Codificación de vegetación

Dadas las condiciones, se realizó una caracterización de vegetación en el sector de Ciénaga Redonda, en función de características estructurales de las especies dominantes presentes, de acuerdo con la metodología de la “Carta de Ocupación de Tierras" (COT), adaptada para las condiciones ecológicas de Chile por Etienne & Contreras (1981) y Etienne & Prado (1982). Bajo esta metodología, se evaluó la vegetación en su estructura horizontal, es decir, el porcentaje de cubrimiento de cada uno de los estratos vegetacionales presentes y especies dominantes. La COT define 4 tipos biológicos básicos pero sólo dos son aplicables para el área de estudio: H (Herbáceo) y LB (Leñoso bajo) aunque este último sólo es aplicable a especies que componen la vegetación zonal. Esta metodología permite clasificar la estructura vertical de los estratos.

La codificación para altura y cobertura de los tipos biológicos presentes en los humedales se muestran en las Tablas N° 2 y 3 donde se presenta la simbología para identificar la estratificación del tipo biológico identificado junto a su índice de cobertura (n).

Tabla N°2. Codificación para alturas para tipos biológicos Leñoso Bajo y Herbáceo según metodología COT.

LEÑOSO BAJO (LB)			HERBÁCEO (H)		
SIMBOLOGIA	ALTURA	ESTRATO	SIMBOLOGIA	ALTURA	ESTRATO
LB	<5cm	Extrem. Baja	H	<5cm	Extrem. Baja
LB	5-25cm	Muy Baja	H	5-25cm	Muy Baja
LB	25-50cm	Baja	H	25-50cm	Baja
LB	50-100cm	Media	H	50-100cm	Media
LB	100-200cm	Alta	H	100-200cm	Alta
LB	>200cm	Muy Alta	H	>200cm	Muy Alta

Tabla N°3. Codificación para recubrimiento según Tipo Biológico de acuerdo a metodología COT

COBERTURA (%)	DENSIDAD	CODIGO	INDICE (n)
1 a 5	muy escasa	me	1
5 a 10	escasa	e	2
10 a 25	muy clara	mc	3
25 a 50	clara	c	4
50 a 75	poco densa	pd	5
75 a 90	densa	d	6
90 a 100	muy densa	md	7

.

Para este informe y de acuerdo a la Carta de Ocupación de Tierras, de Ettienne y Pardo, y a la Guía Descriptiva de los Sistemas Vegetacionales Azonales Hídricos Terrestre de la Ecorregión Altiplánica (SVAHT) del SAG, se definen los siguientes conceptos:

COT, como la representación cartográfica de la vegetación actual, expresada a través de su estructura (formaciones vegetales), composición florística (especies dominantes) e impacto del hombre sobre el medio.

Formación Vegetal, como aquella que describe la estructura de la vegetación clasificando sus comunidades en formaciones o tipos vegetacionales, a saber: Herbáceo (H), Leñoso Alto (LA), Leñoso bajo (Lb) y Suculento (S) y se basa en conceptos de estratificación y cobertura: Estratificación, como la disposición vertical de la vegetación.

Cobertura o Recubrimiento, como aquella proporción de terreno que ocupa la vegetación expresada en porcentaje.

Especies Dominantes, como aquellos tipos biológicos de mayor representatividad en cada formación vegetal.

Bofedal: como aquellas áreas que presentan dominancia de las especies con crecimiento en cojín, que forman cuerpos compactos y que se caracterizan por presentar dominancia de las especies *Oxychloe andina* y *Zameioscirpus*

atacamensis, asociados generalmente a niveles hídricos permanentes, cursos de agua corrientes o suelos sobresaturados. Estos pueden ser salinos o no salinos dependiendo de si el cubrimiento de sales superficiales es mayor o menor a un 5% (Ahumada, M. y Faúndez, L., 2009).

Vega: como aquellas áreas en que presentan dominancia las especies con crecimiento rizomatoso, capaz de formar un césped parejo o pequeños cojines herbáceos que no superan los 30 cm de altura. Es dominada por *Deyeuxia velutina* y *Deyeuxia eminens* acompañadas de *Calandrinia compacta, Arenaria rivularis y Nastanthus caespitosus.* Su cobertura varía entre un 30%, en suelos mas descubiertos, y sobre un 70% en sectores con mayor vegetación. El régimen hídrico se encuentra asociado a niveles freáticos superficiales o subsuperficiales. Se las puede clasificar como salinas si su porcentaje de sales es mayor al 20% de cubrimiento y como no salinas si es menor a ese porcentaje (Ahumada y Faúndez, 2009)

Pajonal Hídrico: Son áreas que presentan dominancia de especies con crecimiento cespitoso, donde el estrato varía entre 40 y 60 cm de altura. Las especies dominantes para este tipo corresponden a *Deyeuxia eminens* y *Deyeuxia velutina*, con coberturas que superan el 50% en sectores con altos porcentajes de cobertura vegetal. Asociados a este tipo de formación es frecuente encontrar la presencia de un musgo característico del género *Bryum*, además de especies hidrófilas como *Potamogeton strictus*, *Rupia marítima* y *Myriophyllum quítense*. Los aportes hídricos de esta formación son variados. Se encuentran asociados a suministros hídricos estables o permanentes y niveles freáticos medios o altos. Esta formación puede clasificarse en salina o no salina si su superficie de afloramiento de sales es menor a 30% o mayor a 30%.

3.4.5 Codificación de flora

De acuerdo con Etienne y Prado (1982), se codificaron las especies representativas de cada tipo biológico de acuerdo con las iniciales del nombre genérico y el nombre específico de la especie identificada. La utilización de

mayúsculas y minúsculas se encuentra relacionada con el tipo biológico identificado como se muestra en la Tabla N° 4.

Tabla N° 4. Clave de codificación de especies según Metodología COT para los tipos biológicos presentes en el Área de Estudio

TIPO BIOLOGICO	CODIGO		EJEMPLO	
	GENERO	ESPECIE	ESPECIE	CODIGO
Herbáceo	Minúscula	minúscula	Oxichloe andina	oa
Leñoso bajo	Mayúscula	minúscula	Adesmia echinus	Ae

3.4.6 Clasificación taxonómica y estado de conservación

Para la clasificación taxonómica de las especies presentes en el Área de Estudio y revisión de los Estados de Conservación de las mismas, se chequeó información bibliográfica especializada disponible, tanto física como digitalmente, así como los instrumentos legales vigentes. Esto incluyó revisión y chequeo de los estados de conservación de las especies descritas e identificadas para la zona en el Libro Rojo de la Flora Nativa y los Sitios Prioritarios Para su Conservación: Primera Región de Atacama, (Squeo et al, 2008), Clasificación de Especies del Ministerio del Medio Ambiente, Procesos 1° al 9°, Boletín N° 47 del Museo de Historia Natural, Lista Roja de la Unión Internacional para Conservación de la Naturaleza (UICN), Bases de Datos del Instituto Darwinion y del Royal Botanical Garden, en sus versiones web, entre otros.

3.5 Elaboración de índices espectrales y análisis de tendencia y cambios anuales de la vegetación de los humedales.

3.5.1 Índices

Para efectos de estudiar los cambios vegetacionales, se procesaron en forma preliminar los índices de vegetación espectrales denominados NDVI, SAVI, los cuales fueron testeados en terreno y se procedió a crear un tercer índice que fue el denominado índice de humedad de la vegetación (IHUMV), el cual fue finalmente aplicado.

Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI) (Huete, 1988). Es un índice de vegetación derivado del NDVI, cuya intención es incluir las variaciones radiométricas que induce la presencia de zonas con escasa cobertura vegetal, como las que se dan en ambientes semiáridos, mediante una constante (L) dependiente de la densidad del suelo, en el denominador, cuyo valor recomendado, para una amplio rango de coberturas, es 0.5. Para que este índice varíe en el mismo rango que el NDVI, se multiplica por "1 + L", correspondiente a la siguiente expresión:

$$SAVI = \frac{\rho IRC - \rho R}{\rho IRC + \rho R + L} (1+L)$$

Donde:

ρIRC: Reflectividad del píxel en la región del espectro correspondiente al infrarrojo cercano.

ρR: Reflectividad del píxel en la región del espectro visible rojo.

L: 0,5

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) (Tucker, 1979) es el índice de vegetación que estima la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación. Además, se puede relacionar con el contenido de calcio y el magnesio en la vegetación (Berta Gil, 2004). Se basa en la diferencia entre la absorción del rojo por la

clorofila y la máxima reflexión en el infrarrojo cercano debida al estado de la estructura celular de la planta.

$$NDVI = \frac{R845 - R665}{R845 + R665}$$

Donde:

R = Reflectancia

En coberturas vegetales fotosintéticamente activas y continuas se satura fácilmente, dificultando realizar distinciones dentro de ella misma, cuestión que es aplicable a los humedales.

Normalized Difference Water Index (NDWI) (Gao, 1996), modificado como IHUMV (Castro, 2012), es un índice cuyos valores varían por la cantidad de agua, tanto dentro de la vegetación como acumulada en el suelo. Utiliza las bandas del Infrarrojo cercano (IRC, 860nm) e infrarrojo medio (SWIR, 1240nm), esta última dentro del centro de la banda de absorción secundaria del agua a unos 1200 nm, por lo que varía en función del contenido de agua de la planta. Escribano (2009) observó que los valores bajos (negativos) estaban asociados a la vegetación seca, mientras que los altos (positivos) a la vegetación fotosintéticamente activa.

$$IHUMV = \left(\frac{\rho IRC - \rho SWIR}{\rho IRC + \rho SWIR} + 1\right) * 100$$

Donde:

ρIRC: reflectividad Infrarrojo cercano

ρSWIR: reflectividad infrarrojo medio

En la Figura N° 4 se presenta una comparación de los tres índices para el humedal de Ciénaga Redonda.

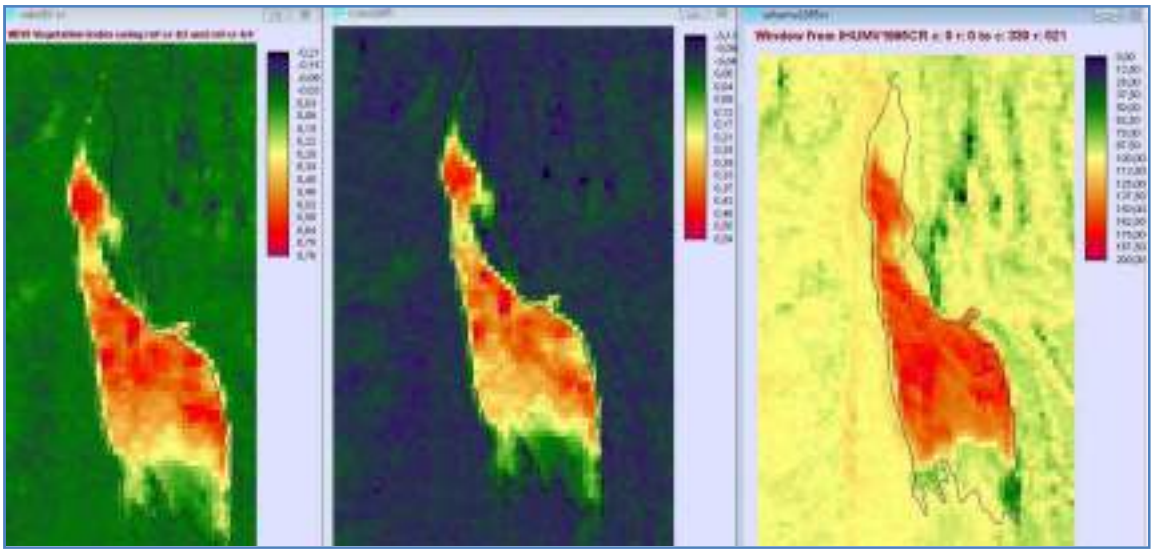


Figura N° 4. Indices espectrales: NDVI, SAVI e IHUMV año 1995.

Tanto el NDVI como el SAVI (izquierda y centro), se ven afectados por la reflectancia de fondo (suelo), aunque el SAVI en menor medida, no así el IHUMV el que al mismo tiempo, discrimina la vegetación muerta del humedal, cuyos restos en forma de cojinetes y coriaceos tienen baja reflectividad tanto en el IRC como en el IRM. También éste índice presenta una influencia de la humedad del suelo y las zonas con agua, discriminando de mejor forma los bofedales, formación que en el NDVI y en el SAVI se ven menos representadas.

3.5.2 Análisis multitemporal y cambios entre años críticos.

Los cambios de la vegetación azonal se obtuvieron a partir del análisis multitemporal del índice IHUMV, obteniendo un perfil temporal (PROFILE) de cambios y la tendencia (espacial) mediante la aplicación del Indice de Decremento Temporal (IDT):

$$IDT = \Sigma IHUMVti – IHUMVti\text{-}1 \,/\, ti – ti\text{-}1$$

Donde, IHUMV es el índice de humedad vegetacional.

Por consiguiente, el IDT del IHUMV da cuenta de condición de la vegetación del humedal a la fecha del último año de la serie analizada (2011) como producto de los cambios que ha experimentado en los 16 años que cubre la serie, condición que puede ser considerada como la vulnerabilidad de la vegetación, toda vez que representa la resilencia a los procesos naturales y antrópicos que han sucedido en el tiempo.

Consecuentemente con lo anterior, se definieron las Unidades Cartográficas Homogéneas (UCH) para los años 1986 (como línea base), 1995 (inicio de la serie), 2011 (final de la serie), 2012 y 2013 y se realizaron los análisis de cambios entre estos años, basados en técnicas de tabulación cruzada.

3.6 Análisis de Vulnerabilidad

La vulnerabilidad se entiende como la susceptibilidad del humedal a ser alterado o dañado (por una amenaza interna o externa que produce impacto) y perder las características naturales propias, tanto biológicas, como físicas, como ecosistema acuático y por ende, las funciones que realiza en relación a la biodiversidad y conservación de la vegetación, fauna y como sistema socio ecológico altoandino.

Las aproximaciones, por consiguiente, para determinar la vulnerabilidad, son complejas e incorporan múltiples variables, tal como lo propone el propio SAG (2006) que plantea la medición del grado de vulnerabilidad en base a medir los flujos de materia orgánica de origen antrópico, la heterogeneidad espacial, la vegetación riparia, existencia de zona buffer, inundaciones, conectividad intersistemica y naturalidad.

Sin embargo, considerando que lo central es tener un acercamiento al grado de resilencia o de salud del humedal para efectos de enfrentar los impactos, en este

trabajo la aproximación al grado de vulnerabilidad del humedal será el resultado de la vulnerabilidad de las UCH, obtenida como el promedio IDT de la totalidad de las celdas que integra cada UCH (celdas de 25 metros cuadrados), de tal forma que el humedal con mayor superficie de UCH en grado mayor de vulnerabilidad, resulta ser más vulnerable.

Por consiguiente, la cartografía de vulnerabilidad de las UCH de los humedales Ciénaga Redonda y Barros Negros se determinaron a parir del promedio del decremento del IHUMV obtenido entre los años 1995 y 2011. En el caso de Pantanillo no se aplicó por las características actuales del humedal que se encuentra en un 98% seco y/o muerto.

En el caso del humedal Ciénaga Redonda se escaló el resultado (para evitar valores negativos) sumando 2 y multiplicando por 100, de tal forma que 200 representa el umbral de las UCH (mayor o igual) no vulnerables. En el caso de Barros Negros el factor de escalamiento se obtuvo sumando tres y multiplicando por 100, siendo 300 el umbral de vulnerabilidad.

4. ÁREA DE ESTUDIO.

Los Sistemas Vegetacionales Azonales Hídricos Terrestres (SVAHT) son humedales dependientes de un aporte hídrico constante, sean provenientes de aguas subterráneas cercanas a la superficie o fuentes superficiales de agua (Ahumada y Faúndez, 2009) y básicamente dependen del régimen de precipitaciones de los meses estivales provenientes del anticiclón Atlántico y/o nevadas, principalmente invernales, provenientes del anticiclón Pacífico. Un ejemplo de está vegetación se encuentra en los humedales ubicados en la cuenca del salar de Maricunga, entre los que se encuentran el humedal Ciénaga Redonda, Barros Negros y Pantanillo que son el objeto del presente trabajo (Figura Nº 5).



Figura Nº 5. Ubicación de humedales en área de estudio (Imagen Google)

Los Humedales se encuentran insertos en el altiplano de la III Región de Atacama en la Provincia de Copiapó, Comuna de Copiapó, por sobre los 4000 msnm. Están ubicados en el sector del Corredor Biológico Pantanillo Ciénaga Redonda, propuesto por CONAF como conexión entre las dos porciones que conforman el Parque Nacional Nevado Tres Cruces (PNNTC), Laguna Santa Rosa y Laguna del Negro Francisco. Dadas las condiciones, este sector permite la movilidad, resguardo y alimentación de avifauna altoandina y mamíferos camélidos y por el que corre uno de los principales afluentes y aportadores de agua de las lagunas, el rio Astaburoaga (CONAF, 2011). EL PNNTC pertenece al Sistema Nacional de Áreas Protegidas por el Estado, SNASPE, y es administrado por CONAF desde el año 1994 (D.S.N°947 del Ministerio de Bienes Nacionales que crea el PNNTC).

Las zonas que comprende el PNNTC, y zonas aledañas, están incluidas desde el año 1996, en la lista de Humedales de Importancia Internacional de la Convención Ramsar. Estos sectores están incluidos en la propuesta de Sitio Prioritario “Nevado Tres Cruces” para la Conservación de la Biodiversidad en la Región de Atacama según el Libro Rojo de la Flora Nativa y los Sitios Prioritarios para su Conservación, Región de Atacama (Squeo et al, 2008), El corredor Biológico Pantanillo-Ciénaga Redonda (Tabla N°5) comprende, en su totalidad al 17,7% del total del Sitio Ramsar Nevado Tres cruces con 11.057 ha (CONAF, 2011).

Los humedales que comprenden el área de estudio corren paralelos al Este de la ruta C-607 que une las dos áreas que conforman el PNNTC y se encuentran en la zona de influencia de los proyectos mineros Refugio (Minera Maricunga), Lobo-Marte y Volcán, de Mineras Lobo Marte S.A. y Andina Minerals Chile Ltda. respectivamente.

Tabla N°5. Coordenadas de los sectores que comprenden el Corredor Biológico Pantanillo-Ciénaga Redonda propuesta por CONAF y extraída de la Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (CONAF, 2011).

SECTOR	ALTITUD	COORDDENADAS
Bofedal Ciénaga Redonda	3.946 msnm	27°09'**S** 69°00'**O**
Bofedal Quebrada Villalobos	4.030 msnm	27°12'**S** 69°01'**O**
Vega Barros Negros	4.089 msnm	27°16'**S** 69°00'**O**
Vega Pantanillo	4.172 msnm	27°21'**S** 69°00'**O**

La Figura N°6 muestra la ubicación de los sitios que comprenden el Área de Estudio dentro del Sitio Prioritario Nevado Tres Cruces.

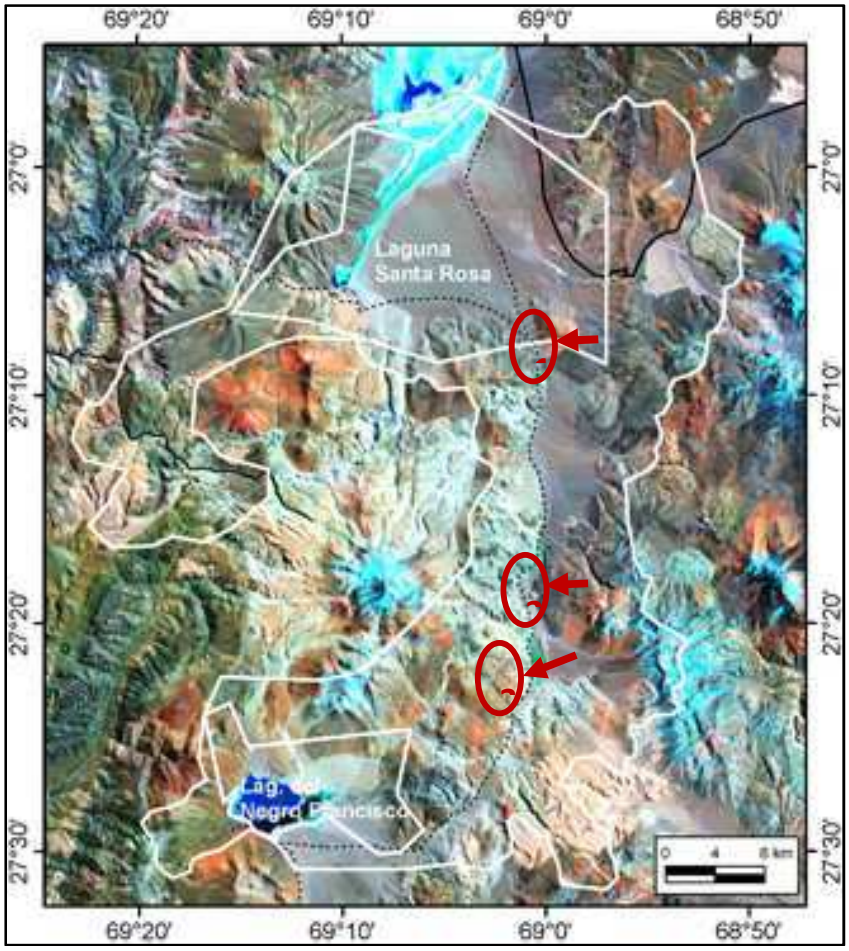


Figura N° 6. Del Libro Rojo de Atacama, Sitio Prioritario Nevado Tres Cruces que incluye las dos áreas que conforman el PNNTC. De Norte a Sur, la ubicación aproximada de los Humedades Ciénaga Redonda (1), Barros Negros (2) y Pantanillo (3).

Los humedales en estudio forman parte a un conjunto de humedales altoandinos prioritarios de conservación de la Zona de Puna, caracterizados por una baja precipitación, en este caso del orden de 100 mm/año a los 4.000 msnm, con un promedio en la cuenca de Maricunga de 133 mm/año. La vegetación que caracteriza estos humedales son básicamente formaciones vegetacionales que corresponden a Bofedal Hídrico de *Zameioscirpus atacamensis*, Pajonales hídricos y Vegas en menor medida.

5. ANTECEDENTES SOBRE TRABAJOS EN EL ÁREA.

El área de estudio, correspondiente a los humedales de Ciénaga Redonda, Barros Negro y Pantanillo, cuenta con diversos estudios, realizados recientemente para él SEA, de las empresas mineras que se encuentran operando en el sector. Entre ellos se destacan el estudio del proyecto Minero Volcán correspondiente al "Modelo Hidrogeológico de Barros Negros- Ciénaga Redonda", cuyos resultados permiten tener los caudales anuales por subcuencas de proyección de los acuíferos existentes, lo que entrega la base para relacionar el comportamiento productivo de los humedales del área de estudio.

De igual forma, el "Estudio Exploración Minera del Distrito Pantanillo" (Gamonal 2007), permite la ubicación de sitios de exploración en el área de Pantanillo y relacionarlos con el estado de los humedales. Un aporte similar lo constituyen los estudios del proyecto Minero Lobo Marte (AMEC, 2011), que entrega para Ciénaga Redonda, la ubicación de las obras y la caracterización de los acuíferos y el estudio hidrológico de la minera Santa Rosa, Minera Mantos Blancos y TECK (MDO, 1998).

Los proyectos relacionados con el área de estudio, en orden cronológico, según fecha de calificación son los siguientes:

Nombre: Proyecto Minero Refugio

Tipo de proyecto: EIA

Titular: Compañía Minera Maricunga

Fecha de calificación: **17-oct. 1994**

Ubicación.: 954499 468726 PSAD 56

Comuna: Copiapó

Nombre: Proyecto Minero Aldebarán

Tipo de proyecto: EIA

Titular: Compañía Minera Casale

Fecha de calificación: **31-ene-02**

Ubicación: 6924000 473000 DATUM No especificado

Comuna: Tierra Amarilla

Nombre: Optimización Proceso Productivo Proyecto Refugio

Tipo de proyecto: DIA

Titular: Compañía Minera Maricunga

Fecha de calificación: **10-nov-09**

Ubicación.: 954499 468726 PSAD 56

Comuna: Copiapó

Nombre: Proyecto Explotación de Minerales Can-Can (e-seia)

Tipo de proyecto: DIA

Titular: Compañía Minera Mantos de Oro

Fecha de calificación: **18-may-10**

Ubicación: 7035702 472902 WGS84

Comuna: Copiapó

Nombre: Prospección Minera Lobo Marte Etapa II

Tipo de proyecto: DIA

Titular: Minera Santa Rosa SCM

Fecha de calificación: **23-dic-10**

Ubicación: 6994567 497294 WGS 84

Comuna: Copiapó

Nombre: Proyecto de Prospección Minera Sierra La Sal

Tipo de proyecto: DIA

Titular: Fortune Valley Resources Chile S.A.

Fecha de calificación**: 28-feb-11**

Ubicación: 6966207 492591 WGS 84

Comuna: Tierra Amarilla

Nombre: Modificación Sondajes de Prospección, Proyecto Volcán

Tipo de proyecto: DIA

Titular: Andina Minerals Chile Ltda.

Fecha de calificación: **06-ene-12**

Ubicación. 6973650 487807 WGS 84

Comuna : Tierra Amarilla

Proyecto Minero Refugio

Corresponde a una explotación minera que data del año 1994 y operó del año 1996 al año 2002, el año 2002 se aprobó una modificación al Proyecto, el 30 de diciembre del 2003 se aprobó Nuevo campamento, el 16 de enero de 2004 se aprobó una modificación y nuevas instalaciones y se autorizo una extracción de agua máximo de 95 l/s. El año 2009 se aprueba DIA para optimización de proceso productivo. La empresa reporta consumos del orden de 93 l/s. Los pozos de extracción se encuentran en el humedal de Pantanillo de donde conducen el agua hasta el Proyecto (Figura N°7).



Figura N°7. Ubicación de pozos del Proyecto Refugio en humedal Pantanillo (CS8, CS13 y CS14) (EIA, 1994).

Proyecto Volcán

Los Sondajes de Prospección Proyecto Volcán fueron aprobados en el año 2008, el año 2012 se aprobó una modificación y actualmente se encuentra en proceso de calificación.

Proyecto Explotación de Minerales Can-Can

Corresponde a una explotación del proyecto aprobado el año 2010. Consiste en la explotación de un yacimiento de oro y plata, a rajo abierto. El abastecimiento de agua para el proyecto se realiza desde la cuenca del salar de Maricunga.

Proyecto Minero Aldebarán

Este proyecto se aprobó el año 2002 y se explotó por 12 años la mina a rajo abierto. En la actualidad se encuentra en proceso de calificación ambiental la optimización del proyecto Minero Cerro Cásale. El abastecimiento de agua lo realiza desde pozos (12) ubicados en el Llano de Piedra Pómez.

Proyecto de Prospección Minera Sierra La Sal

Este proyecto fue aprobado el año 2011 y está autorizado para realizar prospecciones en zonas con actividades mineras previas.

Proyecto Lobo-Marte

Prospección fue aprobada en el año 2009. En el año 2010 se aprobó el proyecto "Optimización Prospección Minera Lobo Marte", que aumentó el número de sondajes en 35 pozos de prospección adicionales. Luego en una segunda etapa (aprobada en el mismo año 2010) en el área Lobo Marte, se aumento a 196 sondajes adicionales. En la actualidad se encuentra en proceso de calificación ambiental la explotación de los rajos correspondientes.

6 CARACTERIZACIÓN DE CUENCAS

6.1 Cuenca Salar Maricunga.

Los humedales Ciénaga Redonda, Barros Negro y Pantanillo forman parte de la cuenca del Salar Maricunga, siendo a su vez ambos humedales parte de la subcuenta denominada Quebrada Ciénaga Redonda, cuya delimitación se muestra en la Figura Nº 8 y tuvo como base la imagen satelital del LANDSAT 8 del 12 de abril del año 2013 y la data correspondiente a las curvas de nivel con equidistancia de 50 metros (Figura N° 9).

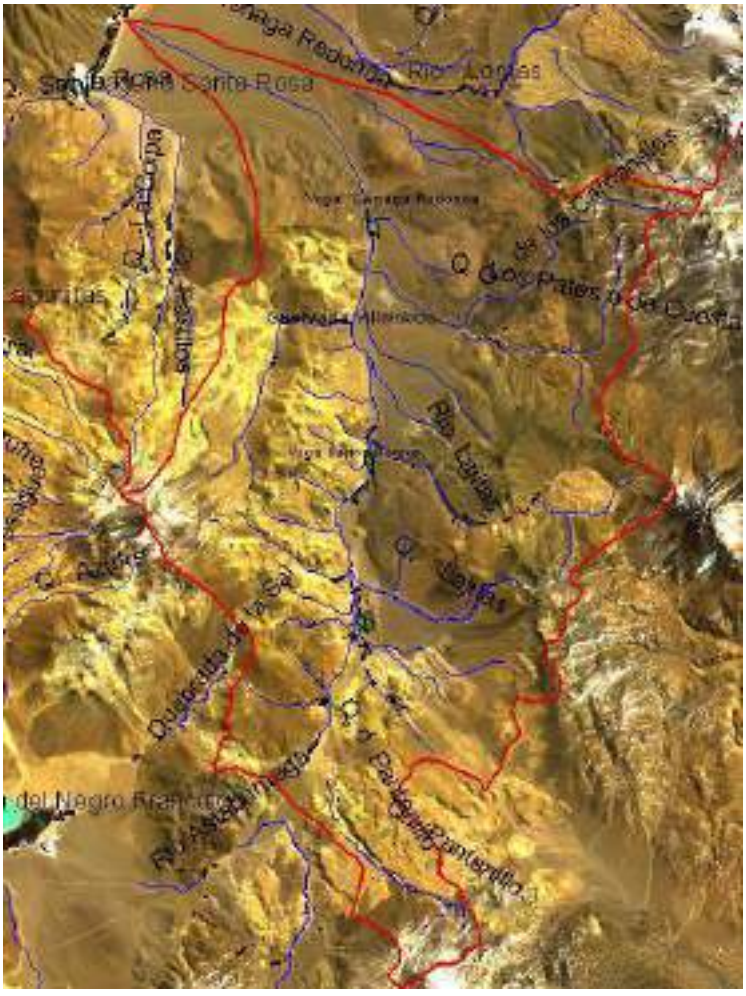


Figura N° 8. Ubicación de humedales en valle de la Cuenca Quebrada Ciénaga Redonda.

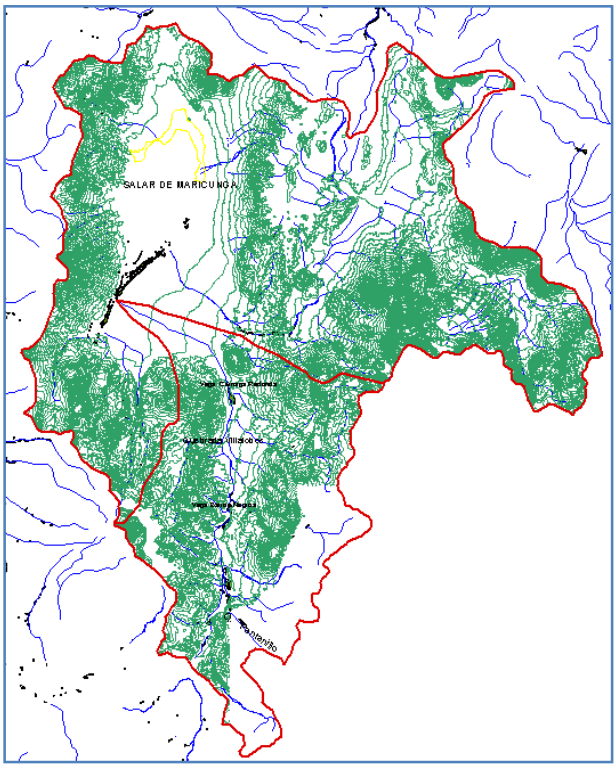


Figura N° 9. Curvas de nivel Cuenca Maricunga

Se asocia a la cuenca de Maricunga, una base de datos correspondiente a las curvas de nivel, red hídrica natural general de la cuenca, caminos y senderos existentes, humedales identificados en la cuenca, entre ellos los correspondientes a este estudio (Ciénaga Redonda, Barros Negros y Pantanillo), pisos vegetacionales, ubicación de faenas mineras, puntos de caudales, puntos con ubicación de los proyectos ingresados al SEA e imagen satelital (LANDSAT 8) del 12 de abril del 2013 (se adjuntan archivos en formato shp, ubicados en carpeta con nombre “cca-maricunga”) (Figura Nº 10).

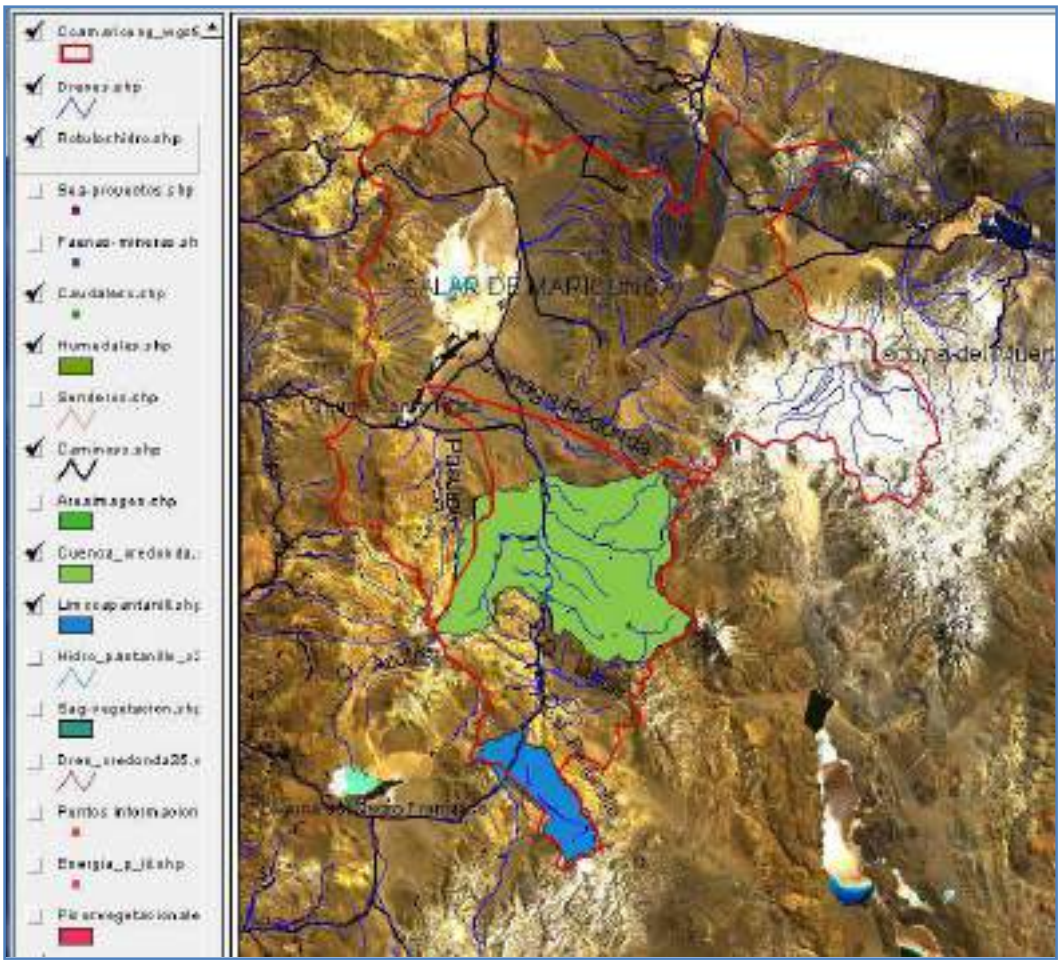


Figura N° 10. Ubicación de humedales en cuenca Quebrada Ciénaga Redonda.

La cuenca del Salar de Maricunga es la segunda cuenca cerrada más grande de la Tercera Región después de Pedernales y corresponde a la cabecera norte del sistema Ciénaga Redonda y representa el término de esta misma. Sus afluentes principales corresponden al río Lamas, que escurre de este a oeste, y a la quebrada Ciénaga Redonda, que escurre de sur a norte. El aporte más significativo lo entrega la quebrada Ciénaga Redonda con una componente total (subterránea y superficial) de 614 l/s como promedio anual (CPH, 2012).

La superficie calculada para la cuenca del Salar de Maricunga, de acuerdo a la cartografía que se adjunta, corresponde a 308.694,4 hectáreas y la subcuenca correspondiente a Quebrada Ciénaga Redonda es de 91.454,9 hectáreas. La

altitud máxima de la cuenca es de 6.750 msnm en el sector ubicado al sur de la Laguna el Muerto y la mínima es de 3.750 ubicada en el Salar, lo que entrega una diferencia y define la altura de 3.000 metros.

En el valle de la cuenca Quebrada Ciénaga Redonda, se ubican una serie de humedales, la mayoría pajonales hídricos, siendo los principales, siguiendo la dirección sur – norte, los siguientes (Figura N° 9):

- Humedal sector Pantanillo
- Humedal sector Quebrada Las Lajitas.
- Vegas Barros Negros
- Humedal Quebrada Villalobos.
- Humedal Ciénaga Redonda.

6.1.1 Precipitación

Los humedales bajo estudio, insertos en la cuenca del Salar de Maricunga, se caracterizan por un clima de Tundra por Efecto de altura, el cual presenta características desérticas y una oscilación térmica amplia entre el día y la noche. El origen de las precipitaciones es principalmente frontal ocurriendo en invierno (de mayo a agosto). Los meses de verano (de octubre a marzo) son secos, con tormentas ocasionales correspondientes al “Invierno Altiplánico”.

El área presenta precipitaciones nivales de origen frontal abundantes, que se producen entre los meses de mayo a agosto. Esta precipitación sólida provee el recurso hídrico que alimenta a los cursos superficiales de la zona. Con respecto a las precipitaciones líquidas, éstas resultan escasas.

El área de estudio no cuenta con información local de precipitaciones, salvo la reportada para los años 1997 y diciembre 1998 en la estación meteorológica “Proyecto Lobo Marte” ubicada a 4.090 msnm, datos reportados en la línea base

de la EIA (Golder Associate, 2011), siendo las estaciones meteorológicas existentes más cercanas las correspondientes a Las Vegas y a Pastos Grandes, ubicadas a 88 km al NO y a 57 Km al O del área de estudio respectivamente (Figura Nº 11).



Figura Nº 11. Ubicación de estaciones meteorológicas. (Fuente: Modificada de línea base KINROSS, 2011).

Los datos de precipitación media anual de ambas estaciones se presentan en la Tabla N° 5 y la gráfica correspondiente en la Figura Nº 12.

Tabla N° 5. Precipitaciones anuales de estaciones meteorológicas Las Vegas y Pastos Grandes.

Año	Las Vegas	Pastos Grandes	Promedio
1995/96	26,1	19,5	22,8
1996/97	21,5	42,2	31,85
1997/98	87,1	130	108,55
1998/99	14	10	12
1999/2000	21	20	20,5
2000/01	63,5	46,5	55
2001/02	0	9,5	4,75
2002/03	47	76	61,5
2003/04	0	0	0
2004/05	27	11	19
2005/06	27	32	29,5
2006/07	28	26	27
2007/08	0	20	10
2008/09	13	3,5	8,25

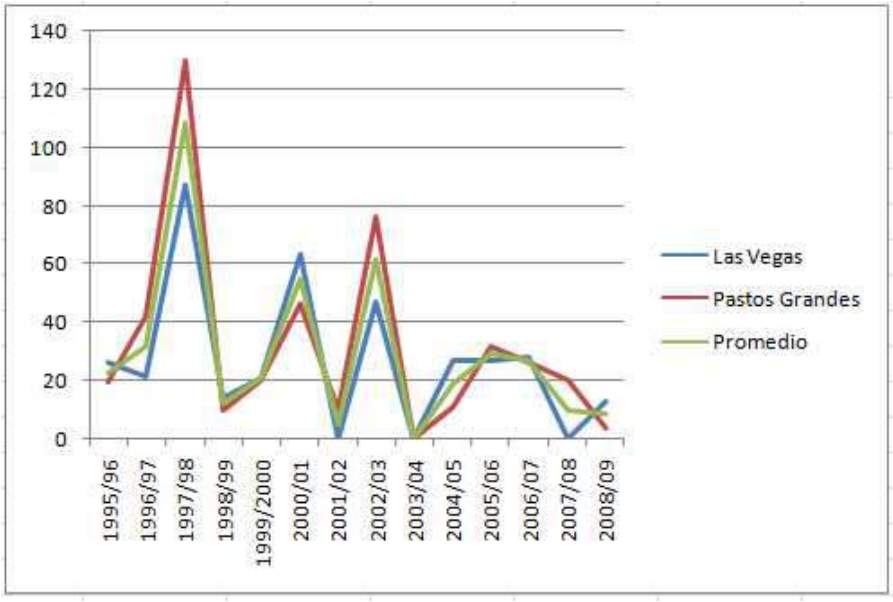


Figura N° 12. Distribución de precipitaciones en periodo 1995 a 2009. (Fuente propia).

La tendencia de la precipitación media anual es claramente a disminución, pasando en promedio de 108 mm/año a 8,5 mm/año entre el año 1995 a 2009.

6.1.2 Superficie de nieve.

Considerando la cobertura de nieve anual de la cuenca Maricunga, analizada de acuerdo a la data satelital (Figura N° 13), se tienen los resultados que se indican en la Tabla N° 6.

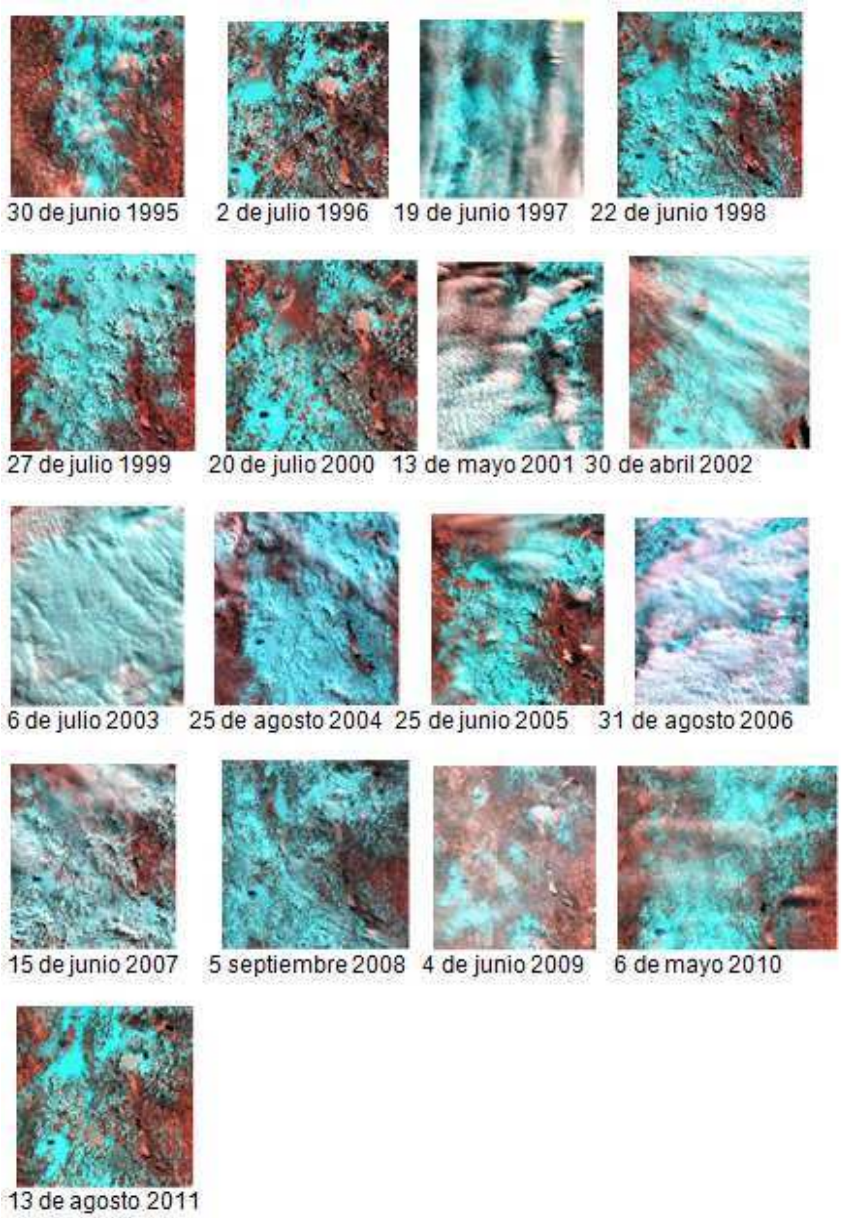


Figura N°13. Distribución de cobertura nival en periodo 1995 a 2011. (Fuente propia).

Tabla N° 6. Meses con nieve en la cuenca Maricunga.

Año	Mes de Inicio	Máximo	Término	Total de meses	meses desde el máx
1995	30-jun	30-jun	octubre	4	**4**
1996	20-abr	02-jun	septiembre	5	**3**
1997	19-jun	19-jun	diciembre	6	**6**
1998	22-jun	22-jun	octubre	4	**4**
1999	27-jul	27-jul	septiembre	2	**2**
2000	27-abr	20-jul	septiembre	5	**2**
2001	28-mar	13-may	agosto	5	**3**
2002	30-abr	30-abr	septiembre	5	**5**
2003	30-abr	06-jul	octubre	6	**3**
2004	08-jul	25-ago	octubre	3	**2**
2005	08-may	08-05-2013 y 25-jun	octubre	5	**5**
2006	11-may	31-ago	octubre	5	**2**
2007	28-abr	15-jul y 20-sept	octubre	6	**3**
2008	05-sep	05-sep	octubre	1	**1**
2009	30-jun	24-ago	septiembre	3	**1**
2010	06-may	06-may	julio	2	**2**
2011	09-may	13-ago	septiembre	4	**1**

El máximo, corresponde a la fecha con mayor cobertura de nieve caída, de acuerdo a captura de la data satelital.

La estimación de los meses con presencia de nieve en la cuenca se consideraron a partir de la fecha de mayor cubierta, se indican en la columna “meses desde máx”, cuyo resultado se presenta el gráfico de la Figura N° 14.

Los años con mayor número de meses con caída de nieve (total de meses) corresponden a los años 1997, 2003 y 2007, mientras los años con menos meses fueron 199, 2008 y 2010.

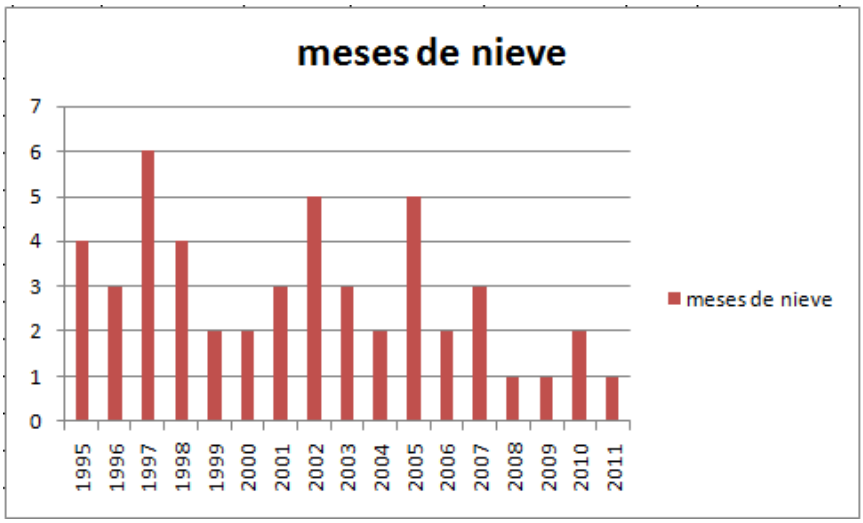


Figura N° 14. Meses con nieve a partir del mes de mayor caída de nieve en la cuenca.

Con excepción de los años 1997, 2002 y 2005, la tendencia de la serie es a una disminución de los meses con nieve caída desde el mes de máxima cobertura.

6.2 Cuenca Ciénaga Redonda.

La cuenca Ciénaga Redonda fue definida considerando la línea divisoria de las aguas desde el punto de salida de (aguas abajo) de la vega Barros Negros, tal como se muestra en la Figura N° 17.

La base de trabajo de la definición de la cuenca se realizó mediante la data obtenida del DEM ASTER versión 2, del cual se derivo al mismo tiempo las curvas de nivel con equidistancia de 25 m. Sumado a lo anterior se conto con la imagen satelital del LANDSAT 8 (15 metros de resolución espacial) e imagen RapidEye de 5 metros. El DEM y las curvas obtenidas se muestran en la Figuras N° 15 y 16.

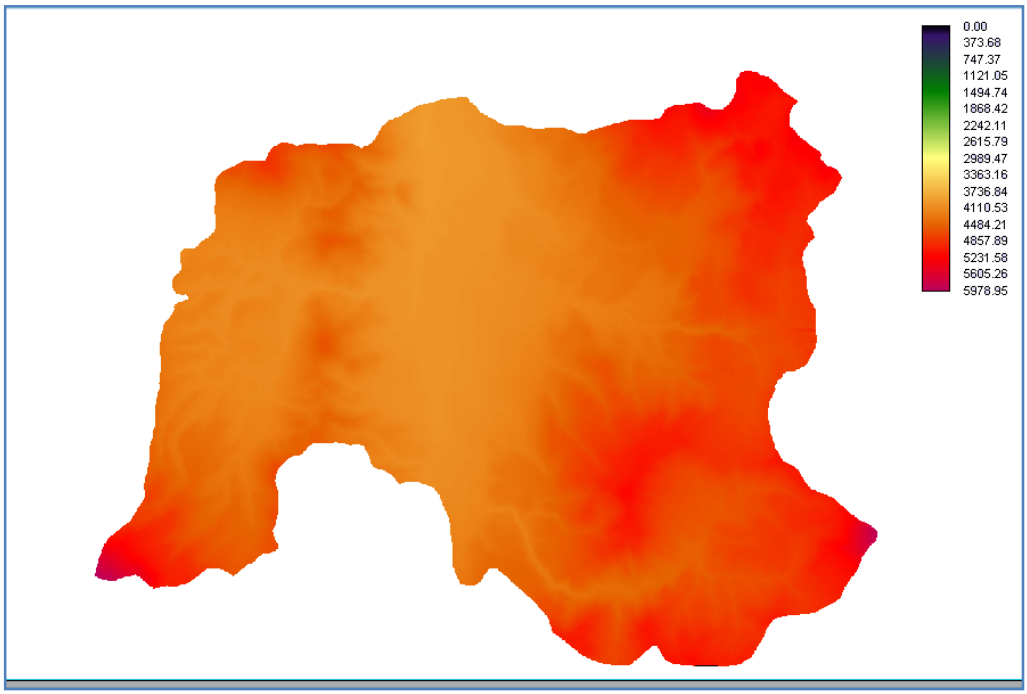


Figura N° 15. DEM correspondiente a la Cuenca del Ciénaga Redonda.

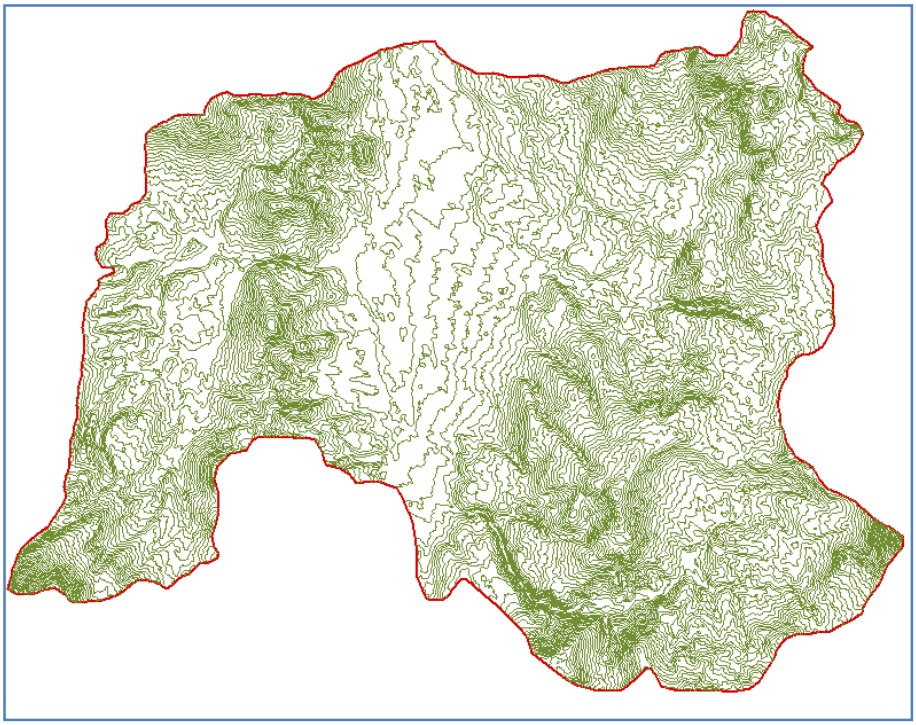


Figura N° 16. Curvas de nivel con equidistancia de 5 m. Cuenca del Ciénaga Redonda.

6.2.1 Características topográficas e hídricas.

La cuenca tiene una superficie de 42.669,7 hectáreas, tiene un perímetro de 107,8 km, lo que entrega un coeficiente de forma de 1,48 que dice relación con una forma ovalada, lo que implica una rápida concentración de la escorrentía superficial desde los sectores altos al valle central de la cuenca, lo que está en correspondencia con el tipo de estructura dendrítica que tiene la cuenca, caracterizada por drenes que convergen, mayoritariamente en el eje longitudinal del valle, tal como se puede apreciar en la Figura N° 17.

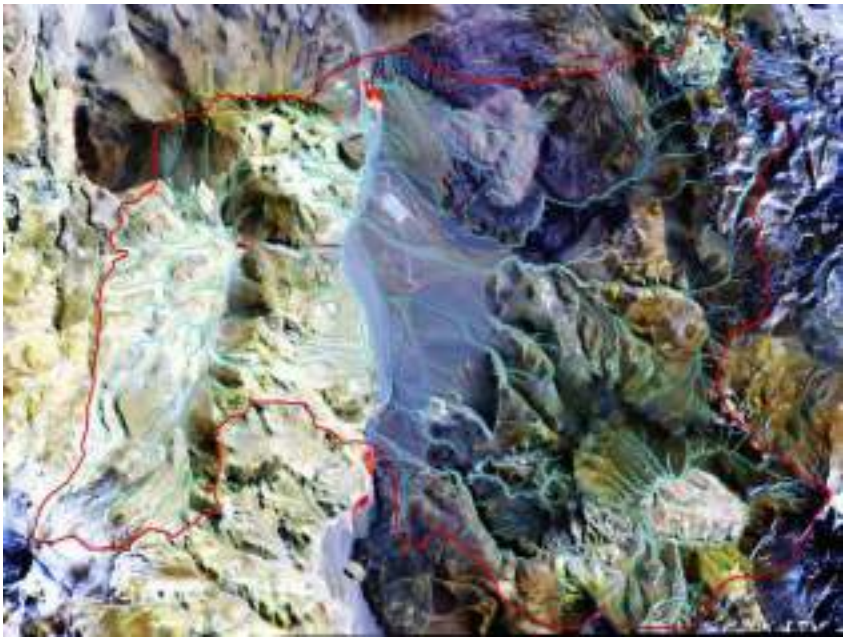


Figura N° 17. Cuenca Humedal Ciénaga Redonda

De igual forma, la densidad del drenaje es 1,1 lo que representa una densidad media, con escurrimientos superficiales sean también medios al igual que la infiltración.

En relación a la topografía de la cuenca, está definida mayoritariamente por el distrito ondulado inclinado con una superficie de 13.533,5 ha (31,7%) y una

superficie de valle con distritos plano y plano inclinado con un total de 12.349,3 ha (28,9%) (Tabla N° 7 y Figura N° 18).

Tabla N° 7. Pendiente y superficie.

Pendiente (%)	Distrito	Superficie (ha).
0 -4,5	Plano	5063,7
4,5-10,5	Plano inclinado	7285,8
10,5 - 17,5	Ondulado	7902,9
17,5 - 34,5	Ondulado inclinado	13533,5
34,5 - 47,5	Cerranía	5325,4
47,5 - 66,5	Cerranía inclinada	2918,2
66,5-95,5	Montano	480,6
> 95,5	Montano inclinado	159,6
Total		42669,7

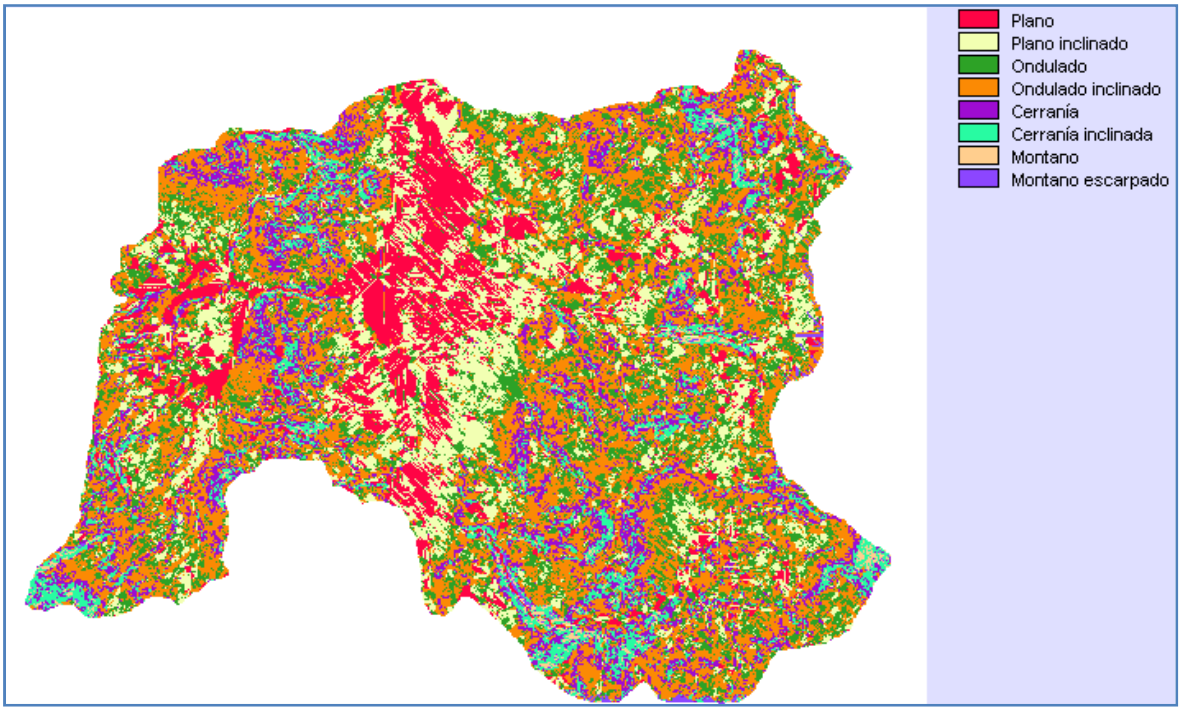


Figura N° 18. Distribución de distritos de pendiente en la cuenca.

La pendiente media de la cuenca es de 22.8%, con un altura media de 549 metros, un coeficiente de masividad bajo (1,2) y orográfico (658,8) lo que la caracteriza como una cuenca de montaña de bajo riesgo de erosión.

6.3 Cuenca Pantanillo.

En este caso la cuenca fue definida a partir de la divisoria de aguas de todos los drenes que alimentan directamente el humedal (Figura N° 19).

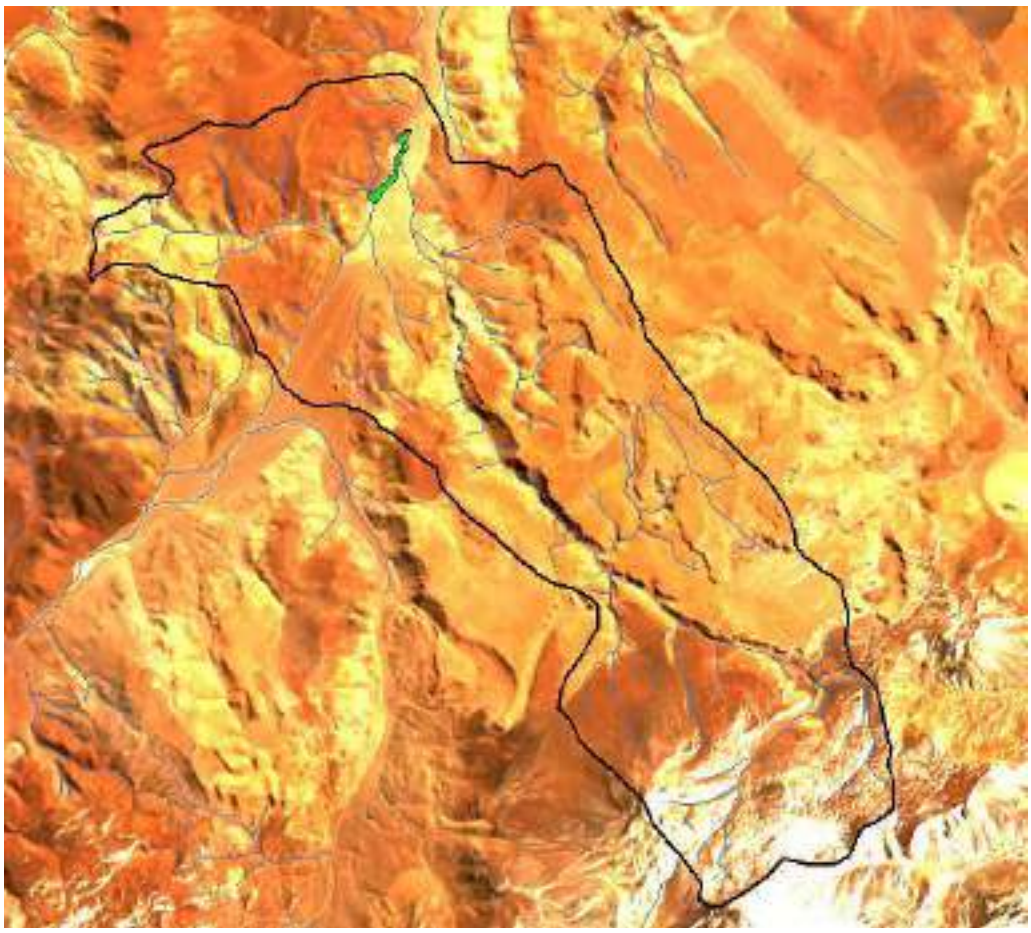


Figura N° 19. Cuenca humedal Pantanillo.

En este caso la cartografía de curvas de nivel obtenida del DEM–ASTER se presenta en la Figura N° 20 y el DEM la Figura N° 21.

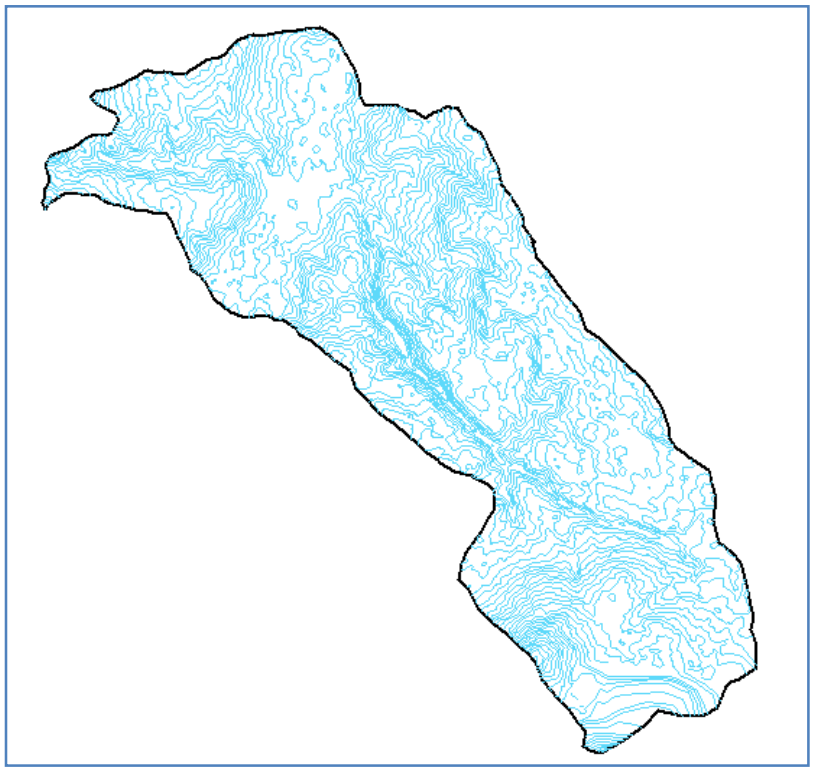


Figura N°20. Curvas de nivel derivadas del DEM, equidistancia 25 m.



Figura N° 21. DEM Humedal Pantanillo.

6.3.1 Características topográficas e hídricas.

La cuenca tiene una superficie de 8.260,2 hectáreas, un perímetro de 49,3 Km. lo que determina un coeficiente de forma de 1,5 lo que define una cuenca de forma oblonga, lo que define una escorrentía media a lenta hacía el punto de salida, en relación a cuencas con formas más ovaladas, como es el caso de Ciénaga Redonda, esto también se relaciona con la forma del sistema de drenaje que corresponde a un sistema dendrítico, tal como se aprecia en la Figura 20.

La densidad de drenes es del orden de 1,4 lo que permite una media a alta infiltración y una disminución de la escorrentía superficial.

La topografía de la cuenca se caracteriza por una pendiente de 22,9%, una altura media de 712 m, con un coeficiente de masividad de 8,6 y orográfico muy alto (6123), lo que implica un alto poder erosivo.

Las pendientes predominantes dan cuenta (Figura N° 22) de la presencia mayoritariamente de los distritos ondulado y ondulado inclinado con 2.845,7 y 1.693,3 respectivamente, lo que representa el 55% de la superficie de de los ocho distritos (Tabla Nº 8).

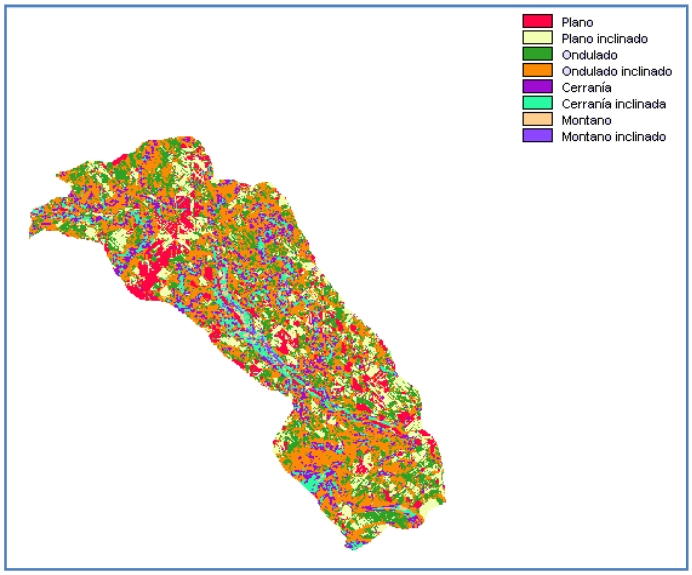


Figura N° 22. Distritos de pendientes. Cuenca humedal Pantanillo.

Tabla N° 8. Superficies en hectáreas de la cuenca Pantanillo.

Pendiente (%)	**Distrito**	**Superficie (ha).**
0 -4,5	Plano	794,3
4,5-10,5	Plano inclinado	1264,5
10,5 - 17,5	Ondulado	1693,3
17,5 - 34,5	Ondulado inclinado	2845,7
34,5 - 47,5	Cerranía	931,5
47,5 - 66,5	Cerranía inclinada	599,3
66,5-95,5	Montano	93,5
> 95,5	Montano inclinado	37,9
Total		**8260**

7. CAUDALES ANUALES ESTIMADOS EN CIÉNAGA REDONDA Y BARROS NEGROS – PANTANILLO.

Los datos de caudales estimados para ambas cuencas en estudio, de acuerdo a reciente trabajo de la empresa CPH y Asociados S.A (2012), parte del Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Minero Volcán. Capítulo 4. Evaluación de Impactos y Riesgos Ambientales Anexo 4.7 Hidrogeología, los resultados obtenidos son los siguientes (Tabla N° 9), lo que se expresan en el gráfico de la Figura N° 23.

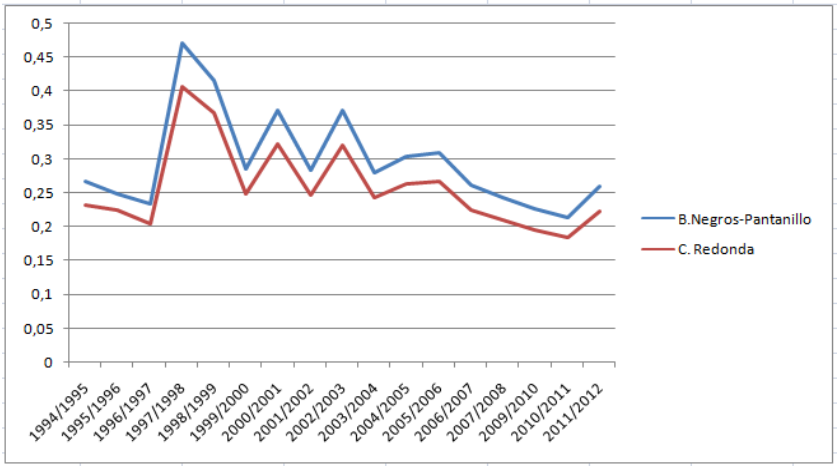


Figura N° 23. Caudales medios anuales en m^3/s. (Fuente propia).

Tabla N°9. Caudales medios para las Cuencas de C. Redonda y B. Negros-Pantanillo.

Año	B. Negros-pantanillo	Credonda
1994/1995	0,268	0,232
1995/1996	0,249	0,224
1996/1997	0,235	0,204
1997/1998	0,471	0,406
1998/1999	0,416	0,367
1999/2000	0,285	0,248
2000/2001	0,371	0,321
2001/2002	0,284	0,246
2002/2003	0,371	0,319
2003/2004	0,281	0,243
2004/2005	0,304	0,263
2005/2006	0,309	0,266
2006/2007	0,261	0,225
2007/2008	0,243	0,209
2009/2010	0,226	0,195
2010/2011	0,214	0,184
2011/2012	0,259	0,223

Fuente: CPH y Asociados S.A (2012).

Las cuencas definidas para Ciénaga Redonda y Barros Negros-Pantanillo, en este caso corresponden a las que se visualizan en la Figura N° 24.

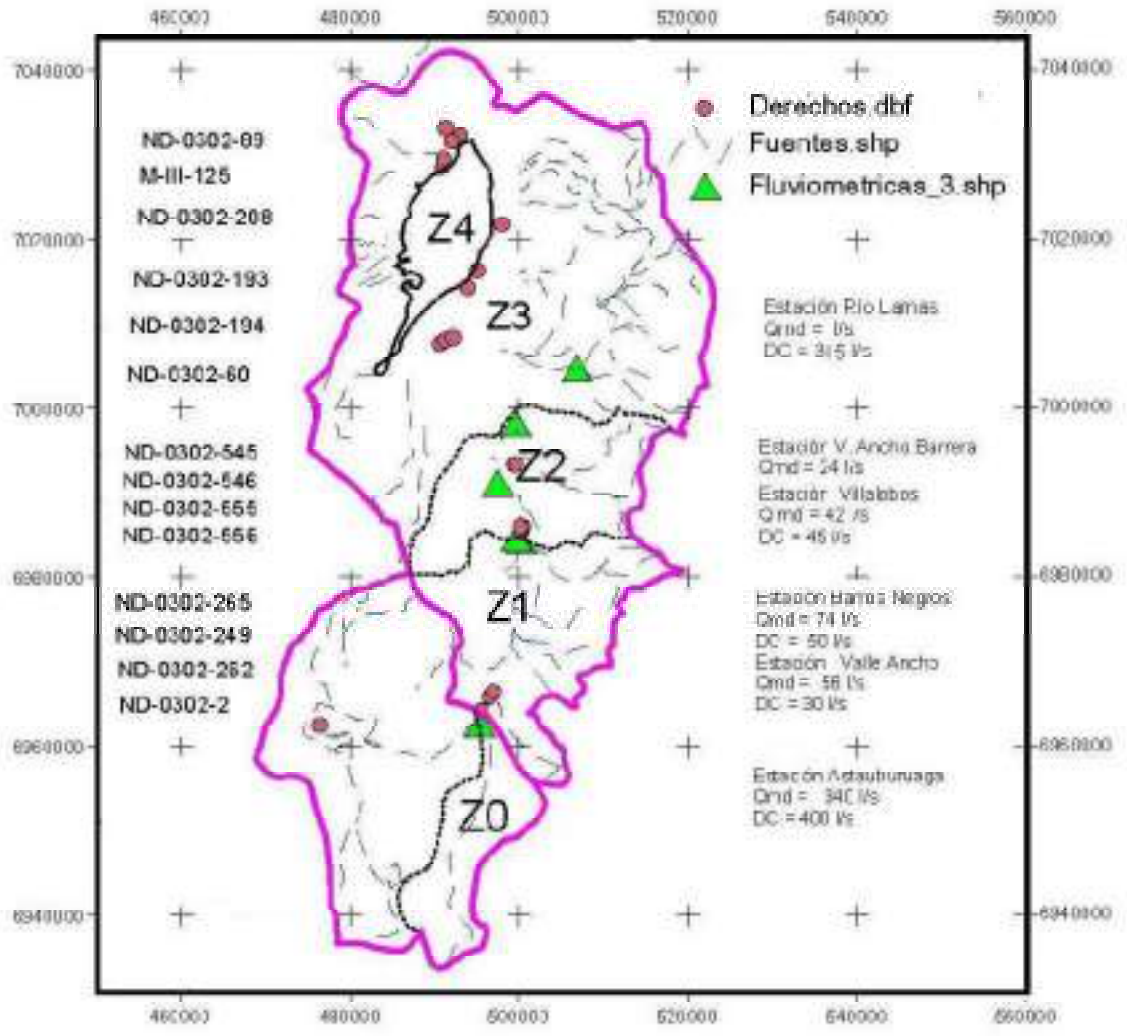


Figura N° 24. Cuencas definidas para la estimación de caudales por CPH Asociados S.A (2012).

Comparativamente la cuenca Z2 es de menor superficie que la cuenca Z1, siendo Z2 la correspondiente a Ciénaga Redonda, lo que hace coherente los datos de caudales estimados (Tabla N° 9).

La tendencia, en ambas cuencas, indica que partir del año 1998/1999 comienza a descender el caudal, produciéndose un descenso brusco el año 1999/2000, manteniéndose desde esa fecha una tendencia de descenso. Entre el año 1997/1998 y el año 1999/2000 el descenso fue de 0,186 m^3/s para llegar al 2012 con un descenso de 0,212 m^3/s, siendo el año 2010/2011 el punto más bajo, correspondiente a un descenso de 0,257 m^3/s, en la cuenca del B. Negros-Pantanillo, mientras que en C. Redonda, entre los mismos años es de 0,183 m^3/s.

Considerando que los datos fueron estimados, para la cuenca de Barros Negros que incluye la subcuenca de Pantanillo, siendo esta última aproximadamente el 20% del total de la superficie de la cuenca, se puede estimar que el caudal de la cuenca propia de Pantanillo se puede estimar en torno del 20% de los caudales anuales estimados para el total de la cuenca Barros N.-Pantanillo, lo que hace más significativo el descenso de caudal en la cuenca de Pantanillo.

8 DESCRIPCIÓN VEGETACIONAL Y TENDENCIA DE LOS HUMEDALES.

Como resultado de la revisión de antecedentes para flora y vegetación presentes en el Área de Estudio, se recopiló información de 57 especies (Tabla N° 10) existentes en corredor biológico Pantanillo-Ciénaga. De estas, 25 especies tendrían distribución azonal, 2 de las cuales constituyen vegetación acuática. De las 57 especies, 8 corresponden a especies arbustivas.

La representatividad de familias para el sector del corredor biológico y sistemas azonales se muestran en las Figuras N° 25 y 26.

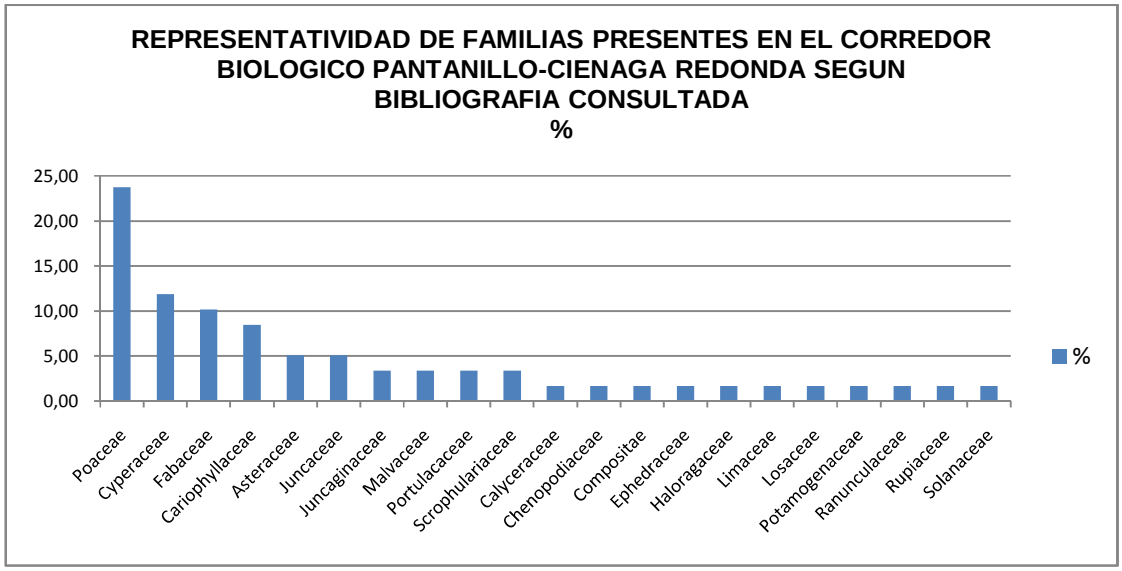


Figura N° 25. Representatividad de familias presentes en el corredor biológico Pantanillo-Ciénaga Redonda

De las 25 especies descritas con distribución azonal, sólo 15 se encuentran identificadas para la zona de estudio. De ellas y dada la época de la visita, sólo 6 fueron identificadas en terreno: *Oxichloe andina*, *Zameioscirpus atacamensis, Deyeuxia velutina, Deyeuxia curvula* y *Deschampsia caespitosa*. *Deyeuxia crisophylla* fue identificada en terreno pero no se encontró en las bases de datos revisadas. De acuerdo con éstas, predominan en el corredor biológico especies

del la familia de las poáceas, del género Deyeuxia lo que se pudo constatar visualmente durante las actividades de terreno.

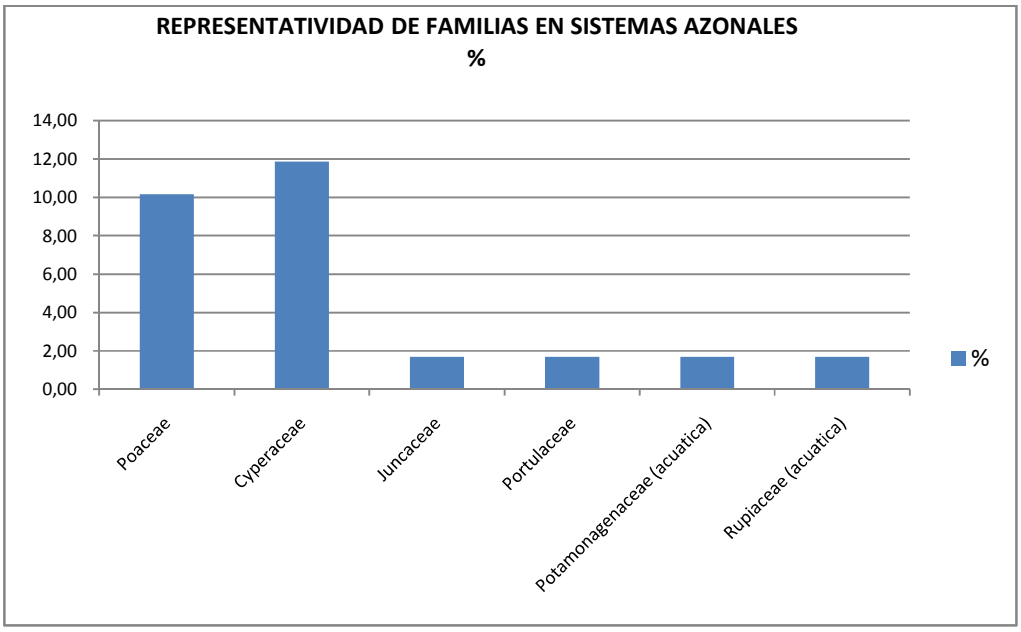


Figura N° 26. Representatividad de familias presentes en sistemas azonales.

Por otro lado, la actualización de los Estados de Conservación de las especies descritas para todo el sector arrojó que 36 de ellas se encuentran Fuera de Peligro según el Libro Rojo de Atacama (Squeo et al, 2008), 17 Sin Información, 1 Vulnerable y 3 en categoría Insuficientemente Conocida (IC (FP?), IC (V?) y (E?), IC (FP?) (Tabla N° 10). Por su parte, la UICN (Tabla N° 11) identifica solo 3 especies en categoría Poco Conocida (LC) donde una de ellas se corresponde con vegetación azonal (*Zameioscirpus atacamensis*) y dos zonales. La revisión de los procesos 1 al 9 del Estado de Clasificación de Especies del MMA, en cambio, no identifica ninguna especie para el sector ni para el área de estudio con problemas de Conservación en sus listas.

Tabla N° 10. Listado de especies para la zona del Corredor Biológico Pantanillo-Ciénaga Redonda, clasificación y estado de conservación según bibliografía consultada.

ESPECIE	TIPO BIOLOGICO	FAMILIA	Libro Rojo de Atacama	UICN	MMA
Perezia purpurata Wedd.	H	Asteraceae	FP	SI	SI
Chaetanthera sphaeroidalis (Reiche) Hicken	H	Asteraceae	FP	SI	SI
Senecio volkmanii Phil.	H	Asteraceae	FP	SI	SI
Nastanthus caespitosus (Phil). Reiche (*)	H	Calyceraceae	FP	SI	SI
Arenaria rivularis Phil. (*)	H	Cariophyllaceae	FP	SI	SI
Colobanthus quitensis (Kunth.) Bartl.	H	Cariophyllaceae	FP	SI	SI
Arenaria serpens Kunth	H	Cariophyllaceae	SI	SI	SI
Stellaria debilis Brandt.	H	Cariophyllaceae	SI	SI	SI
Stellaria stenopetala Phil.	H	Cariophyllaceae	SI	SI	SI
Sarcocornia pulvinata (R.E.Fries) A.J. Scott	H	Chenopodiaceae	SI	SI	SI
Senecio eriophyton Remy	A	Compositae	SI	SI	SI
Carex gayana Desv.	H	Cyperaceae	FP	SI	SI
Carex malmei Kalela	H	Cyperaceae	FP	SI	SI
Zameioscirpus atacamensis **(**Phil) Dhooge & Goetgh	H	Cyperaceae	FP	LC	SI
Carex maritima, Gunnerrus	H	Cyperaceae	SI	SI	SI
Carex sp	H	Cyperaceae	SI	SI	SI
Zameioscirpus gaimardioides (E.Desv.) Dhooge & Goetgh.	H	Cyperaceae	SI	SI	SI
Eleocharis atacamensis Phil.	H	Cyperaceae	SI	SI	SI
Ephedra breana Phil	A	Ephedraceae	FP	LC	SI
Adesmia aegiceras Phil.	A	Fabaceae	FP	LC	SI
Adesmia echinus C. Presl (*)	A	Fabaceae	FP	SI	SI
Adesmia Frigida Phil.	H	Fabaceae	FP	SI	SI
Adesmia spuma Wederm ex Burkart Cav (*)	H	Fabaceae	FP	SI	SI
Adesmia subterranea Clos. (*)	A	Fabaceae	FP	SI	SI
Adesmia histrix Phil.	A	Fabaceae	FP	SI	SI
Myriophyllum quitense Kunth	H	Haloragaceae	FP	SI	SI
Oxichloe andina (Phil) (*)	H	Juncaceae	FP	SI	SI
Juncus articus Willd.	H	Juncaceae	FP	SI	SI
Patosia clandestina (Phil) Buchenau	H	Juncaceae	FP	SI	SI
Triglochin maritima L. = (Triglochin concinna Burtt Davy)	H	Juncaginaceae	FP	SI	SI
Triglochin palustre (sin. Triglochin fonticola Phil., Triglochin andinum Phil.	H	Juncaginaceae	FP	SI	SI
Kurzamra pulchella Kuntze (sin: Soliera pulchella Clos, Micromeria pulchella (Clos) Wedd.)	H	Limaceae	VU	SI	SI
Caiophora coronata (Giles ex Arn.) Hook. & Arn	H	Losaceae	FP	SI	SI
Cristaria andicola Gay (*)	H	Malvaceae	FP	SI	SI
Nototriche clandestina (Phil.) A. W. Hill (*)	H	Malvaceae	IC (FP?)	SI	SI
Deschampsia caespitosa (L) P Beauv. Var. ***Caespitosa***	H	Poaceae	FP	SI	SI
Deyeuxia curvula Wedd. (sin. Calamagrostis curvula (Wedd.)	H	Poaceae	FP	SI	SI
Puccinellia frigida (Phil) I.M. Johnst.	H	Poaceae	FP	SI	SI
Stipa chrysophylla E. Desv. = (***Jarava chrisophylla*** (E. desv.) Peñail.)	H	Poaceae	FP	SI	SI
Stipa frigida Phil. = (***Jarava frigida*** (Phil) F Rojas)	H	Poaceae	FP	SI	SI
Festuca deserticola Phil.	H	Poaceae	FP	SI	SI
Hordeum comosum J. Presl.	H	Poaceae	FP	SI	SI
Jarava frigida (Phil.) F. Rojas	H	Poaceae	FP	SI	SI
Calamagrostis cabrerae Parodi	H	Poaceae	IC (V?)	SI	SI
Deyeuxia eminens J. Presl	H	Poaceae	SI	SI	SI
Deyeuxia eminens J. Presl var. ***fulva*** (Griseb.) Rugolo	H	Poaceae	SI	SI	SI
Deyeuxia velutina Ness & Meyen var. ***velutina (*)***	H	Poaceae	SI	SI	SI
Festuca orthophylla (sin:Festuca orthophylla Pilg.)	H	Poaceae	SI	SI	SI
Jarava chrysophylla (Desv.) Peñail. (IBDarwinion: **Stipa chrysophylla** Desv. var chrysophylla)	H	Poaceae	SI	SI	SI
Calandrinia compacta Barnéoud. (sin.Calandrinia occulta Phil., Calandrinia armeriifolia Phil.)	H	Portulacaceae	FP	SI	SI
Lenzia chamaepitys Phil.	H	Portulacaceae	FP	SI	SI
Stuckenia filiformis (Pers.) Boehm. subsp. *alpina* (Blytt) R.R. Haynes, Les &M. Král= (***Potamogeton strictus*** Phill.)	H	Potamogenaceae	(E?), IC (FP?)	SI	SI
Ranunculus cymbalaria Pursh. (Halerpestes cymbalaria Pursh.)	H	Ranunculaceae	SI	SI	SI
Ruppia maritima L. var. ***maritima***	H	Rupiaceae	SI	SI	SI
Mimulus depresuss	H	Scrophulariaceae	FP	SI	SI
Calceolaria pinifolia Cav.	A	Scrophulariaceae	SI	SI	SI
Fabiana bryoides **Phil.** (*)	A	Solanaceae	FP	SI	SI
Festuca nardifolia y Deyeuxia crisophylla no aparecen en la documentacion revisada pese a que fueron identificadas en terreno					

Tabla N° 11. Criterios de especies amenazadas UICN.

CRITERIO PARA ESPECIES AMENAZADAS DE LA UICN	CRITERIO CLASIFICACIÓN DE ESPECIES MMA
NE: No Evaluada	CR = En peligro crítico
DD: Datos Insuficientes	DD = Datos insuficientes
LC: Poco Conocida	EN = En Peligro
NT: Casi amenazada	EW = Extinta en estado silvestre
VU: Vulnerable	EX = Extinta
EN: En Peligro	FP = Fuera de Peligro
CR: En Peligro Crítico. Especie	IC = Insuficientemente Conocida
EW: Extinta en la vida silvestre	LC = Preocupación menor
EX: Extinta	NT = Casi amenazada
	R = Rara
	VU = Vulnerable

SI: Sin Información.

8.1 Ciénaga Redonda

8.1.1 Descripción vegetacional de terreno.

Ciénaga Redonda es el primer humedal que se encuentra al acceder por el sector norte del Corredor Biológico Pantanillo-Ciénaga Redonda, al Este de la ruta C-607. Dada la fecha de la visita (Octubre), este se puede observar con tonalidades que pasan del amarillo-dorado a tonos café en toda su extensión. En algunos sectores aún se observan manchones de nieve, hielo y vegetación quemada por el frío la que comienza a abrirse paso tras el invierno (Figura N° 27)



Figura N°27. Vista del bofedal de Ciénaga redonda (vista tomada desde oeste hacia sur-este). Fecha: 10-10-2013.

La mayor parte de la vegetación observable, corresponde a especies vegetales de crecimiento cespitoso y desarrollo de follaje aéreo principalmente del género *Deyeuxia* (Figura N°28). La parte central del humedal se observa con presencia de especies vegetales de crecimiento en cojines compactos, de forma semiglobosa, mayoritariamente compuestos por las especies *Oxichloe andina* y *Zameioscirpus atacamensis* cuya cobertura aumenta hacia el centro del humedal así como la presencia de zonas inundadas y lagunas interconectadas.



Figura N° 28. Vista del pajonal hídrico que se forma en el centro del humedal (A). Bajo este se observa la presencia de formaciones semiglobosas de los géneros Oxichloe y Zameioscirpus. En algunos sectores estas se encuentran con una cubierta salina (B). La imagen C muestra la misma zona del humedal en Enero de 2013 (Proyecto SITHA). Las 3 fotografías fueron tomadas desde el borde oeste del humedal.

Debido a que la visita se realizo en el mes de Octubre, periodo de mayor aridez (Ahumada y Faúndez, 2009), los afloramientos salinos temporales no sólo se observan hacia los bordes del humedal (ecotono) si no que también están presentes sobre la vegetación del bofedal, aunque en menor proporción.

La Figura N° 29 muestra los puntos identificados en terreno y los respectivos polígonos. De acuerdo con ella, los polígonos 3A, 5A y 5B correspondes a zonas de bofedal con lagunas interconectadas mezcladas con sectores de pajonal hídrico de *Deyeuxia,* mientras que los polígonos 2E y 2F corresponden a sectores de pajonal salino. Por su parte, los sectores 1A, 6A y 6B se encuentran completamente secos con vegetación muerta no identificable y donde es posible observar mineralización del suelo.

Los polígonos 4A, 4B y 4C, corresponden a formaciones de pajonales hídricos que se encuentran secas y/o muertas, cuya característica es mantillo, suelo mineralizado y zonas con rastrojos con vegetación no identificable y que se desintegra tras la manipulación.

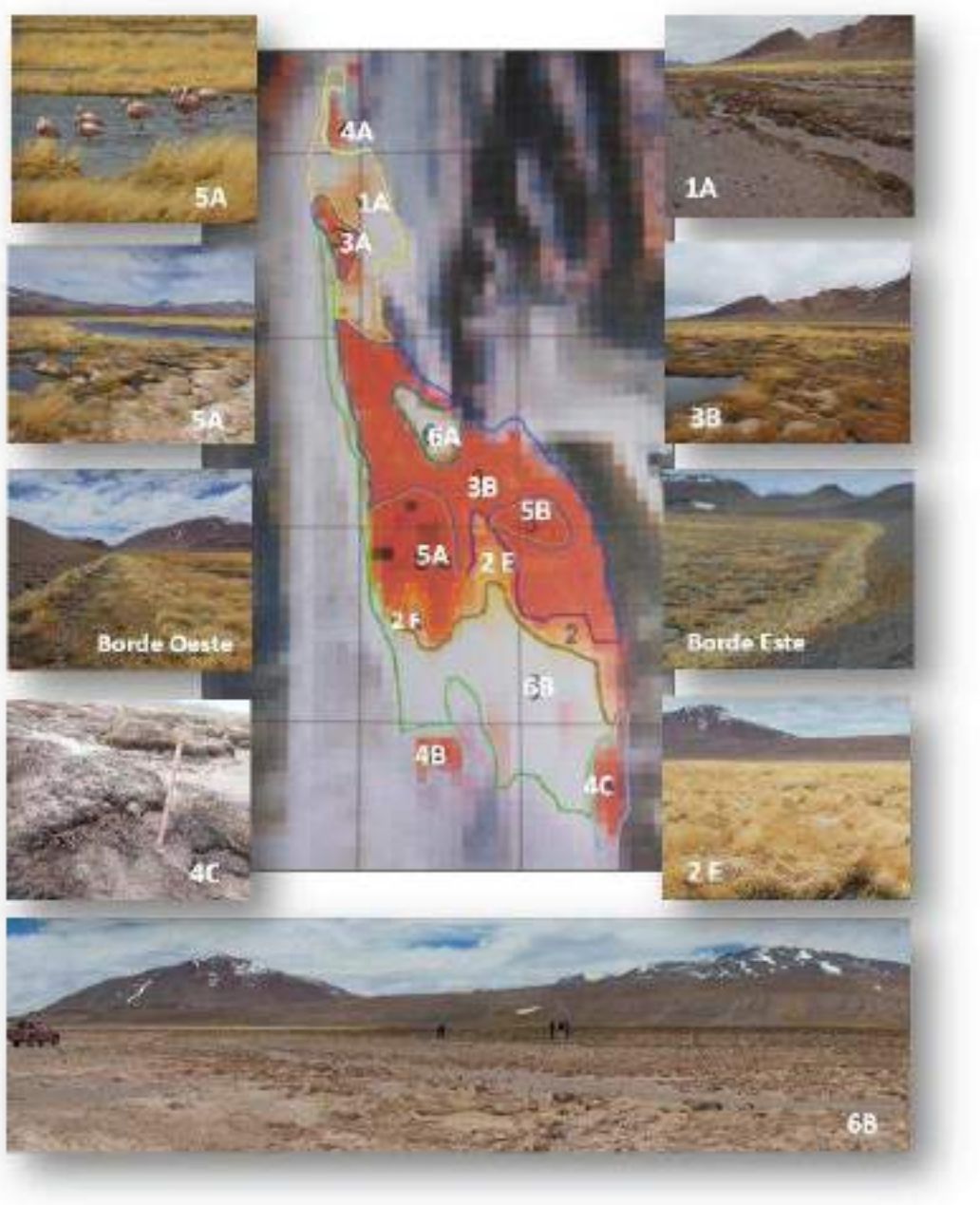


Figura N° 29. Identificación en terreno de polígonos de vegetación del humedal Ciénaga Redonda.

El sector sur del humedal (Figura N° 29) es el que presenta mayor impacto por estrés hídrico. Las imágenes satelitales muestran este sector como suelo desnudo al no detectar actividad fotosintética en el área. Aquí fue posible encontrar zonas con mantillo, sin presencia de rastrojo con vegetación que pudiera ser identificable y que se desintegra completamente al manipularlo (Figura N° 30). En todo el sector se observa mineralización del mantillo (Figura N°31) por desecamiento de la vegetación y aparición de vegetación tipo coirón.



Figura N° 30. Sector sur de Ciénaga Redonda. Se observa una gran superficie con vegetación muerta.

A medida que se avanza por el centro hacia el norte, se observan formaciones vegetacionales del tipo pajonal, con coberturas muy claras y donde el suelo expuesto se presenta cubierto de sales. En esta zona se observan poáceas del género *Deyeuxia*, *Deschampsia* y *Puccinelia* cuya cobertura aumenta a medida que se avanza hacia el centro del humedal para ir dando paso a las formaciones en cojín típicas del bofedal hídrico y donde es posible reconocer las especies de *Oxichloe andina* y *Zameioscirpus atacamensis,* las que protegen y dan forma a lagunas que comienzan a recibir algunas especies de aves (Figura N° 32). Se advierte la presencia de pozos de monitoreo en el sector. De acuerdo al EIA del proyecto Refugio (1994) en este humedal se cuenta con la existencia de tres pozos de extracción.



Figura N° 31. Vista del mantillo en el sector sur de Ciénaga Redonda. Se observan zonas con evidencias de mineralización.

En el sector es posible encontrar guaneras con distintos estados de desecación de fecas lo que indica la presencia y/o tránsito de fauna, específicamente camélidos. También se observa la presencia de pozos de monitoreo.



Figura N° 32. Sector suroeste de Ciénaga Redonda.

El punto de observación noreste es frente al polígono 6A y desde el cual se observa vegetación y formaciones secas y muertas hacia el extremo norte del humedal por el cual se ingresó. En este sector también se pueden observar zonas con mantilllo expuesto y fácilmente desintegrable (Figura N° 33 y 34).

Distinto es lo observado en los bordes sureste y suroeste donde la franja ocupada por *poáceas* podría estar relacionada con la disminución gradual de aportes hídricos (lluvias, deshielos) que generan cambios establecidos por la propia dinámica de este tipo de ambientes y a variaciones dadas por la estacionalidad y

condiciones extremas. Esta disminución gradual se evidencia con la presencia de sales sobre la vegetación la que se observa como afloramientos salinos.



Figura N° 33. Vista panorámica desde punto de observación noreste de Ciénaga Redonda hacia el sur.



Figura N° 34. Presencia de pozos, vegetación seca, muerta y quemada. Formaciones en cojín con superficie quemada tras el invierno. Se observaron Poáceas de los géneros Deyeuxia (*D. velutina*, *D. curvula)*, Deschampsia y Puchinelia además de Juncáceas y

Ciperáceas. También se observaron especies zonales como *Adesmia spuma* y *Adesmia echinus*.

Dadas las condiciones de la vegetación y accesibilidad a los distintos puntos, sólo se aplicó metodología COT en el polígono 2E con dos parcelas de 10x10m, superficie definida como unidad mínima cartografiable según la misma metodología y cuyas fichas se presentan a continuación (Figuras N°35-1 y 35-2)

FICHA TERRENO	**PARCELA N°1**				
Nombre Vega / Bofedal:	**VEGA CIENAGA REDONDA**				
Visitado por:	R.CASTRO, T.ALTAMIRANO		**Coordenadas**		
Fecha:	10.10.2013		**Este**	499955,79	
Nombre del Sector o Lugar:	VEGA CIENAGA REDONDA		**Norte**	6996196,86	
Nº Poligono:	**2E**		**Altitud**	3.956,8 msnm	
Ocurrencia de Agua:	SIN PRESENCIA DE AGUA				
Características Vegetacionales					
Formación Vegetal	**Especies dominantes**	**Tipo**	**Altura**	**Cobertura**	**Codificación**
PAJONAL	Poáceas del género Deyeuxia	Herbáceas	Muy Baja y Baja	COBERTURA 7% ESCASA (e) (índice 2)	H2 y H2
% suelo desnudo	93% SALINO				
% Piedras	NO				
% de materia seca (rastrojo):	NO				
Fotografía Número					
Observaciones					
PARCELA CON FORMACIÓN HERBACEA TIPO PAJONAL DE ESTRATO BAJO A MUY BAJO, CON SUELO INTERCOIRONAL SALINO, SIN PRESENCIA DE COJINES SEMIGLOBOSOS COMPACTOS.					

Características de Suelos					
Formación	**Tipo**		**Color**	**Pendiente%**	
PAJONAL	HERBACEO		AMARILLO/DORADO	0%	
% Suelo desnudo	93%	**% Piedras**	0%	**% Mat. Organica**	0%
Observaciones					
Presencia de una guanera al centro de la parcela, lo que indica presencia de mamíferos camélidos en e sector. La coberura es muy escasa. El suelo expuesto se encuentra cubierto en su totalidad por una capa salina.					

Características Antrópicas
Uso:
Sector destinado a conservación. Humedal inserto en sitio RAMSAR y en Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad. El sector está inserto en el Corredor Biológico Pantanillo-Ciénaga Redonda que comunica los sectores lacustes Santa Rosa y Negro Francisco que constituyen el Parque Nacional Nevado Tres Cruces administrado por Conaf.
Otras Observaciones
El sector actúa como refugio de especies silvestres, especialmente aves migratorias. Cumple con funciones de alimentación y bebedero. Se observa grupo de Flamencos chilenos, patos jergones y aves pequeñas en el lugar (observación directa). Las guaneras indican la presencia de vicuñas.
Fotografía Número
Observaciones artificialización Presencia de al menos 7 pozos de monitoreo. Se observan en los bordes este, oeste y hacia el norte del humedal. Se observan huellas de vehículos y rutas definidas en los 4 bordes del humedal que indicarían acceso frecuente al sector. Hacia el sur, al oeste de la ruta C-607 se encuetra el acceso al Proyecto minero Lobo-Marte. Por el Este es posible observar una zon de acumulación de escombros y productos de lixiviación.



Figura N° 35-1. Parcela de terreno 1

FICHA TERRENO	PARCELA N°2				
Nombre Vega / Bofedal:	**VEGA CIENAGA REDONDA**				
Visitado por:	R.CASTRO, T.ALTAMIRANO		**Coordenadas**		
Fecha:	10.10.2013		**Este**	499955,79	
Nombre del Sector o Lugar:	VEGA CIENAGA REDONDA		**Norte**	6996196,86	
Nº Poligono:	**2E**		**Altitud**	3.956,8 msnm	
Ocurrencia de Agua:	SIN PRESENCIA DE AGUA				
Características Vegetacionales					
Formación Vegetal	**Especies dominantes**	**Tipo**	**Altura**	**Cobertura**	**Codificación**
PAJONAL	Poáceas del género Deyeuxia	Herbáceas	Muy Baja y Baja	COBERTURA 25% MUY CLARA (me) (índice 3)	H3 y H3
% suelo desnudo	75 % SALINO				
% Piedras	NO				
% de materia seca (rastrojo):	NO				
Fotografía Número					
Observaciones					
PARCELA CON FORMACIÓN HERBACEA TIPO PAJONAL DE ESTRATO BAJO A MUY BAJO, CON SUELO INTERCOIRONAL SALINO, SIN PRESENCIA DE COJINES SEMIGLOBOSOS COMPACTOS.					

Características de Suelos					
Formación	**Tipo**		**Color**	**Pendiente%**	
PAJONAL	HERBACEO		AMARILLO/DORADO	0%	
% Suelo desnudo	93%	**% Piedras**	0%	**% Mat. Organica**	0%
Observaciones					
La cobertura es mayor que en la primera parcela. Las champas son mas densas y vigorosas. La totalidad del suelo expuesto esta cubierto por una capa salina suelo					

Características Antrópicas
Uso:
Sector destinado a conservación. Humedal inserto en sitio RAMSAR y en Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad. El sector está inserto en el Corredor Biológico Pantanillo-Ciénaga Redonda que comunica los sectores lacustes Santa Rosa y Negro Francisco que constituyen el Parque Nacional Nevado Tres Cruces administrado por Conaf.
Otras Observaciones
El sector actúa como refugio de especies silvestres, especialmente aves migratorias. Cumple con funciones de alimentación y bebedero. Se observa grupo de Flamencos chilenos, patos jergones y aves pequeñas en el lugar (observación directa). Las guaneras indican la presencia de vicuñas.
Fotografía Número
Observaciones artificialización Presencia de al menos 7 pozos de monitoreo. Se observan en los bordes este, oeste y hacia el norte del humedal. Se observan huellas de vehículos y rutas definidas en los 4 bordes del humedal que indicarían acceso frecuente al sector. Hacia el sur, al oeste de la ruta C-607 se encuetra el acceso al Proyecto minero Lobo-Marte. Por el Este es posible observar una zon de acumulación de escombros y productos de lixiviación.



Figura N° 35-2. Parcela de terreno 2.

8.1.2 Tendencia mulitemporal de la vegetación del humedal entre el año1995 y -2011.

Los resultados, de acuerdo a la metodología descrita, basada en el estudio del Índice de Humedad de la vegetación (IHUMV) entregan para cada año las imágenes que se presentan en el anexo 1, cuyos valores promedios anuales se resumen en perfil temporal de la Figura N° 36.

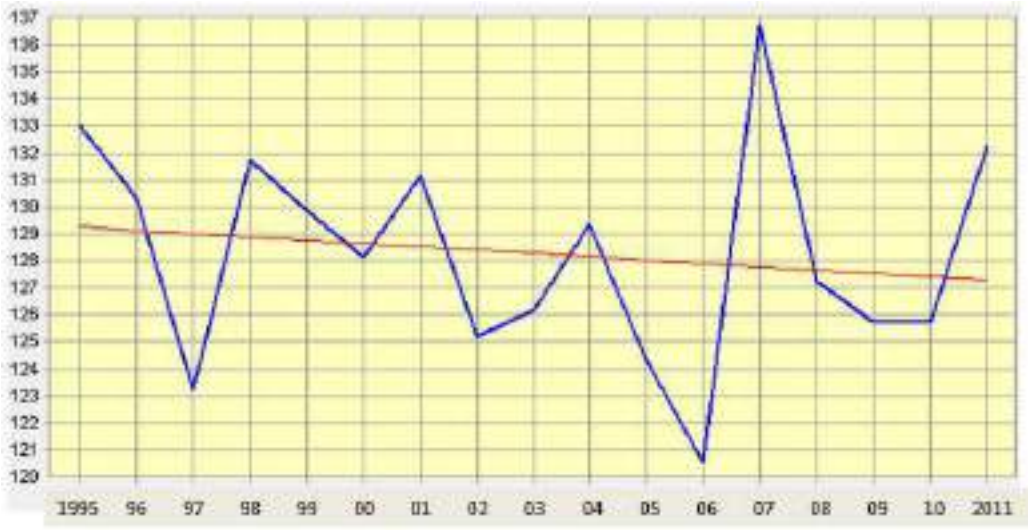


Figura N°36. Comportamiento anual promedio de la humedad de la vegetación de Ciénaga Redonda.

El comportamiento general del humedal de acuerdo al IHUMV (que entrega una respuesta de la vegetación entre 100 a 200), si lo clasificamos entre clases

iguales, se encuentra en la clase baja (limite alto de esta clase) con una tendencia leve a bajar entre el año 1995 y 2011, siendo los años críticos 1997 y 2006 y el año con mayor humedad (que da cuenta de la mayor actividad vegetacional) el año 2007.

El mismo análisis para las Unidades Cartográficas Homogéneas (UCH) correspondientes a las clases de vegetación seca- muerta, la de pajonal hídrico y bofedal, todas definidas en terreno (2013) e identificadas en la imagen del año 2011, se analizan a continuación.

8.1.2.1 Tendencia multitemporal de la UCH de vegetación seca y/o muerta.

La UCH de vegetación seca y/o muerta corresponde a la definida como clase 2. (Figura N° 36-1) y la tendencia del IHUMV de la serie se muestra en el gráfico de la Figura N° 37.

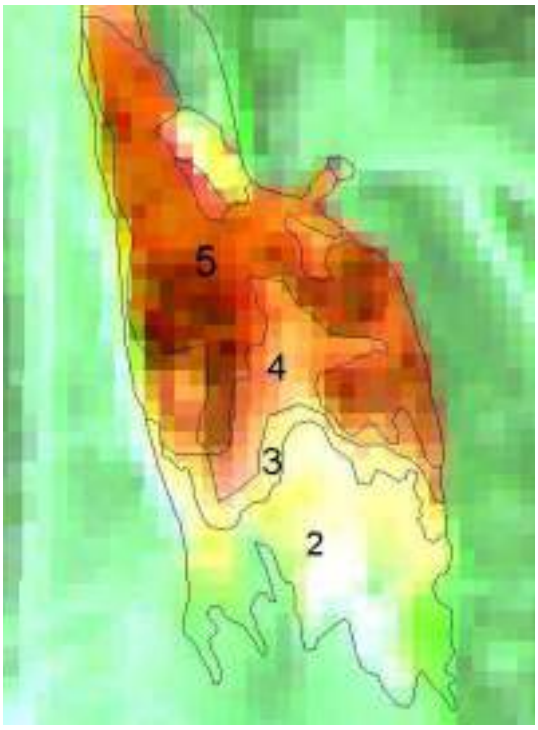


Figura N° 36-1. Ubicación de UCH Vegetación seca y/o muerta (2) y pajonal hídrico (3,4) y bofedal (5). Unidades sobre imagen TM5 en composición 453, donde el color amarillo indica las zonas con vegetación semi seca, la verde intensa la vegetación muerta y la

blanca la vegetación seca, los colores rojos y naranjos la vegetación de bofedal y pajonal hídrico activo.

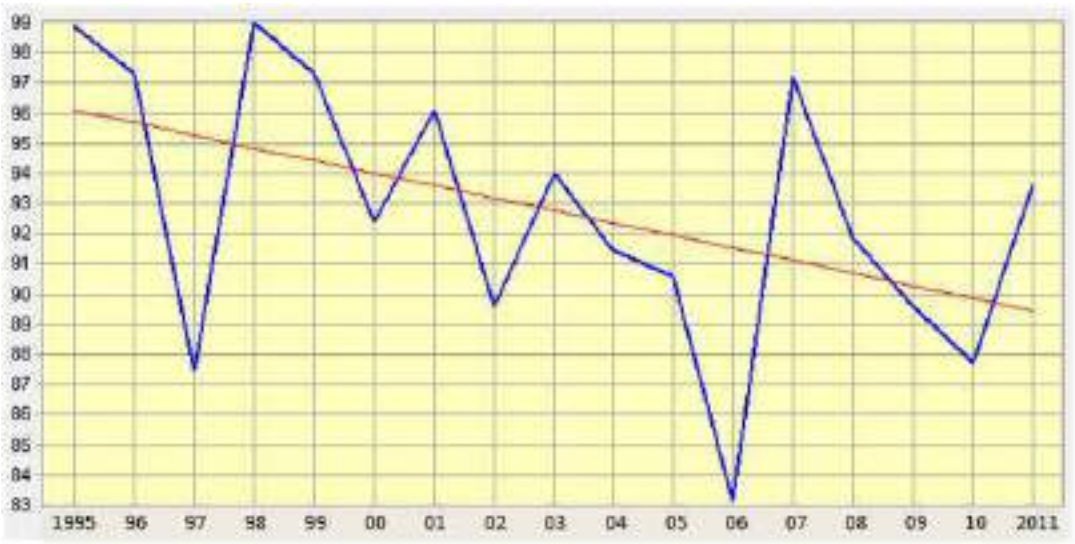


Figura N° 37. Perfil temporal del promedio del IHUIMV de la clase de vegetación seca y muerta.

La vegetación seca y muerta se caracteriza por un IHUMV menor a 115 (100 a 115 vegetación seca, menor de 100 muerta) siendo los años críticos 1997 y 2006. La tendencia de la curva de acuerdo a modelo lineal es a una pendiente moderada a la baja, desde el año 1995 al 2011, lo que da cuenta que el proceso de general de secado de la vegetación es continuo desde el año 1995.

8.1.2.2 Tendencia multitemporal del pajonal hídrico.

Se incluye la clase de pajonal activo y la semi seca (Figura N°37-1 y 38)



Figura N°37-1. Tendencia del IHUMV promedio del pajonal hídrico.



Figura N° 38. Perfil pajonal hídrico, valor mínimo anual.

La tendencia promedio del pajonal hídrico es moderadamente al aumento, partiendo de un IHUMV de 142 y llegando a 145, hecho que se relaciona con vegetación de un nivel bajo de actividad y la tendencia de los valores mínimos indica que existe una tendencia a secarse, por cuanto existen valores bajo el umbral de 115, siendo 100 el límite de la vegetación activa.

8.1.2.3 Tendencia multitemporal del bofedal

La actividad vegetacional del bofedal, expresada mediante el IHUMV (Figura N° 38) es media (se encuentra entre 155 y 157 de un máximo de 200 y es al mismo tiempo creciente pero con una pendiente baja de aumento. Los años críticos son 1997, 2003, 2005 y 2009, mientras que los años con mayor aumento son 1998 y el más significativo 2007 donde el promedio llega al valor 171.

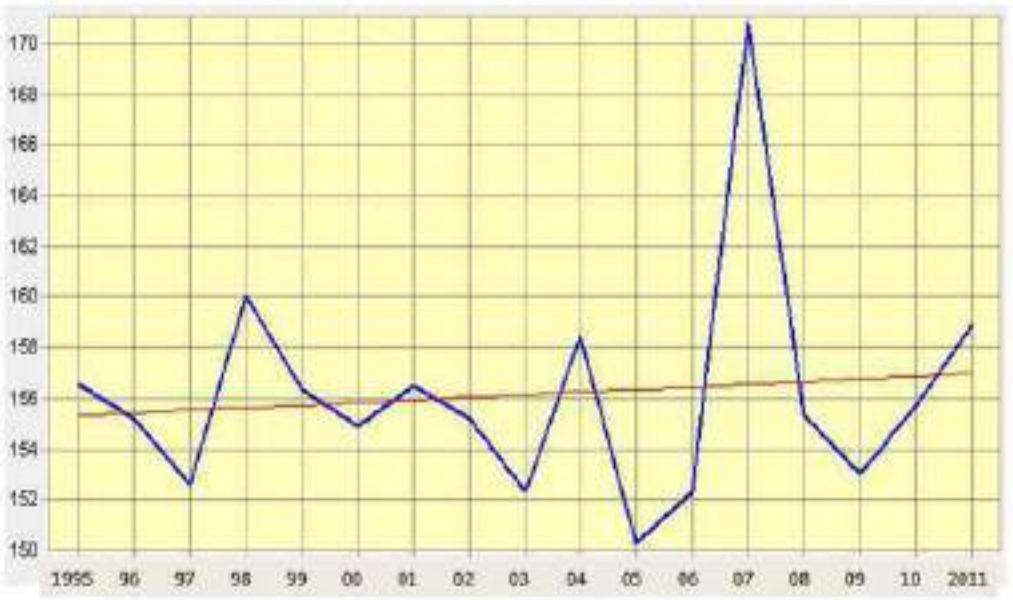


Figura N° 39. Tendencia de la vegetación del bofedal

8.1.3 Distribución espacial de de la tendencia de decremento de la vegetación entre 1955 y 2011.

El Índice de Decremento Temporal (IDT) tal como se indico en la metodología corresponde al promedio de los cambios anuales de cada celda que integra la data espacial (Figuras N° 40 y 41).

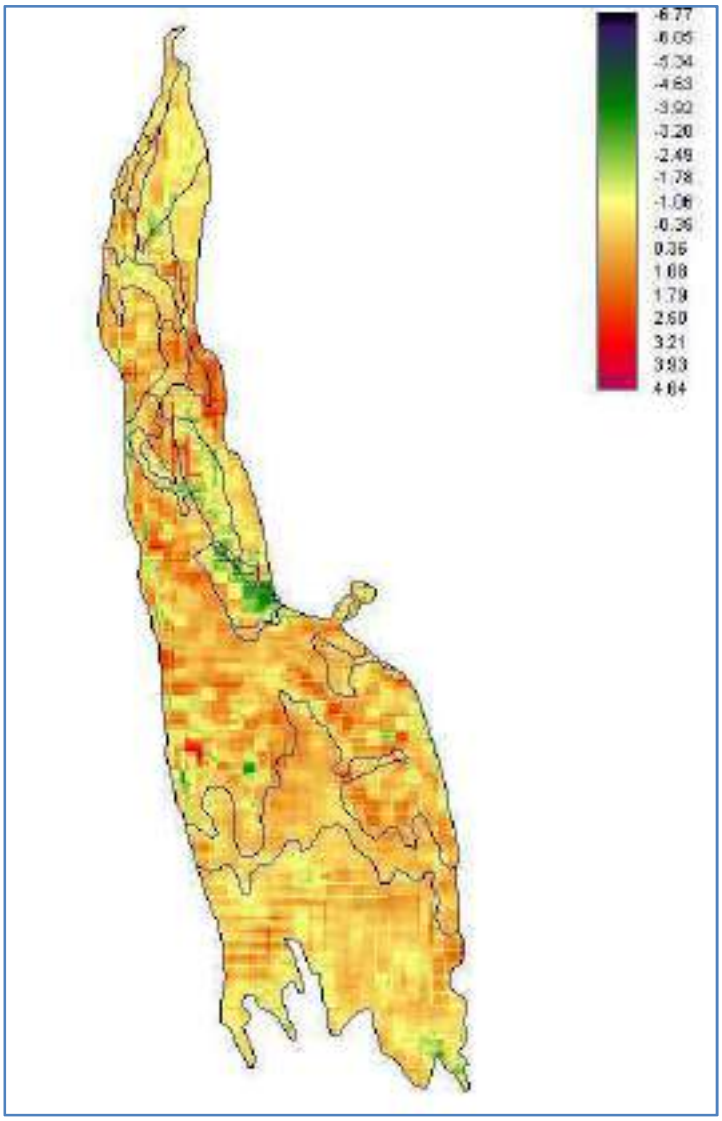


Figura N° 40. Distribución espacial de la tendencia del índice de Decremento del IHUMV.

Los resultados que entrega el Índice de Decremento indican en amarillo y verde las zonas donde la vegetación tiene una tendencia a secarse entre el año 1995 y 2011, zonas que concentran en la parte sur y en la zona centro-este del humedal. En naranjo las zonas estables. El detalle para estas zonas se aprecia en la Figura N° 41.

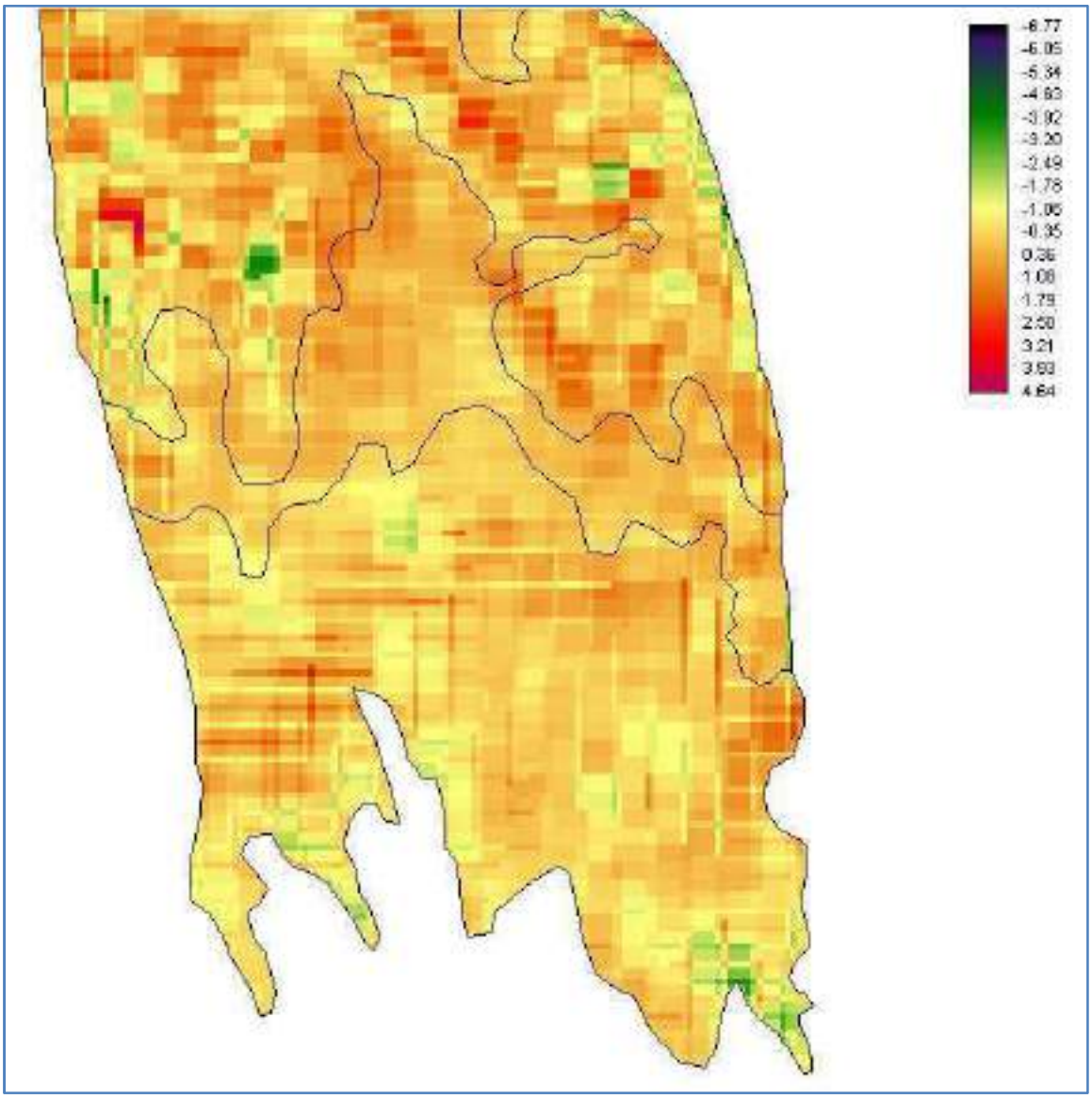


Figura N° 41. Distribución espacial del índice de Decremento.

8.1.3 Cambios anuales

A partir de los resultados obtenidos del análisis de la serie, se analizan a continuación los resultados de cambios anuales, obtenidos a partir de la definición y determinación de las Unidades de Cartografía Homogéneas (UCH), según las clases vegetacionales definidas, para los años 1995, 2011, 2012 y 2013.

En las Figuras N° 42 y 43, se presentan los resultados cartográficos de las formaciones vegetacionales, de cuyos resultados se desprende la Tabla N° 12.

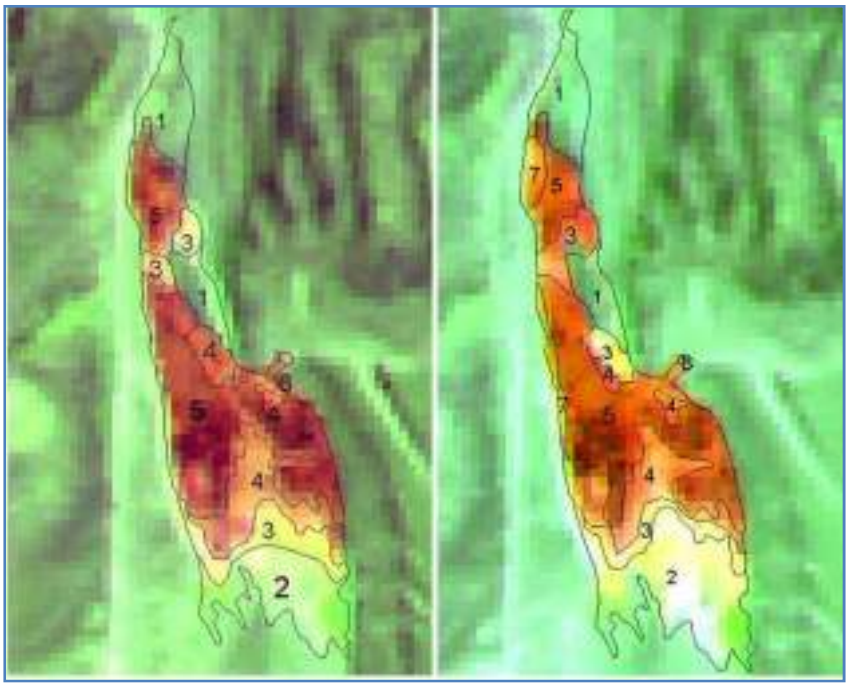


Figura N° 42. UCH 1995 y 2011. Imagen TM RGB B453.

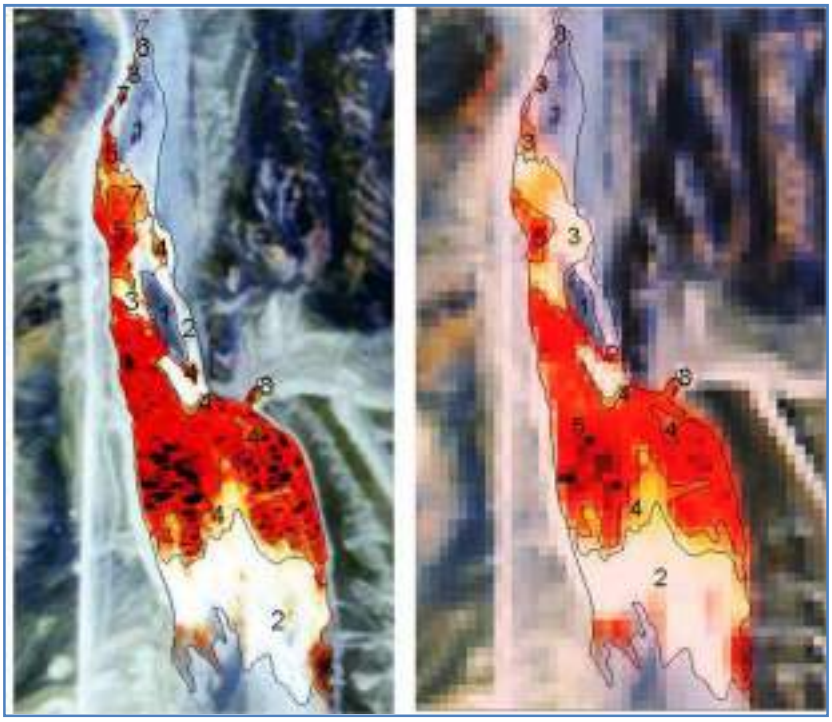


Figura N° 43. UCH 2012 y 2013. Imagen RE RGB B543 y L7 B542

El resumen de superficies por clases para cada año analizado se resume en la Tabla N° 12

Tabla N° 12. Superficies (hectáreas) por clases para los años 1995, 2011, 2012 y 2013.

	Año				
Clases	**Código**	**1995**	**2011**	**2012**	**2013**
Sin vegetación (suelo desnudo).	1	9,01	9,01	7,90	7,83
Vegetación seca o muerta, suelo salino.	2	11,36	16,95	24,33	24,05
Pajonal hídrico semi seco.	3	7,89	8,27	2,58	7,07
Pajonal hídrico activo	4	11,75	7,23	7,54	6,99
Bofedal activo	5	32,68	25,82	28,35	26,36
Vega activa	6	0,17	0,00	0,34	0,00
Bofedal semi seco	7	0,00	5,41	1,65	0,05
Vega seca.	8	0,00	0,17	0,17	0,51
		72,86	72,86	72,86	**72,86**

Un primer análisis de la Tabla N° 12, indica que en el año 1995 la zona sur del humedal se encuentra con vegetación seca y muerta (de acuerdo al análisis del índice de humedad de la vegetación y la corroboración realizada en terreno) lo que corresponde a una superficie de 11,36 hectáreas, zona que continua hacía el norte en la unidad de pajonal hídrico semi seco. En el año 2011 la unidad de vegetación seca y muerta aumento a 16,95 hectáreas, es decir 5,59 ha de aumento real, la mayor parte de este aumento corresponde a la disminución de la unidad de pajonal hídrico semi seco.

8.1.4.1 Cambios entre el año 1995 y 2011.

La tabulación cruzada realizada entre los años 1995 y 2011 entrego como resultado la Tabla N°13. y la distribución de cambios de la Figura N° 44

Tabla N° 13. Superficies de cambios entre los años 1995 y 2011 (hectáreas).

		Clases 1995						
Clases 2011		1	2	3	4	5	6	
	1	9,01						9,01
	2		11,36	5,59				16,95
	3			2,30	5,19	0,78		8,27
	4				6,56	0,68		7,23
	5					25,82		25,82
	7					5,41		5,41
	8						0,17	0,17
	Total	9,01	11,36	7,89	11,75	32,68	0,17	**72,86**

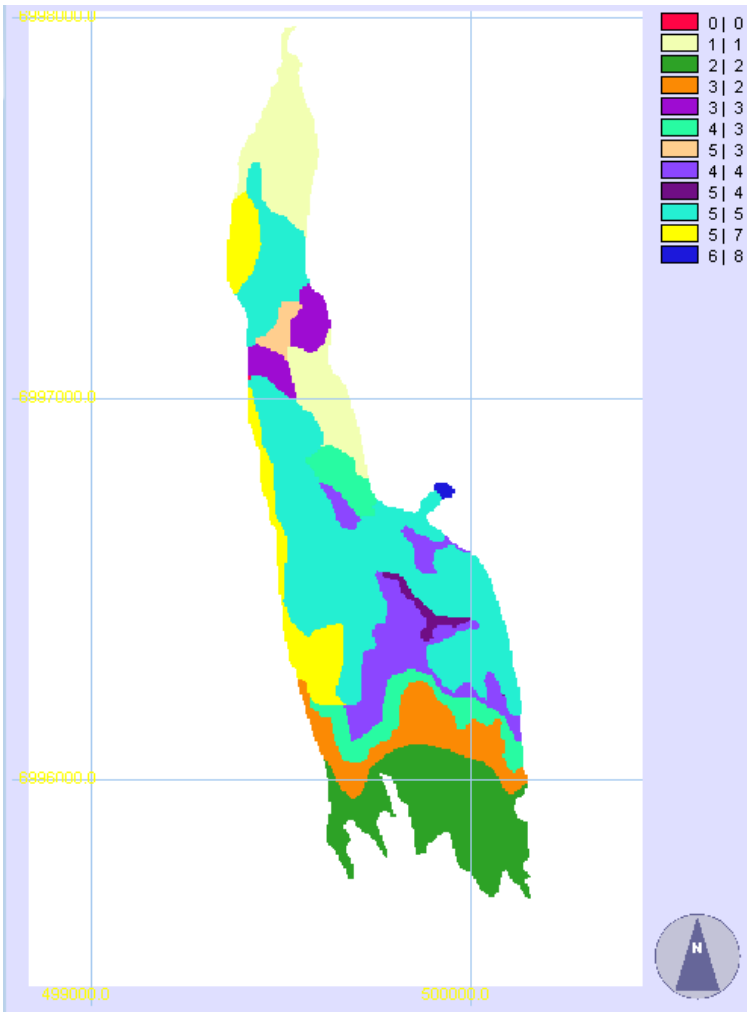


Figura N° 44. Cambios entre los años 1995 y 2011. Primera columna corresponde a las clases de 1995 y la segunda al año 2011.

La dirección de los cambios producidos en el humedal entre el año 1995 y 2011 (Tabla N° 13) indica que el aumento de la superficie de la clase 2 (vegetación seca y/o muerta) proviene de la clase 3 (pajonal hídrico semi seco) con 5,59 ha. Produciéndose también, una superficie importante de disminución de la clase 4 (pajonal hídrico activo) la que en el año 1995 era de 11,75 ha, de las cuales 5,19 se degradaron a Pajonal hídrico semi seco (clase 3). Por otro lado, también es importante la disminución de la superficie de la clase de bofedal activo (5), que el año 1995 era de 32,5 ha, de las cuales en el año 2011, 5,41 ha se encuentran en la clase de bofedal semi seco (clase 7) y un total de 1,46 ha en las clases 3 y 4.

En general, los cambios en el humedal se encuentran asociados al sector norte y al borde oeste y en el centro (lado este) del humedal, donde se produce una disminución de la humedad del pajonal hídrico pasando de la clase 4 a la 3 (Figura N°44).

8.1.4.2 Cambios entre el año 2011 y 2012.

Siguiendo la misma metodología, los cambios entre el año 2011 y 2012 se presentan en la Tabla N° 14 y la distribución espacial de ellos en la Figura N° 45.

Tabla N° 14 Superficies de cambios entre los años 2011 y 2012 (hectáreas).

		Clases 2011							
Clases 2012		1	2	3	4	5	7	8	**Total**
	1	6,56		0,18	0,00	1,16	0,00	0,00	**7,90**
	2	1,67	16,88	4,48	1,25	0,06	0,00	0,00	**24,33**
	3	0,00	0,00	1,85	0,00	0,74	0,00	0,00	**2,58**
	4	0,00	0,07	1,45	5,28	0,02	0,73	0,00	**7,54**
	5	0,27	0,00	0,31	0,70	22,96	4,11	0,00	**28,35**
	6	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,34**
	7	0,17	0,00	0,00	0,00	0,90	0,58	0,00	**1,65**
	8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	**0,17**
		9,01	**16,95**	**8,27**	**7,23**	**25,82**	**5,41**	**0,17**	**72,86**

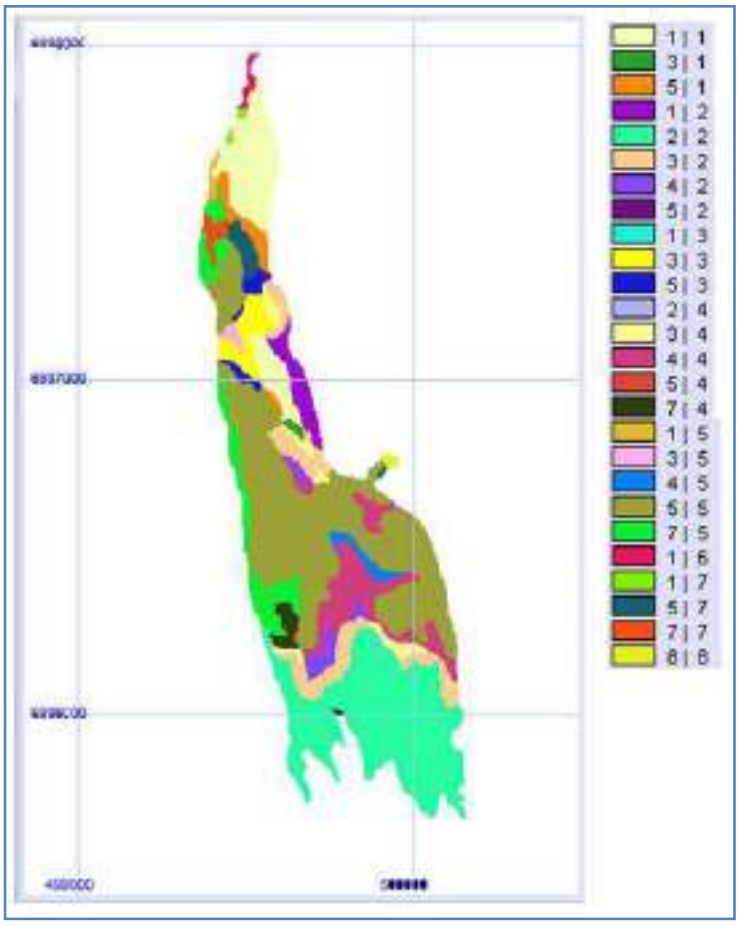


Figura N° 45. Cambios entre los años 2011 y 2012. Primera columna corresponde a las clases de 2011 y la segunda al año 2012.

Entre el año 2011 y 2012 la superficie de vegetación seca y muerta es de 24,33 ha, produciéndose un aumento de 7,35 ha. cifra mayor a la que se produjo en los 16 años de la serie analizada, correspondiendo a las clases de pajonal semi seco, pajonal activo y bofedal activo del año 2011. En este año también se secaron 1,16 hectáreas de bofedal activo. Con todo, los cambios que se producen entre el año 2012 y 2011 acentúan la tendencia de cambios que se produjeron entre el año 95 y 2011.

Los cambios se producen y se acentúan en el sector sur y en el centro este del humedal (Figura N° 45).

8.1.4.3 Cambios entre el año 2012 y 2013.

Finalmente, los cambios que se produjeron entre el año 2012 y 2013 se indican en la Tabla N° 15 y la representación de ellos en la Figura N° 46.

Tabla N° 15 Superficies de cambios entre los años 2012 y 2013 (hectáreas).

		Clases 2012								
		1	2	3	4	5	6	7	8	Total
Clas. 2013	1	7,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	**7,83**
	2	0,01	23,80	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	**24,05**
	3	0,15	0,54	2,58	0,31	1,99	0,00	1,51	0,00	**7,07**
	4	0,00	0,00	0,00	6,99	0,00	0,00	0,00	0,00	**6,99**
	5	0,00	0,00	0,00	0,00	26,36	0,00	0,00	0,00	**26,36**
	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	**0,05**
	8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	0,00	0,17	**0,51**
	Total	**7,90**	**24,33**	**2,58**	**7,54**	**28,35**	**0,34**	**1,65**	**0,17**	**72,86**

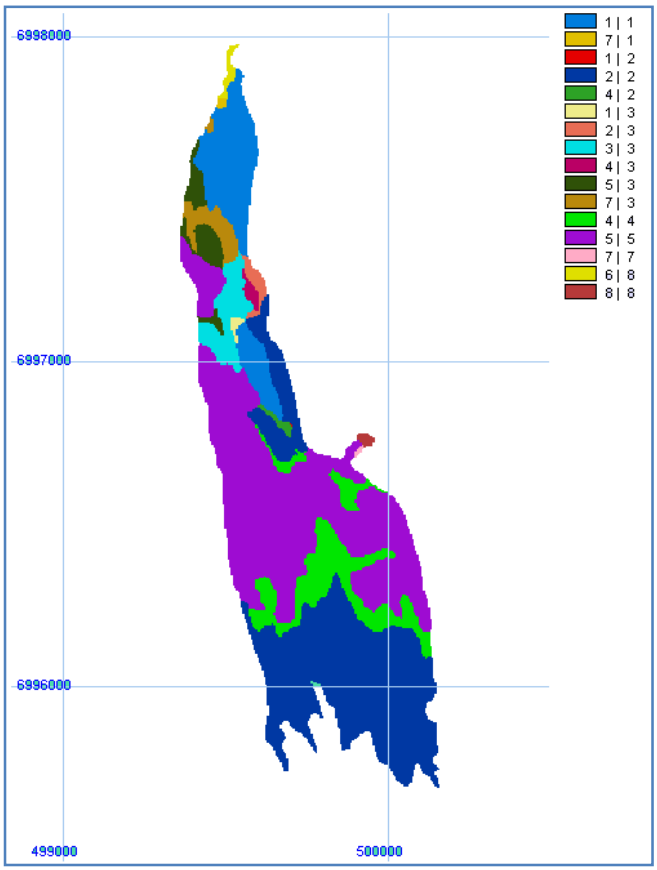


Figura N° 46. Cambios entre los años 2012 y 2013. Primera columna corresponde a las clases de 2012 y la segunda al año 2013.

Entre el año 2012 y 2013 los cambios son menores en el sector sur del humedal, no así en el sector norte (Figura N°45), donde el bofedal activo cambia del orden de 2 hectáreas a una predominancia de pajonal semi seco y en el centro este del humedal se secan 0,25 hectáreas de pajonal activo.

8. 2 BARROS NEGROS

8.2.1 Descripción vegetacional de terreno.

Barros negros corresponde a pajonal hídrico cuyas especies principales son: *Deyeuxia eminens J. Presl, Deyeuxia velutina Nees et Meyen, Puccinellia frigida (Phil.) Johnst y Zameioscirpus atacamensis (Phil.) Dhooge & Goetgh*. La Figura N° 47 indica la distribución de la vegetación en el año 2013 (12 de abril), muestra en color verde vegetación muerta, en color magenta vegetación seca, en blanco vegetación semi seca con fondo de suelo salino y en color rojo la vegetación activa.



Figura N°47. Humedal Barros Negros, pajonal hídrico (Imagen L8 composición RGB-B564). Puntos de muestreo de terreno en color amarillo

Las clases vegetacionales determinadas para este humedal son las siguientes:

Clases	Código	
Sin vegetación	1	Zonas de suelo desnudo, rocas, arenas y gravas.
Vegetación seca o muerta, suelo salino.	2	Zona con restos de vegetación (muerta y seca).
Pajonal hídrico semi seco.	3	Pajonal hídrico con valores de índice de humedad vegetacional (IHUMV) entre 100 y 135.
Pajonal hídrico activo	4	Pajonal hídrico con valores de índice de humedad vegetacional (IHUMV) mayores 135.

Se visitó el sector sur de Barros Negros por ser este el que presentaba mayor evidencia de modificaciones temporales en las imágenes satelitales. Se realizó un recorrido hacia el sur del humedal lo que permitió comprobar en terreno la existencia de una gran extensión de vegetación muerta que ha dado paso a la mineralización del suelo y en la que fue posible observar la presencia de vegetación zonal de forma intermitente y pequeñas champas o coirones del género Festuca (Figuras N° 48, 49)



Figura N° 48. Vista del humedal Barros Negros (19-010-2013).

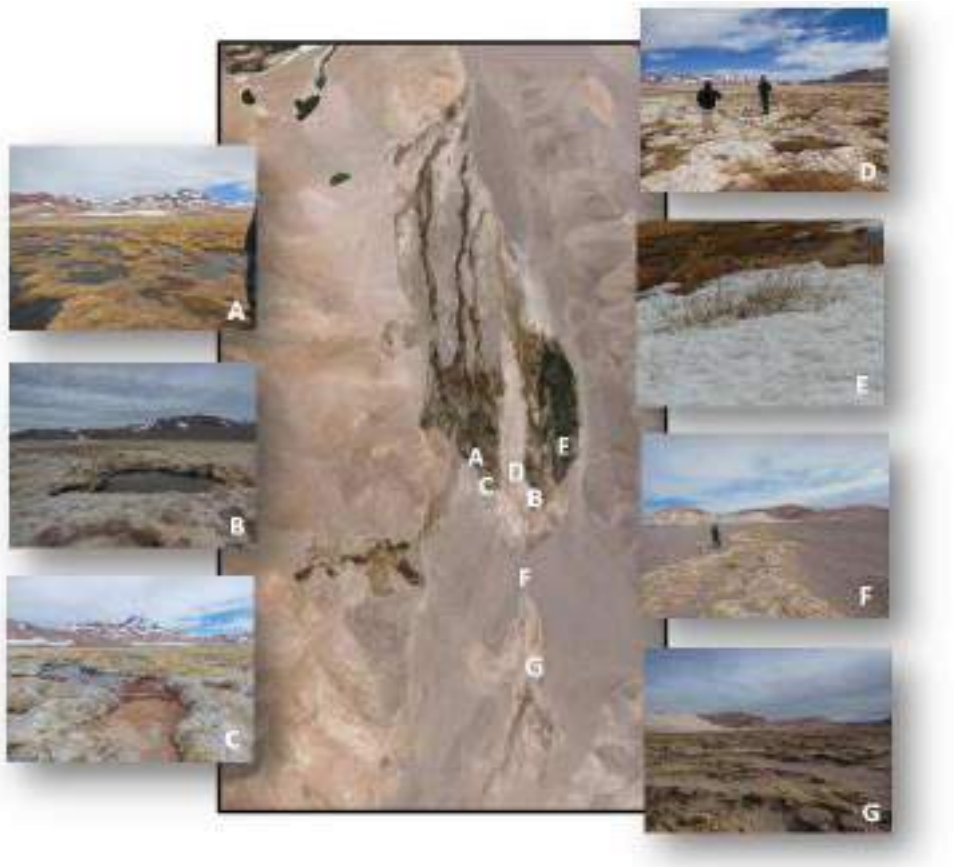


Figura N°49**.** Identificación en terreno de polígonos de vegetación del sector Barros Negros.

Imagen A: Vista al N: Vegetación en receso y muerta en forma intermitente y entre las que se observan gramíneas del género Deyeuxia. De acuerdo a los antecedentes (Proyecto Volcán)) se reconocen para esta área las especies en primavera: *Deyeuxia sp, O. andina y Z. atacamensis*, en verano: *Deyeuxia sp, D. velutina, D. eminens, O. andina, A. atacamensis y Stukenia filiformis* (agua), en ambas épocas con afloramientos salinos.

Imagen B: Vista hacia el NE. Vegetación muerta en primer plano cubierta por afloramiento de sales. Hacia el fondo, aparecen manchones con vegetación en receso. No se observan formaciones que pudieran identificarse como de cojines cespitosos de los géneros Oxichloe o Zameioscirpus. Lo observado podría corresponder a formaciones vegetacionales rizomatosas características de vegas según la clasificación de los SVATH. En primavera se identificaron (Proyecto

Volcán): *Deyeuxia sp.* En verano: *Triglochin concinna, Ranunculus elixis, Puchinellia frígida y Carex marítima*, en ambas épocas con afloramientos salinos

Imagen C: Vista hacia el NO: Vegetación muerta en primer plano cubierta por afloramiento de sales. Hacia el fondo, vegetación en receso.

Imagen D: Vista hacia el N: Vegetación muerta en primer plano cubierta por afloramiento de sales. Hacia el fondo, manchones de vegetación en receso. En primavera las especies identificada es (Proyecto Volcán): *Deyeuxia sp* y en verano : gramíneas y *Puchinellia frígida*. En ambos periodos con afloramientos salinos.

Imagen E: Vegetación en receso con cubierta de nieve (gramíneas: *D. eminens*)

Imagen F: Hacia el sur: Vegetación muerta y presencia de pequeñas champas del género Festuca que aparecen de forma intermitente. Vegetación cubierta por afloramientos salinos.

Imagen G: Vista al S: Vegetación muerta no identificada.

En el humedal se observa una gran superficie hacia el noreste cubierta por nieve y hielo entre las que es posible identificar vegetación en receso. Todo el sector sur del humedal se encuentra seco con evidencias de mineralización de mantillo y rastrojo sin vegetación identificable.

Pese a la presencia de nieve, hielo y a la superficie cubierta por afloramientos salinos, se pudo constatar la presencia de especies del género Deyeuxia y con presencia de un césped muy bajo y blando. No se observó, sin embargo, la presencia de estructuras ni formaciones compactas constituidas por pastos duros de *Oxichloe andina* ni *Zameioscirpus atacamensis* en el recorrido realizado (Figura N° 50).



Figura 50. Vegetación seca y muerta en el sector sur de Barros Negros. Hay mineralización del mantillo y rastrojo con vegetación no identificable. Hacia el norte se observan formaciones en cojín con superficie quemada tras el invierno y la presencia de poáceas del género Deyeuxia, como *D. velutina*.

8.2.2 Tendencia mulitemporal de la vegetación del humedal entre el año 1986 y 2011.

Al igual que en el caso del humedal de Ciénaga Redonda, Barros Negros se analizó mediante el Indice de Humedad de la Vegetación (IHUMV), obtenido para todos los años de la serie y cuyos datos resultantes se presentan en el ANEXO y los respectivos perfiles multitemporales analizados en las Figuras N° 51, 53, 55.

8.2.2.1 Tendencia del promedio de IHUMV del humedal.

La superficie considerada corresponde a lo que se indica Figura N° 50.



Figura N° 50. Superficie de humedal Barros Negros

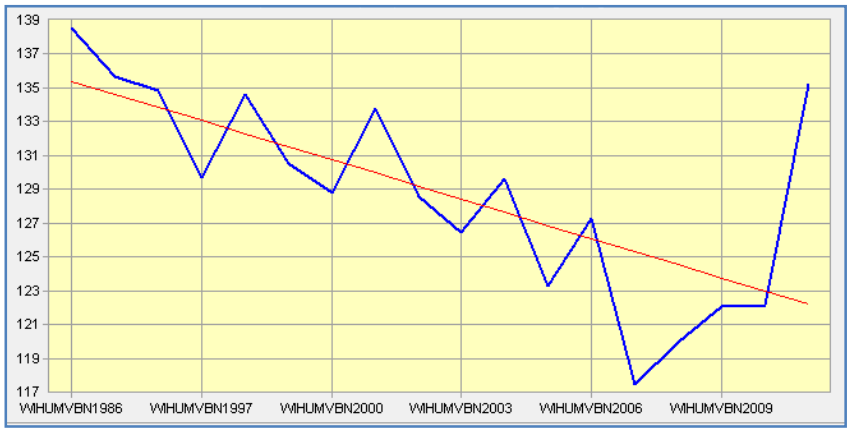


Figura N° 51. Tendencia del promedio de IHUMV (1986 a 2011).

El conjunto del humedal presenta una tendencia clara a disminuir su actividad vegetacional desde el año 1986, donde el promedio se sitúa en un valor medio de actividad para llegar el año 2007 a un valor crítico, para posteriormente empezar a recuperarse. El promedio del año 2007 está en un nivel mínimo de actividad,

próximo a secarse (valor límite del umbral es 100), al menos una superficie importante del humedal se encuentra en esa condición en ese año.

8.2.2.2 Tendencia del promedio de IHUMV de la zona correspondiente a vegetación seca o muerta.

La zona se ubica en el sector sur del corredor biológico, conectado al humedal del pantanillo, de donde recibe aporte de agua, en los años de excedencia (Figura N° 52).



Figura N° 52. Superficie de zona con vegetación seca y/o muerta

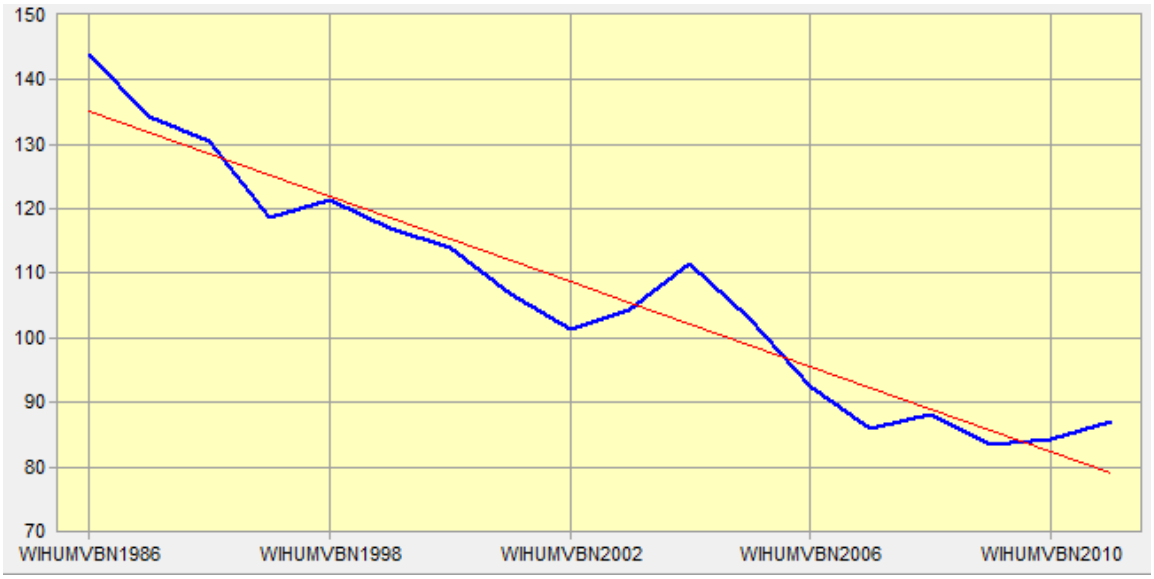


Figura N° 53. Perfil zona con vegetación seca y/o muerta.

Tal como indica el gráfico entre el año 1986 y 1996 la baja de actividad vegetacional, especialmente de los contenidos de agua, es poco significativa (145 a 135) manteniendo un buen nivel de actividad, posterior al año 1996 la gradiente es mayor, hasta llegar al año 2002 donde se produce el secamiento y muerte de la totalidad de la zona, recuperándose levemente hasta el año 2004, para posteriormente secarse completamente, situación que se mantiene hasta el año 2013, tal como se puede visualizar en la imágenes del anexo.

8.2.2.3 Tendencia del promedio de IHUMV de la zona correspondiente a vegetación de Pajonal Hídrico semi seco.

Esta zona (Figura N° 54) es la continuación de la zona anterior, hacía el norte del humedal, comprende una superficie de 18,8 hectáreas, corresponde a pajonal hídrico con vegetación en general semi seca y en sectores con sectores muertos. Se suma a lo anterior una creciente salinización del suelo, lo que aprecia en tonos blancos en la composición satelital de la Figura N° 47.



Figura N°54. Zona con vegetación semi seca.

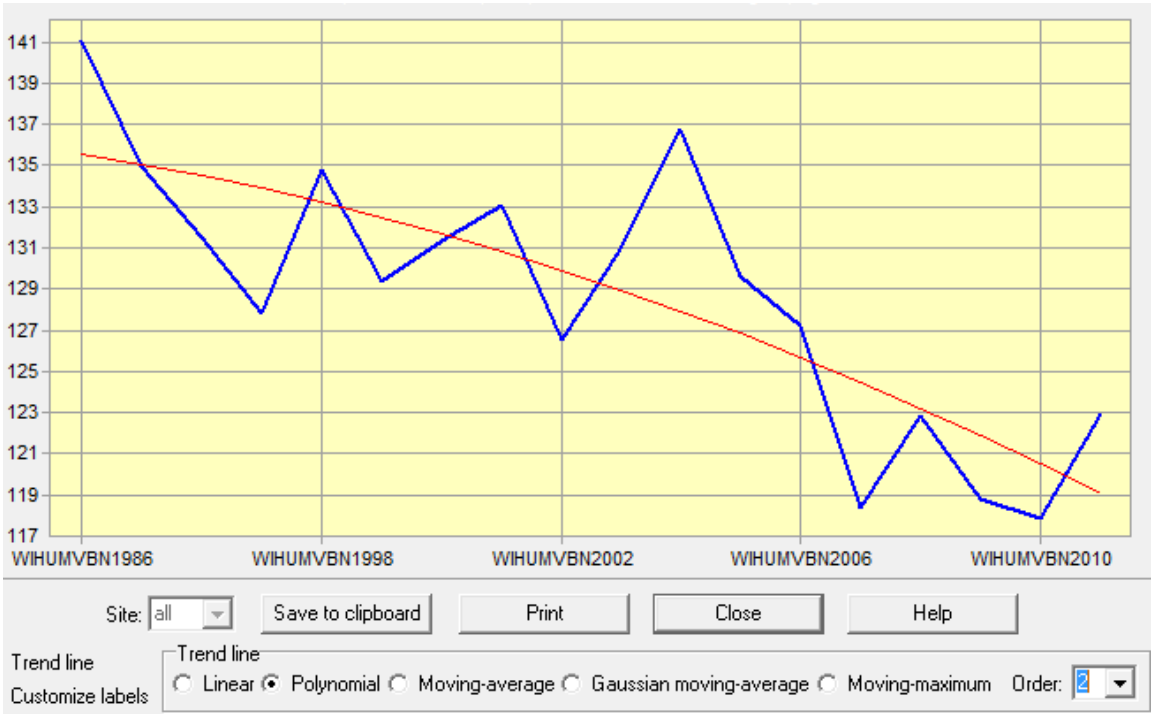


Figura N° 55. Perfil zona de vegetación de pajonal hídrico semi seca.

La tendencia de la zona es decreciente, no obstante se aprecia una estacionalidad entre el año 1986 y 2004, siendo el año 2002, al igual que en la zona anterior, un año crítico. Las variaciones anuales en este periodo da cuenta que esta zona se mantiene en un IHUMV de actividad media, pero a partir del año 2006 se marca una clara tendencia a secarse, con valores menores a 123 de IHUMV.

8.2.3 Indice de Decremento de la Serie.

El Indice Decremento Temporal (IDT) calculado entre el año 1995 y 2011 indica en verde las zonas cuya tendencia es a secarse, siendo la zona de mayor superficie la ubicada en el sector sur del humedal, dando cuenta claramente de la zona

muerta y/o seca y una zona de menor tamaño ubicada en el sector este (Figura N° 56)

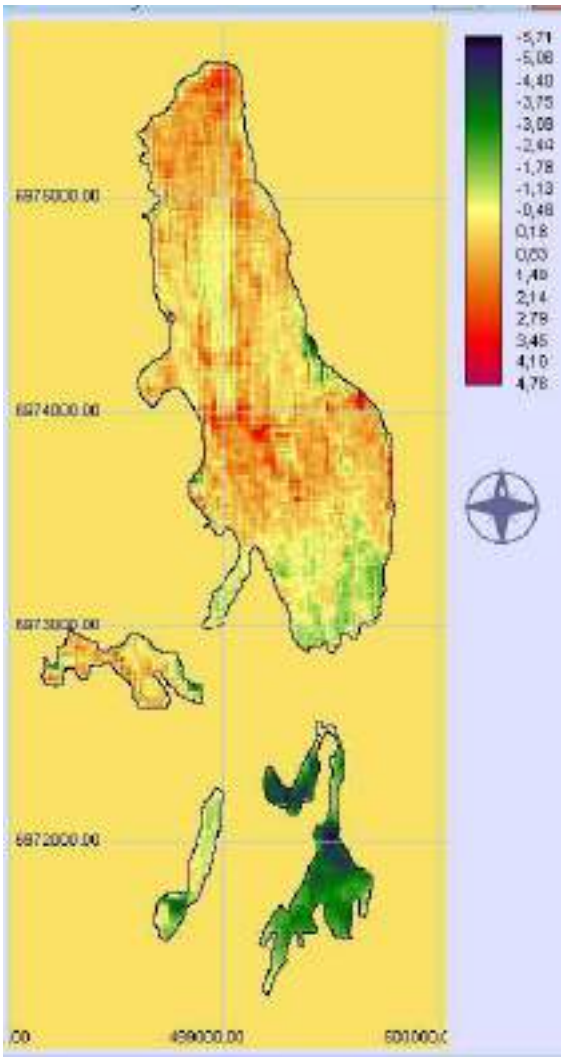


Figura N° 56. Indice de decremento temporal del Barros Negros.

8.2.4 Cambios anuales

De acuerdo a las clases descritas (ver punto “descripción de vegetación existente”) e identificadas para los años 1986, 1996, 2011, 2012 y 2013, cuyos resultados se muestran en las Figuras N° 57, 58 y 59 se desarrollan a continuación los análisis de cambios entre los respectivos años.

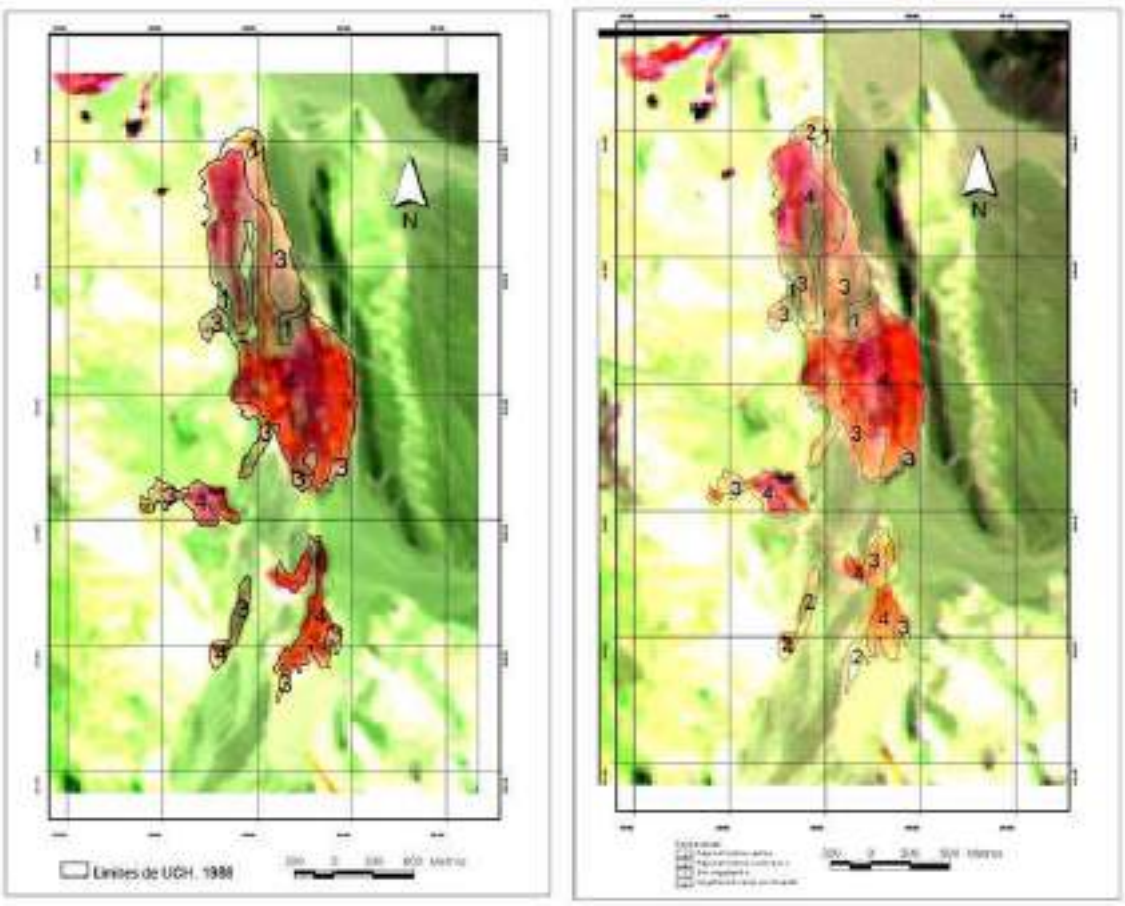


Figura N° 57. Unidades Cartográficas Homogéneas 1986 y 1996.

Las UCH se presentan sobre imágenes Thematic Mapper, composiciones RGB-B453. Los colores rojos indican vegetación activa, con células turgentes, colores magenta indican vegetación poco activa, en proceso de secado o vegetación muy abierta, con alta reflectancia del suelo, como reflectividad de fondo. En verde suelo desnudo.

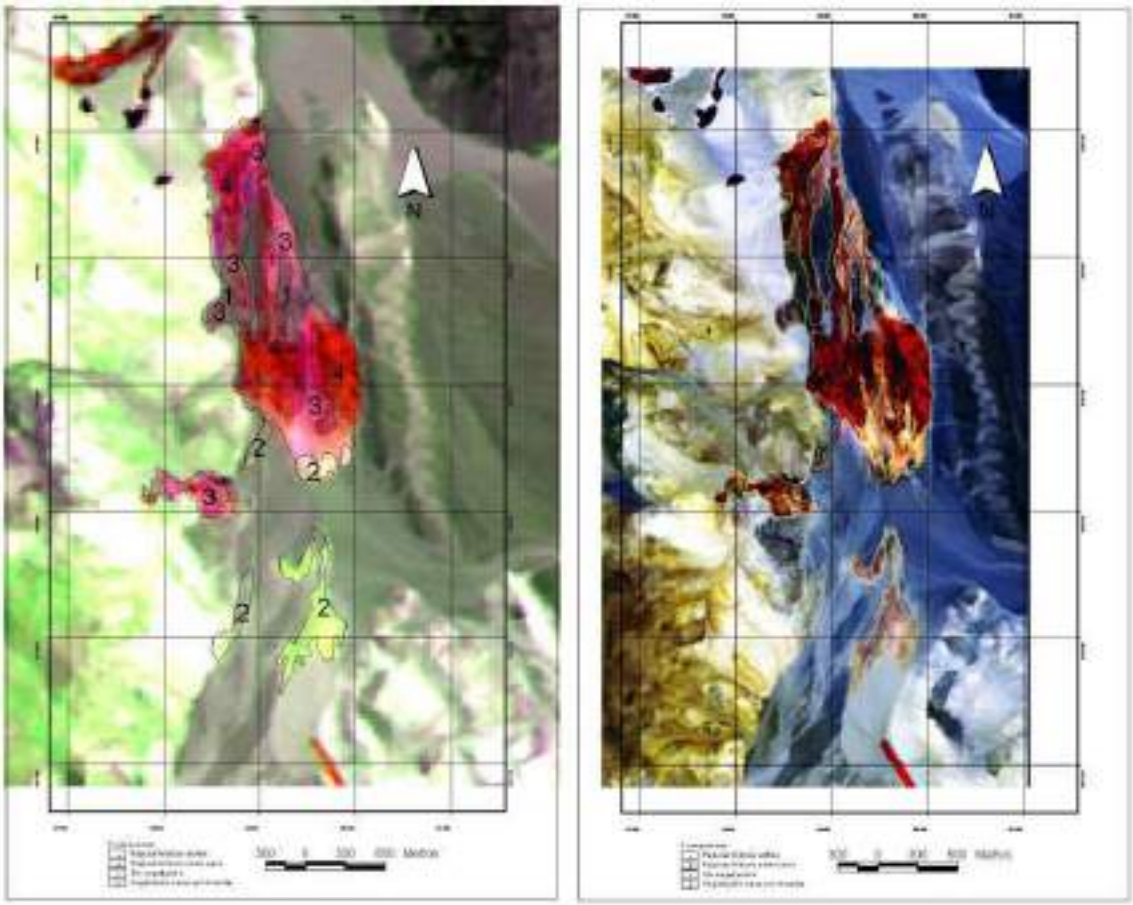


Figura N° 58. Unidades Cartográficas Homogéneas 2011 y 2012.

La imagen TM del 2011 muestra en color verde y blanco las zonas con vegetación muerta, en el sector del humedal, produciéndose claramente una diferencia con la imagen del año 1996. En color magenta las zonas con vegetación en vías de secarse (semi seca) del pajonal hídrico.

En la imagen del año 2012 (derecha) correspondiente al sensor multiespectral del satélite RapidEye (sensor no tiene detectores del infrarrojo medio), composición RGB B532 (infrarrojo convencional) presenta las mismas zonas en color rojo claro, debido a que los restos muertos de la vegetación del pajonal refleja un monto bajo del IRc, especialmente por el tipo de estructura lignificada de la vegetación, la

zona de color blanco responde a la reflectancia del suelo, específicamente a los contenidos de sal y a una vegetación muy abierta (cobertura bajo el 25%).

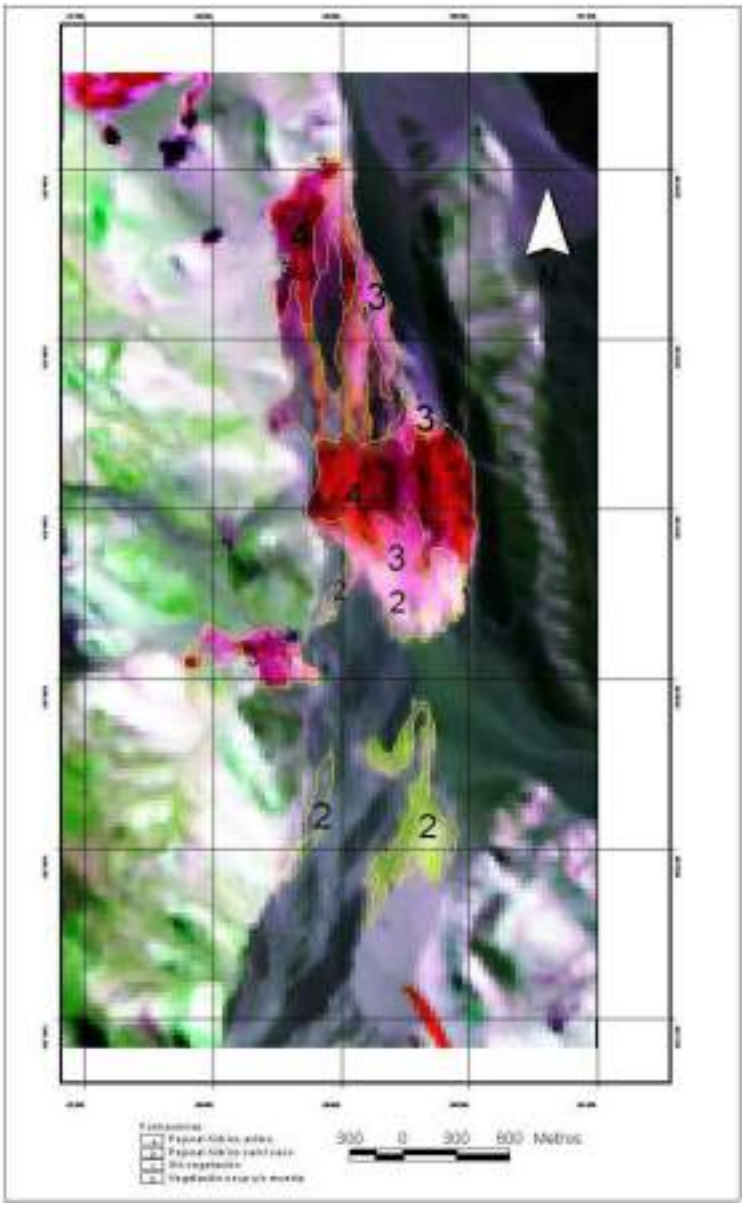


Figura N°59. Unidades Cartográficas Homogéneas 2013.

La imagen del año 2013 TM, al igual que la del 2012 muestra la acentuación de las zonas muertas (en color verde) y la expansión de la zona semi seca, evidenciando un proceso que se acelera en los últimos tres años, tal como se evidencia en las cifras de cambio que se presentan a continuación.

Los resultados obtenidos a partir de las tabulaciones cruzadas de la cartografía elaborada para los años indicados y la respectiva cartografía asociada a dichos nos indican tanto la clase que cambio, cuanto cambio y a donde cambio entre los respectivos años analizados.

8.2.4.1 Cambios entre el año 1986 a 1996.

La siguientes tablas (Tabla N° 16 y 17) relaciona los cambios entre el año 1986 (columnas) y 1996 (filas).

Tabla N° 16. Superficies (ha) que cambiaron por clases

		Clases 1986			
Clas. 1996		1	3	4	Total
	1	12,12	0,00	0,00	**12,12**
	2	0,00	8,46	3,07	**11,53**
	3	0,00	36,81	36,16	**72,96**
	4	0,00	2,71	113,48	**116,18**
	Total	**12,12**	**47,97**	**152,70**	**212,78**

Tabla N° 17. Situación proporcional de cambios.

	1	3	4	Total
1	0.0569	0.0000	0.0000	0.0569
2	0.0000	0.0397	0.0144	0.0542
3	0.0000	0.1730	0.1699	0.3429
4	0.0000	0.0127	0.5333	0.5460
Total	0.0569	0.2254	0.7176	1.0000

En el año 1986, el humedal comprendía 12,2 hectáreas de suelo sin vegetación (5,69%), 47,97 ha (22,54%) de pajonal hídrico semi seco y 152,7 ha (71,76%) de pajonal hídrico activo, situación que en el año 1996 (una década después) paso a ser 12,12 ha sin vegetación (mantuvo su superficie), 11,53 ha (5,4%) de vegetación seca o muerta (clase 2), 72, 96 ha de pajonal hídrico semi seco (34,29%) y 116,18 ha (54,6%) de pajonal hídrico activo. Los cambios más significativos fueron en la clase 4 que paso 36,16 ha a la clase 3 y la clase 3 paso

8,46 ha a vegetación seca o muerta (clase 2), con porcentajes de cambios del orden de 16,99 y 3,9 % respectivamente. En resumen, en la década del año 86 al 96 el humedal perdió el 3,97 % de superficie de vegetación y experimento una tendencia a secarse en un 16,99% de la superficie. Se puede inferir que la tasa anual de pérdida de vegetación es de 0,8 ha/año (resultado de dividir la vegetación pérdida (8,46 ha) por 10 (número de años entre 1986 y 1996).

Estos cambios se localizan en color naranja y verde en Figura N°60.

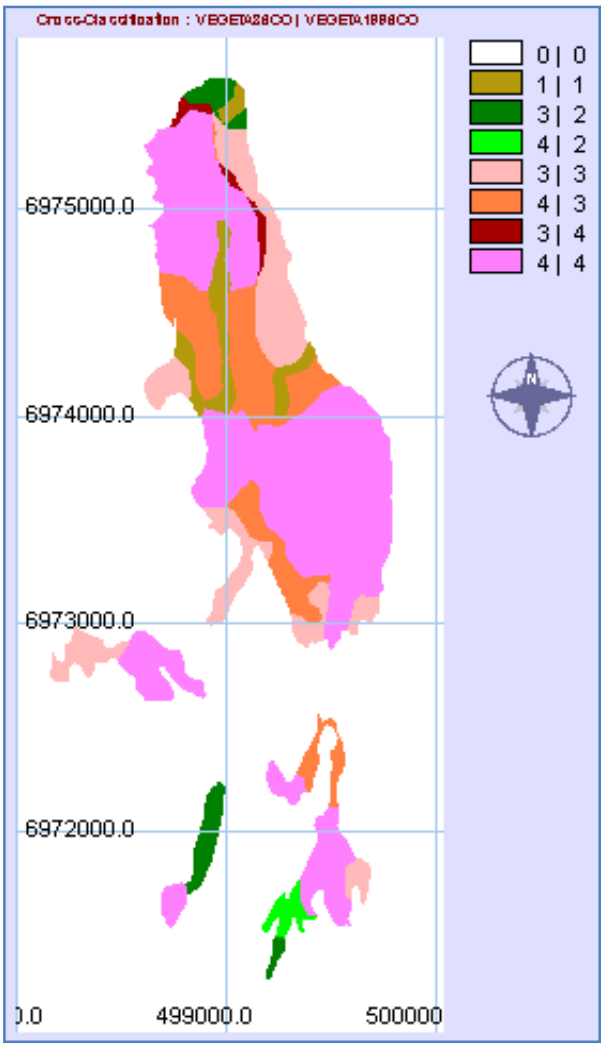


Figura N° 60. Cambios entre 1986 y 1996. Primera columna año 1986, segunda columna año 1996.

8.2.4.2 Cambios entre el año 1996 – 2011

Las tablas siguientes (Tabla N° 18, 19) presentan los cambios en quince años (entre 1996 y 2011).

Tabla N° 18. Superficies (ha) que cambiaron por clases.

		Clases 1996				
Clas. 2011		1	2	3	4	Total
	1	11,04	1,49	3,22	0,00	**15,74**
	2	0,00	8,22	12,46	15,32	**36,00**
	3	1,06	1,75	42,62	30,90	**76,33**
	4	0,02	0,07	14,66	69,96	**84,71**
	Total	**12,12**	**11,53**	**72,96**	**116,18**	**212,78**

Tabla N° 19. Situación proporcional de cambios.

	1	2	3	4	Total
1	0.0519	0.0070	0.0151	0.0000	0.0740
2	0.0000	0.0386	0.0586	0.0720	0.1692
3	0.0050	0.0082	0.2003	0.1452	0.3587
4	0.0001	0.0003	0.0689	0.3288	0.3981
Total	0.0569	0.0542	0.3429	0.5460	1.0000

En este caso, los mayores cambios se producen en la clase 4 (pajonal hídrico activo) que de 116,18 hectáreas en el año 1996 pasa a 84,71 hectáreas en el año 2011, es decir pasa de 54,6% a 39,81% de superficie en el humedal, pasando 30,9 hectáreas a la clase 3 (pajonal hídrico semi seco y 15,32 hectáreas a la clase 2 (vegetación seca y/o muerta). También la clase 3 pierde en este período 12,46 hectáreas que se secan o mueren. La tasa anual de pérdida de vegetación fue de 1,98 ha/año, más del doble que en la década anterior.

Los cambios se visualizan en color rojo y naranjo en la Figura N° 61.

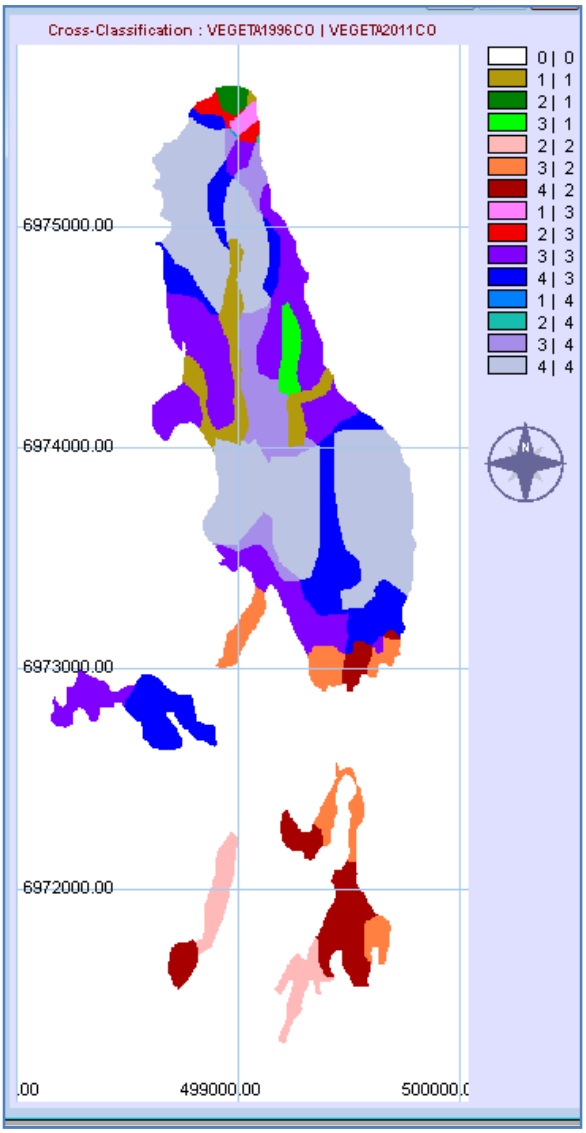


Figura N° 61. Cambios entre 1996 y 2011. Primera columna año 1996, segunda columna año 2011.

En este periodo se produce el secamiento y muerte total del sector sur del humedal y un avance en la zona sur del cuerpo central del humedal, evidenciando la tendencia de degradación de la clase de pajonal semi seca.

La pérdida de la superficie sur del humedal se produce en forma drástica entre el año 2003 y 2006 según el análisis de tendencia (Figura N° 51) y las imágenes del IHUMV que se adjunta en el anexo.

8.2.4.2 Cambios entre el año 2011 – 2012

Las tablas siguientes (Tabla N°20, 21) presentan los cambios entre el año 2011 y 2012.

Tabla N° 20. Superficies (ha) que cambiaron por clases.

		Clases 2011				
Clas. 2012		1	2	3	4	Total
	1	12,64	0,35	6,95	5,94	25,89
	2	0,49	30,26	5,89	0,52	37,15
	3	1,29	5,39	33,96	4,85	45,49
	4	1,32	0,01	29,53	73,41	104,26
	Total	15,74	36,00	76,33	84,71	212,78

Tabla N° 21. Situación proporcional de cambios.

	1	2	3	4	Total
1	0.0594	0.0017	0.0327	0.0279	0.1217
2	0.0023	0.1422	0.0277	0.0024	0.1746
3	0.0061	0.0253	0.1596	0.0228	0.2138
4	0.0062	0.0000	0.1388	0.3450	0.4900
Total	0.0740	0.1692	0.3587	0.3981	1.0000

Los cambios entre el año 2011 y 2012 están dados por la disminución importante (16,8%) de la superficie de la clase 3 (pajonal hídrico semi seco) cuya superficie en el 2011 de 76,33 hectáreas, se secan y/o mueren y pasan a suelo sin vegetación un total de 12,84 hectáreas. De la misma forma, la clase 4 pierde 6,46. En total, entre el año 2011 y 2012 se produce una pérdida de 19,3 hectáreas, lo que es una tasa muy superior a la histórica.

Sin embrago, también se debe considerar una dinámica de recuperación del pajonal activo, a cuya clase se suman en este año 29,53 hectáreas del pajonal semi seco.

Los cambios se visualizan espacialmente en color rojo y rosado en la Figura N°62.

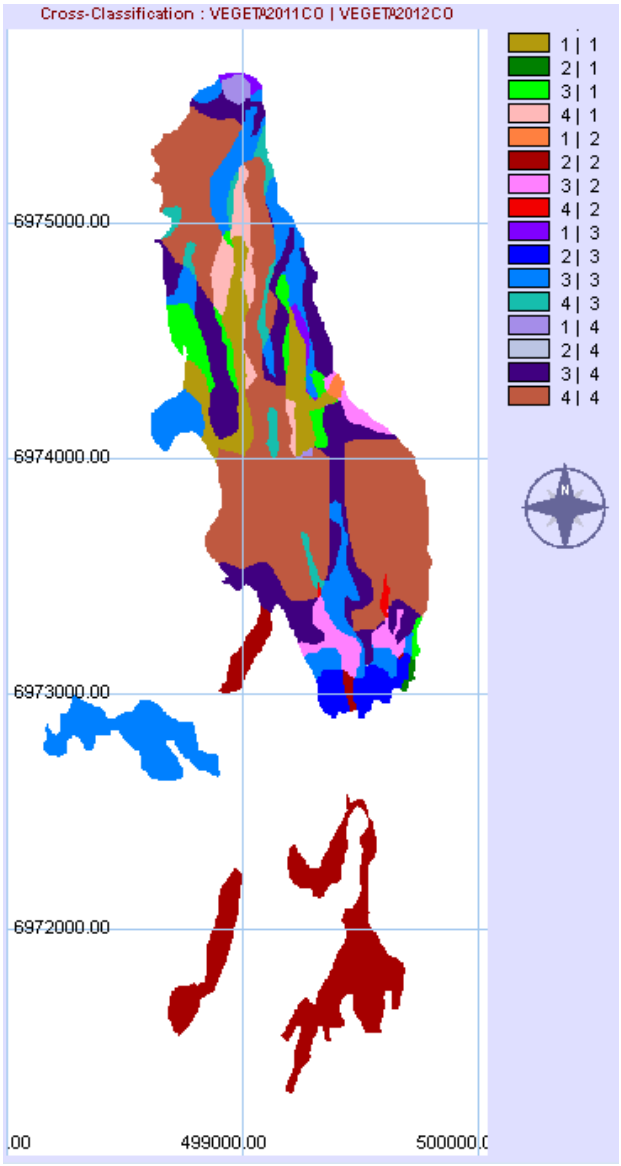


Figura N° 62. Cambios entre 2011 - 2012. Primera columna año 2011, segunda columna año 2012.

Las pérdidas de vegetación se ubican en la zona sur del humedal y en la zona centro y centro- este del mismo.

8.2.4.3 Cambios entre el año 2012 – 2013

Las tablas siguientes (Tabla N° 22, 23) presentan los cambios entre el año 2012 y 2013).

Tabla N° 22. Superficies (ha) que cambiaron por clases.

		Clases 2012				
Clases 2013		1	2	3	4	Total
	1	13,10	0,31	0,00	1,38	20,29
	2	0,00	30,89	5,52	1,03	37,44
	3	7,79	5,25	38,56	31,91	83,50
	4	0,00	0,20	1,41	69,95	71,56
	Total	25,89	37,15	45,49	104,26	212,78

Tabla N° 23. Situación proporcional de cambios.

	1	2	3	4	Total
1	0.0851	0.0038	0.0000	0.0065	0.0954
2	0.0000	0.1452	0.0259	0.0048	0.1759
3	0.0366	0.0247	0.1812	0.1499	0.3924
4	0.0000	0.0009	0.0066	0.3288	0.3363
Total	0.1217	0.1746	0.2138	0.4900	1.0000

Entre el año 2012 y 2013 sigue la tendencia de pérdida del pajonal hídrico semi seco (clase 3), perdiéndose 5,52 hectáreas de esta clase y una pérdida de 2,41 hectáreas de pajonal hídrico activo (clase 4), lo que hace una pérdida total de 7,93 hectáreas en el año, cifra que es menor a la del año 2011-2012. La espacialización de estos cambios se visualiza en la Figura N° 63.

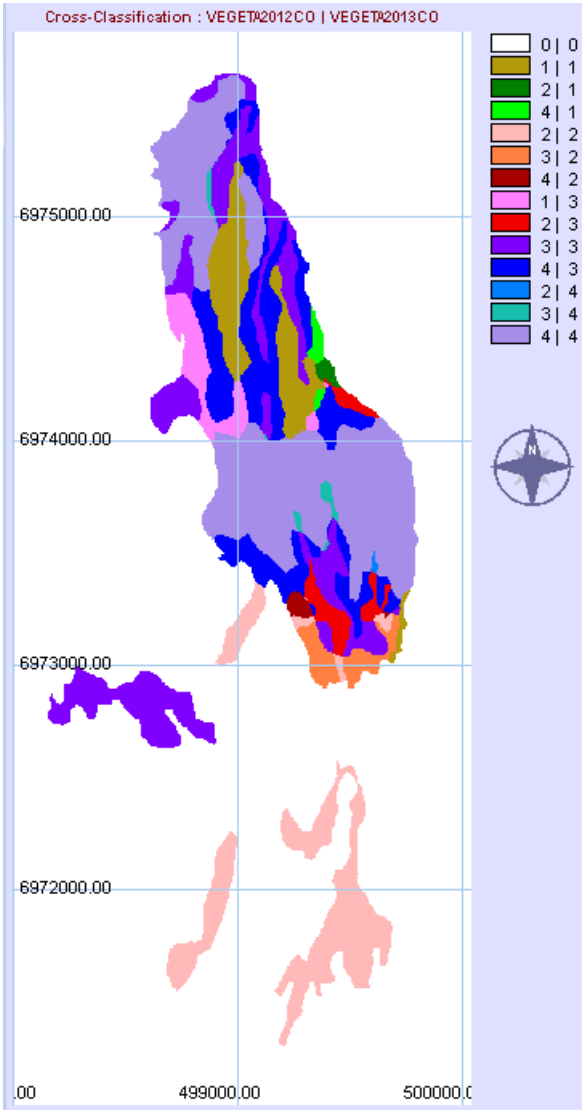


Figura N° 63. Cambios entre 2012 - 2013. Primera columna año 2012, segunda columna año 2013.

Las pérdidas de vegetación, al igual que la tendencia histórica, se sitúan en el sector sur del cuerpo central del humedal y la pérdida de actividad vegetacional, paso de la clase 3 a 4 se ubica (color azul) en el centro del humedal en dirección sur norte.

8.3 PANTANILLO

8.3.1 Descripción vegetacional de terreno.

El humedal de Pantanillo (Figura N° 64) comprende una superficie de 16,1 hectáreas, clasificado en la línea base de sistema biológico del estudio de impacto ambiental (EIA) del Proyecto Refugio de la Minera Maricunga (1991) como vega con densa cobertura de gramíneas, cuyas especies principales eran Deyeuxia eminens J. Presl y *Deyeuxia velutina Nees et Meyen, Deyeuxia rigescens, Puchinellia oresignea, Myriophyllum aquaticum Senecio rosmarinus , Senecio rahmeri*, algas y hierbas acuáticas como *Potamogeton strictus y Myoriophyllum acuaticum*, tal como se muestra en la foto de la Figura N°63 (EAI, 1991), lo que contrasta con la situación actual que se presenta en la foto de la Figura N° 65 (de la misma área).



Figura N° 64. Vega Pantanillo 1991. EIA proyecto Refugio.

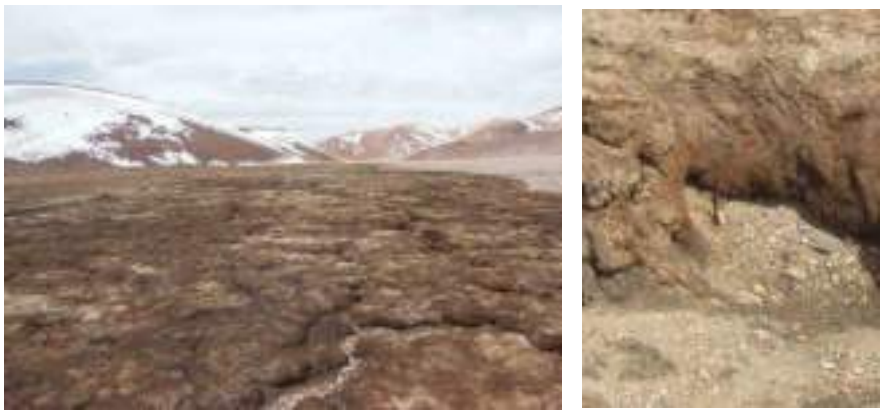


Figura N° 65. Vega Pantanillo 2013. (Octubre)

De éste humedal, en la actualidad, sólo se encuentra activa una pequeña zona de Vega, ubicada en la parte baja de la ladera al lado oeste del humedal (Figura N° 66)

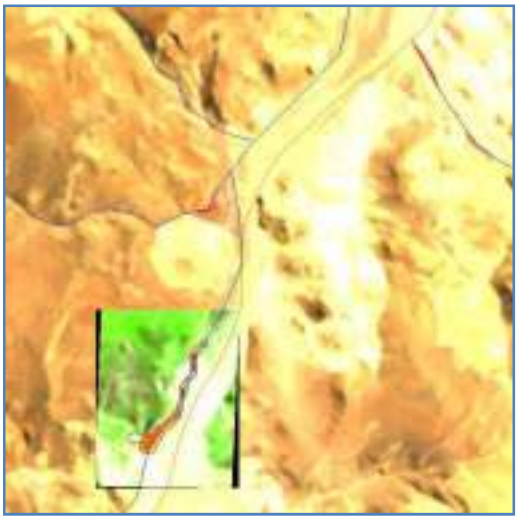


Figura N° 66. Ubicación humedal Pantanillo, situado en la parte alta de la cuenca del Salar de Maricunga, parte del corredor biológico (Pantanillo C. Redonda).



Figura N° 67. Sector activo de la vega Pantanillo 2013. (Octubre) ubicado en la baja ladera al oeste lado oeste (496201,6966314; WGS84-H19S).

Pantanillo es de los humedales estudiados el que reviste mayor gravedad por el estado actual de la vegetación (Figura N° 67 y 72). Este se encuentra con vegetación muerta en toda su extensión y se evidencia la drástica disminución del aporte hídrico en el sector, lo que se hace evidente por las estructuras semiglobosas que se mantienen de la vegetación que existió. Es posible observar además, la profundidad de la capa de materia orgánica que sustentaba la vegetación de este lugar (30 cm aprox) (Figuras N° 68 y 69) y que también se encuentra completamente seca. Se observa mineralización del mantillo y rastrojo sin vegetación identificable (Figura 68).



Figura N° 68. Vista general del humedal Pantanillo.

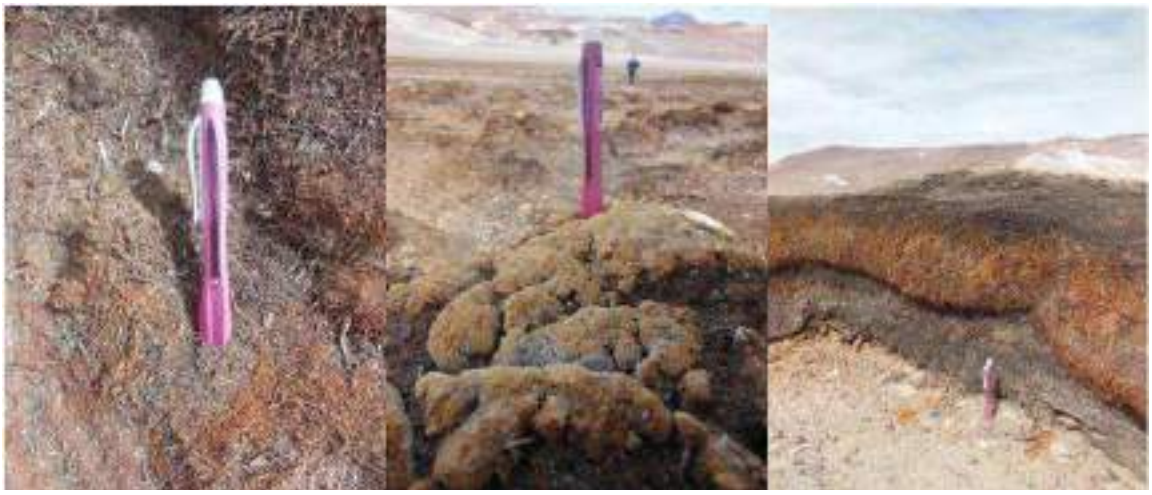


Figura N° 69. Vegetación muerta. Se observa mineralización del mantillo (fotografía de en medio). La fotografía de la derecha muestra la profundidad que tenía la cubierta vegetal antes de secarse.



Figura N° 70. Evidencia de lo que fue el curso de agua que corría por el sector de norte a sur. Hacia el fondo de la segunda fotografía (hacia el oeste) se encuentra un pequeño sector identificado como vega el que se encontraba cubierto por nieve en un 50%.

Hacia el sur se observa una larga tubería sobre lo que constituía el humedal (Figura N° 71). Se advierte la presencia de pozos en el lado sur y hacia el norte (Figura 13), paralelos a la ruta C-607, así como instalaciones hacia el lado SE de la ruta. También se observan nuevas instalaciones cercadas frente al humedal. Hacia el norte la situación es idéntica.



Figura N°71**.** De izquierda a derecha, tubería y pozos.

Un resumen de la situación visitada en terreno se identifica en la Figura N° 72.

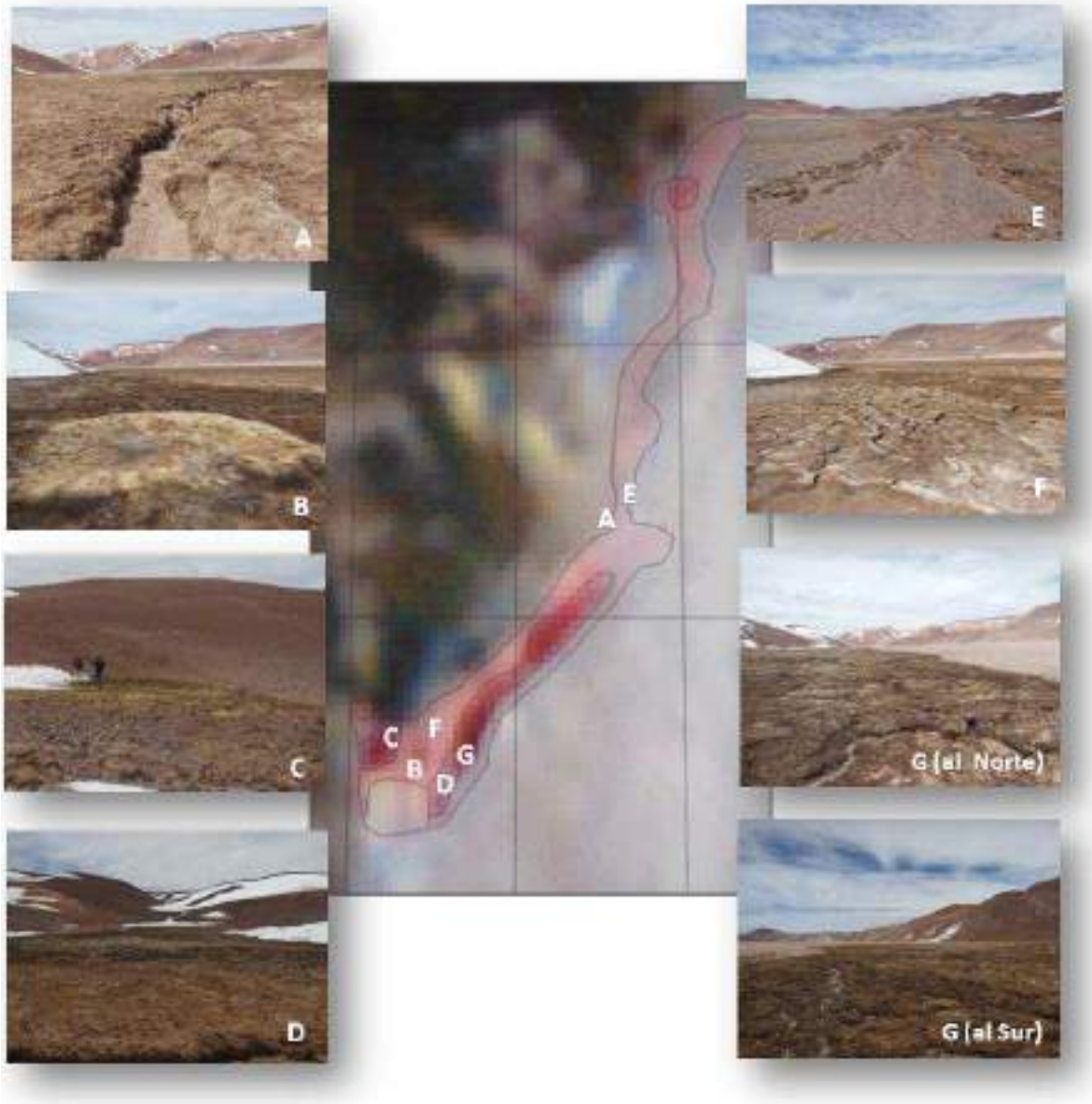


Figura N° 72**.** Identificación de polígonos de vegetación del sector Pantanillo.

8.3.2 Tendencia mulitemporal de la vegetación del humedal entre el año 1986 y 2011.

El análisis de los promedios del IHUMV para todos los años (imágenes resultantes se presentan en el ANEXO) de la serie de datos entre 1986 y 2011 para el humedal de Pantanillo entrega como resultado el perfil de la Figura N°73 y los valores máximos anuales se grafican en la Figura N°74.

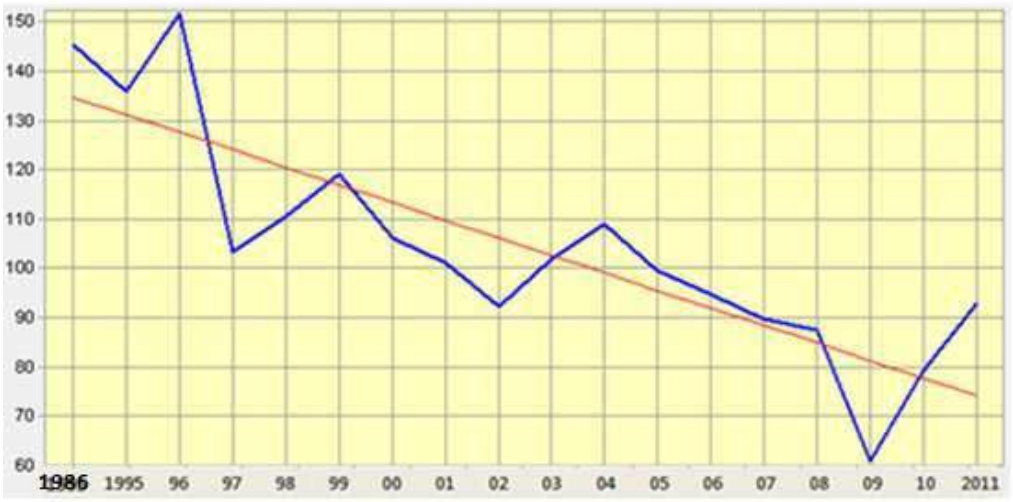


Figura N°73. Perfil de los valores promedio del IHUMV de Pantanillo.

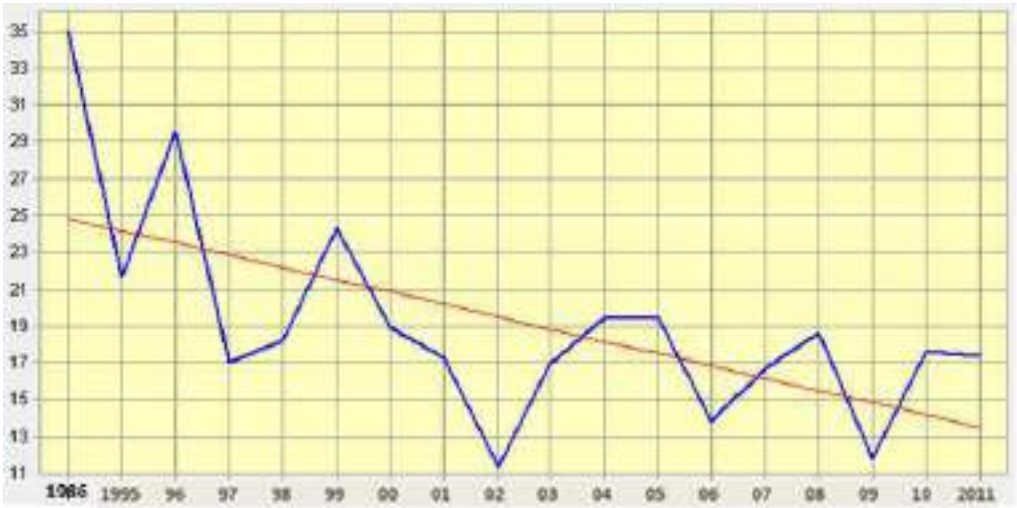


Figura N°74. Perfil de la desviación estándar de los promedios del IHUMV.

Los datos indican que el humedal baja su actividad vegetacional en forma significativa el año 1997 y desde el año al año 2011 permanece la mayor parte de su superficie seca y/o muerta. Tal situación se corrobora con las imágenes del IHUMV que se presentan en la Figura N° 75.

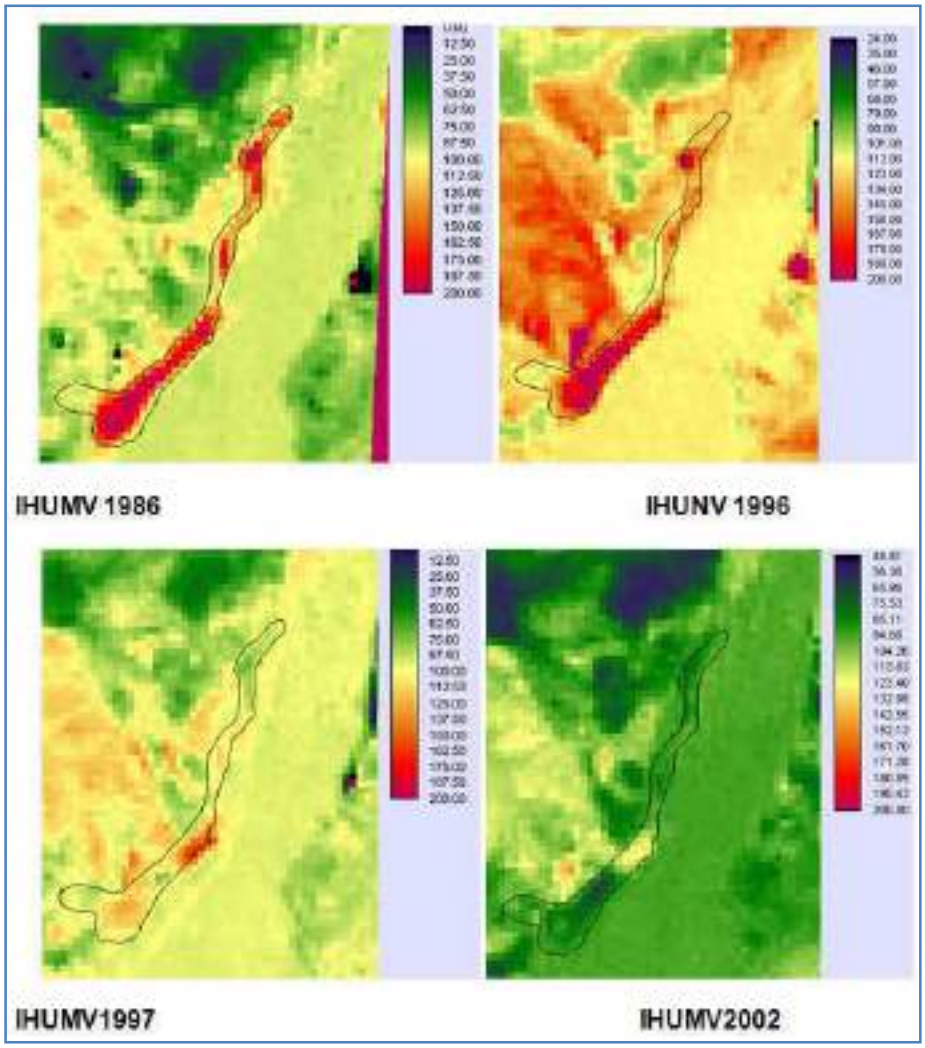


Figura N° 75. Imágenes correspondientes al IHUMV de los años 1986, 1996, 1997 y 2002.

Se parte en el año 1986 con una vega activa donde los valores predominantes del IHUMV están sobre los 150 (colores rojos), en 1996 la situación es similar. En 1997 predominan valores bajo los 120, con la excepción de la zona central, donde

aún queda vegetación, la que desaparece totalmente el año 2002. Lo que concluye en que el humedal se seco gran parte de entre el año 1996 y 1997.

8.3.3 Cambios anuales

En este caso, la superficie de cambios entre el año 1986 (Figura N° 76) y el año 2011 (Figura N° 77), situación que se mantiene hasta el 2013, tal como se demuestra en punto 8.3.1 corresponde al total del humedal (Vega) situado en la planicie, que es de 14,4 hectáreas, de las cuales 12,4 ha son Vegas activas con alto vigor.

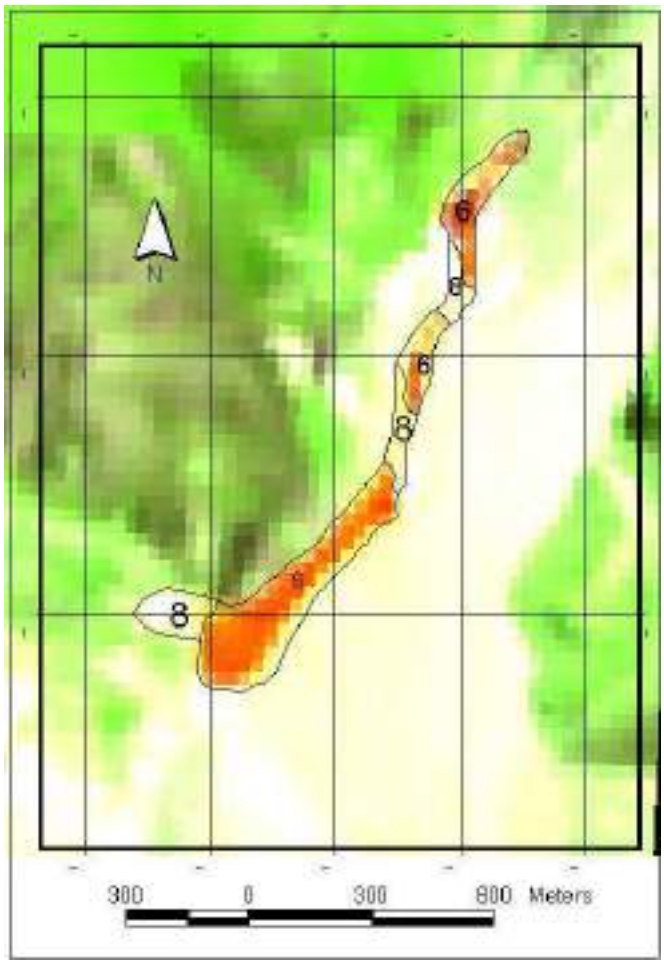


Figura N° 76. Unidades cartográficas 1986. Vega Pantanillo. Vega activa densa (6), Vega abierta semi seca (8). Imagen TM B453 – RGB.

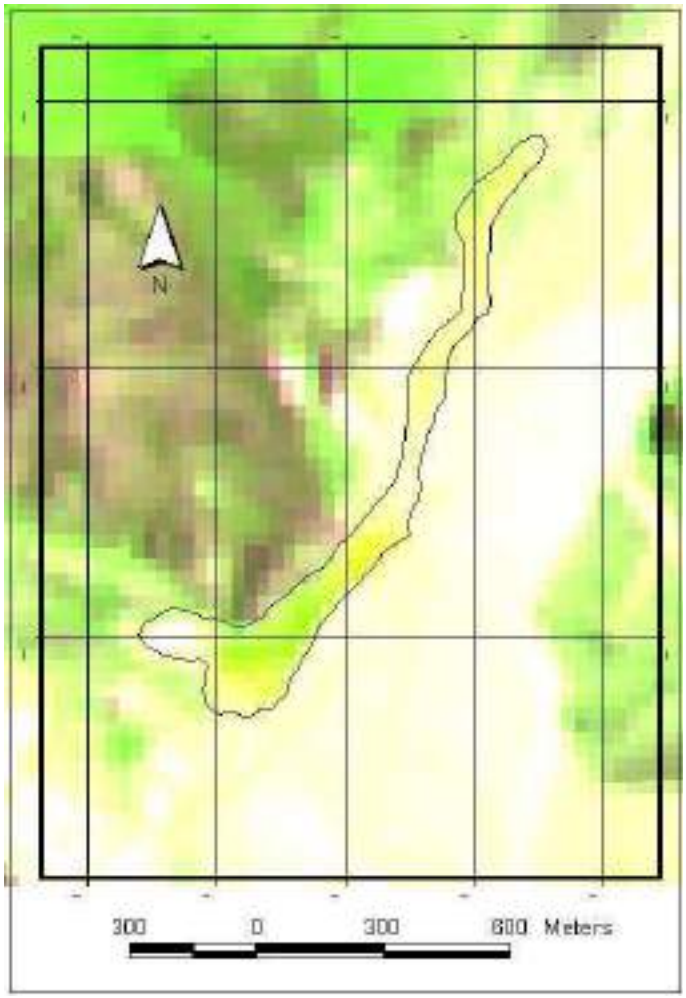


Figura N° 77. Vega Pantanillo 2011. Vega con vegetación seca y/o muerta (color verde y amarillo). Imagen TM B453 – RGB.

9. VULNERABILIDAD DE LOS HUMEDALES

Tal como se planteo en la metodología, el índice de vulnerabilidad obtenido a partir de la sumatoria de los decrementos anuales de la vegetación permitió determinar para el humedal de Ciénaga Redonda y Barros Negros la superficie con mayor vulnerabilidad en cada caso, a partir de la vulnerabilidad de las UCH que integran cada humedal (Figura N° 78 y 79).

9.1 Vulnerabilidad Ciénaga Redonda.

Los resultados obtenidos para cada UCH (promedio del IDT) se indican en la Tabla N° 24 (IHUMV PROM), el cual, en este caso fue escalado (sumando 2 y multiplicando por 100) y obtener así un indicador en enteros positivos, donde los valores de menores de 200 son vulnerables y los mayores de 200 no vulnerables.

Tabla N°24. Vulnerabilidad Ciénaga Redonda

UCH	IND-VULNE	IHUMV PROM
1	197,4385	-0,025615
2	84,494	-1,15506
3	173,17754	-0,2682246
4	218,5811	0,185811
5	185,21639	-0,1478361
6	160,1006	-0,398994
7	168,96707	-0,3103293
8	185,66492	-0,1433508
9	157,05028	-0,4294972
10	212,5139	0,125139
11	112,39436	-0,8760564
12	214,92887	0,1492887
13	210,70527	0,1070527
14	102,30983	-0,9769017
15	149,84947	-0,5015053

Para efectos de graficar los resultados se determinaron 4 clases de vulnerabilidad definidas de la siguiente forma (Figura N° 77), según criterio estadístico de quiebres naturales:

Vulnerabilidad baja: 200 a 218

Vulnerabilidad media: 174 – 198

Vulnerabilidad alta: 113-173

Vulnerabilidad muy alta: 84 - 113

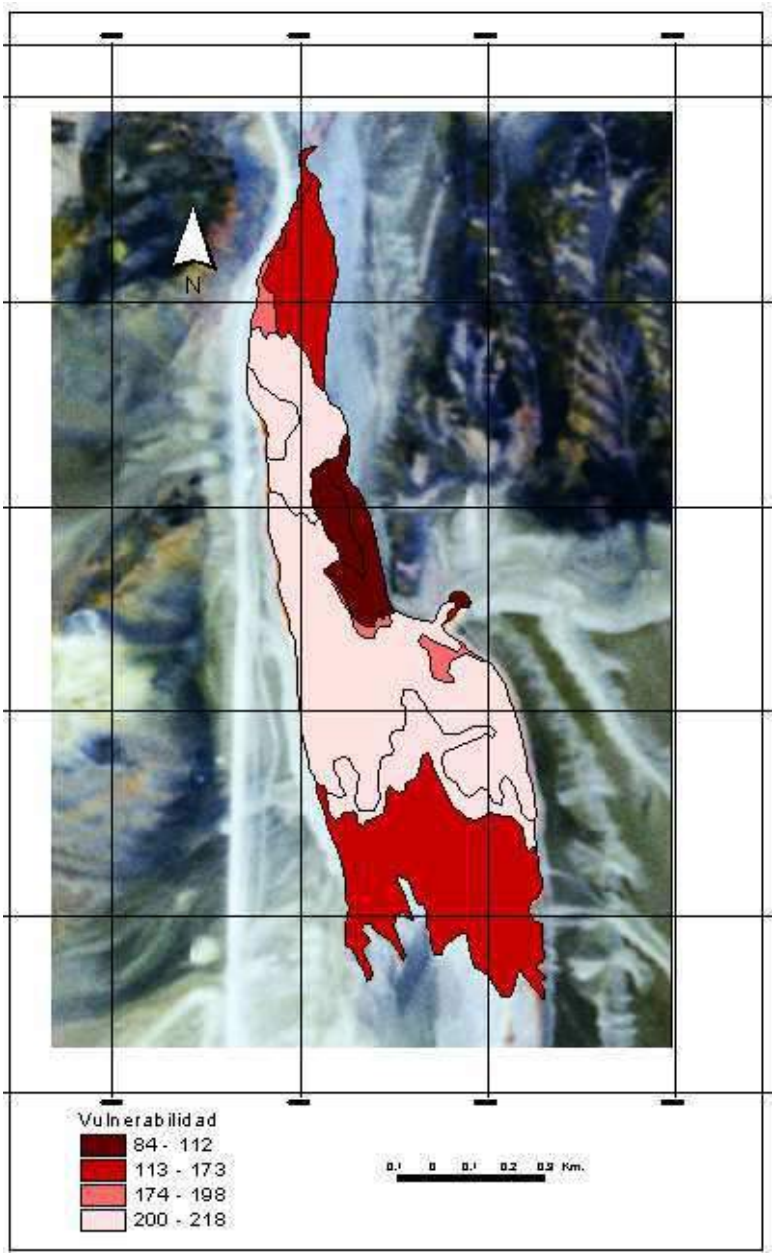


Figura N° 78. Vulnerabilidad de Ciénaga Redonda

Ciénaga Redonda comprende dos zonas de alta vulnerabilidad y una de muy alta, ubicadas en el sur, norte y centro del humedal. El total es una superficie de 32,7 hectáreas. Porcentaje total de superficie vulnerable es de 44,8%.

9.2 Vulnerabilidad Barros Negros.

En este caso, los resultados obtenidos para cada UCH (promedio del IDT) se indican en la Tabla N° 25 (IHUMV PROM), el cual fue escalado (sumando 3 y multiplicando por 100) y obtener así un indicador en enteros positivos, donde los valores de menores de 300 son vulnerables y los mayores de 300 no vulnerables.

Tabla N° 25. Vulnerabilidad Barros Negros

UCH	IND-VULNE	IHUMV PROM
1	184,7693	-1,15230700
2	7,42481	-2,92575190
3	304,88281	0,0488281
4	220,17357	-0,7982643
5	324,5718	0,245718
6	156,69051	-1,4330949
7	370,95096	0,7095096
8	284,68738	-0,1531262
9	420,92701	1,2092701
10	376,86502	0,7686502
11	263,47691	-0,3652309
12	189,87116	-1,10128840
13	289,87116	-0,1012884
14	394,78424	0,9478424
15	275,39152	-0,2460848
16	351,60238	0,5160238

Para efectos de graficar los resultados se determinaron 4 clases de vulnerabilidad definidas de la siguiente forma (Figura N° 79):

Vulnerabilidad baja: 300 -5420

Vulnerabilidad media: 221-300

Vulnerabilidad alta: 8 -220

Vulnerabilidad muy alta: 7

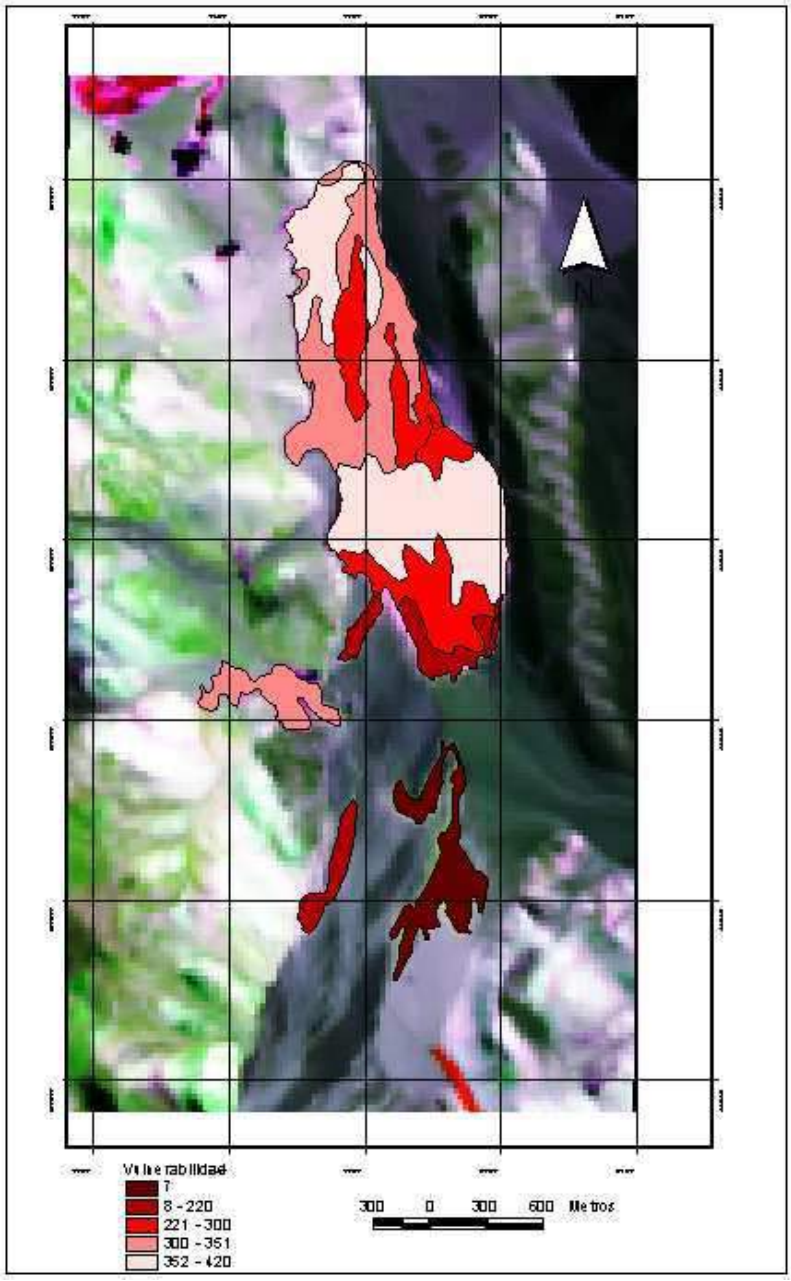


Figura N° 79. Vulnerabilidad de Barros Negros.

Barros Negros tiene una superficie con vulnerabilidad muy alta y alta de 82,3 hectáreas, de las cuales 29,6 se encuentran con vegetación seca y/o muerta. El porcentaje de superficie vulnerable respecto del total de superficie del humedal (212,78 ha) es de 38,6%.

10. BASE DE DATOS Y SIG

Se adjunta proyectos para desplegar la información en ARCVIEW, de acuerdo a archivos y estructura que se detalla a continuación. En las carpetas "ima-credonda, imabnegros, imapanta2" se adjuntan la data satelital e imágenes correspondientes a cada humedal, en formato ERDAS e IDRISI.




cca_credonda
L8b12345_12042013_credonda.img
Corl8b12345eq.img
Corl8b12345_12042013_credonda.img
Uph2013credon.shp
Uph2012bcredon.shp
Uph2011credon.shp
Up1995credon.shp
Puntosterreno.shp
Obras.shp
Marco_credonda.shp
Humedales.shp
Dren_credonda25.shp
Curoca-25.shp
Cur25_credonda.shp
Cuenca_credonda.shp
Caminos.shp


cca_pantanillo
Hidro_pantanillo_c25.shp
Cur25_cpantanillo_wgs84.shp
Faenas-mineras.shp
Humedal1986.shp
Cur50_wgs8419h.shp
Drenes.shp
Caminos.shp
Uphpantanillo2013.shp
Humedal pantanillo 1995.shp
Humedalpanta2013.shp
Uchpan1986.shp
Uph2012-reye.shp
Limccapantanill.shp
Drenespanta2.shp
Curccapanta.shp
Eqpantani-reye.img
Cor06032011pantanillo.img
Cor12042013Spantanillo.img
Cortm1986.img
Cortm1995.img
Subccapantnillo2013.img

11. ANALISIS Y CONCLUSIONES.

De los datos expuestos se pueden obtener las siguientes consideraciones y conclusiones.

1) En general, el área de estudio (los tres humedales estudiados), forma parte del Corredor Biológico Pantanillo Ciénaga Redonda, propuesto por CONAF como conexión entre las dos porciones que conforman el Parque Nacional Nevado Tres Cruces (PNNTC), Laguna Santa Rosa y Laguna del Negro Francisco, función que la hace relevante del punto de vista de la conservación. El corredor constituye una unidad conectada por el curso principal que define la subcuenca del estero Ciénaga Redonda que es el curso principal de la cuenca del Salar Maricunga.

2) Los antecedentes de flora y vegetación indican que se encuentran en este corredor 57 especies, de las cuales 25 especies tendrían distribución azonal, 2 de las cuales constituyen vegetación acuática y 8 corresponden a especies arbustivas.

3) Por otro lado, convergen en el área de estudio una fuerte presencia de actividad minera, que data a lo menos del año 1994 con el Proyecto Refugio y en la actualidad con la presencia de siete grandes proyectos, lo que se evidencia en terreno a través de intervenciones de caminos, pozos, movimiento de tierra y tránsito vehicular en los entornos de los humedales.

4) Las cuencas y subcuencas donde se encuentran los humedales poseen índices de baja infiltración, alto y medio nivel de escurrimiento superficial, que en el caso de la subcuenca relacionada con el humedal de Pantanillo, zona alta de la cuenca del Salar Maricunga, es de una superficie pequeña (menos de 10 mil hectáreas), lo que limita las posibilidades de recarga de los acuíferos.

5) El ingreso de agua a las cuencas (lluvia y nieve), de acuerdo a los datos analizados desde el año 1995, tiene una gradiente negativa, caso de las aguas lluvias corresponde a una disminución de 100 mm en un periodo de 14 años. De igual forma, se manifiestan los caudales medios anuales cuyo año critico es 1999-2000, que marca un aceleramiento de la disminución hasta el año 2012 del orden de 0,186 metros cúbicos por segundo.

6) El humedal de Pantanillo sin duda representa la situación de mayor gravedad, los antecedentes indican que el año 1986 constituía una Vega con una superficie de 16,1 hectáreas, de las cuales 12,4 hectáreas eran densas y activas, superficie que en la actualidad se encuentra seca y muerta, salvo un pequeño sector (1 hectárea) situado en la baja ladera del sector sur-oeste que sobrevive con escasa vegetación.

   El año crítico de cambio brusco de las condiciones de éste humedal es el año 1996-1997, secándose completamente el año 2002. Por otro lado, tal como se indica en los antecedentes, en este humedal se encuentran en operación tres pozos que proveen de agua al Proyecto Minero Refugio, cuya RCA del estudio de EIA del año 1994 le permitía extraer agua de dichos pozos, proyecto que se amplió en el año 2002 (modificación del 16 de mayo), luego el año 2003 (RCA, 30 diciembre) y el año 2004 se le autoriza a extraer un total de 95l/s, declarando un consumo del orden de 93,68 l/s.

7) Humedal Ciénaga Redonda, los resultados obtenidos indican que comparativamente es más vulnerable que el humedal Barros Negro, aunque en este último las superficies degradadas son mayores.

   El humedal presenta una fuerte intervención en el sector sur, centro y norte, disminuyendo 5,59 hectáreas, entre el año 1995 y 2011, por muerte de una parte del pajonal hídrico, también 5,19 se degradaron a la categoría de pajonal semi seco. Hecho similar ocurrió con el bofedal en un

total de 5,41 hectáreas. La degradación se manifiesta con mayor fuerza entre el año 2011 y 2012, en cuyo año aumento la vegetación seca y muerta en 7,35 ha provenientes de pajonal hídrico. Entre el año 2012 y 2013 los cambios son menores y se focalizan en el sector centro y norte del humedal.

El humedal tiene una superficie vulnerable de 72,85 ha y en estado de alta y muy alta vulnerabilidad existen 32,7 ha. correspondiente al 44,8% del total de superficie del humedal.

8) Humedal Barros Negros. Los datos indican que el humedal y los sectores críticos tienen una tendencia de la actividad vegetacional a degradarse. Así, entre el año 1986 y 1996 la tasa anual de pérdida de la vegetación fue de 0,8 ha/año, mientras que entre el año 1996 y 2011 la tasa fue de 1,9 ha/año. En este periodo se produce el secamiento y muerte total del sector sur del humedal y un avance en la zona sur del cuerpo central del humedal, evidenciándose la tendencia de degradación de la clase de pajonal semi seca.

   La pérdida de la superficie en el sector sur del humedal se produce en forma drástica entre el año 2003 y 2006 según el análisis de tendencia (Figura N° 50) y las imágenes del IHUMV que se adjuntan en el anexo.

   Entre el 2011 y 2012 la tendencia continúa y se produce la pérdida de 19,3 hectáreas, principalmente de la clase de pajonal hídrico y bofedal y entre el año 2012 y 2013 se perdieron 7,93 hectáreas de pajonal hídrico.

   Todo lo anterior, se resumen en una vulnerabilidad alta y muy alta para un total de 82,3 hectáreas, de las cuales 29,6 se encuentran con vegetación seca y/o muerta. El porcentaje de superficie vulnerable respecto del total de superficie del humedal (212,78 ha) es de 38,6%.

9) En general, se concluye que los tres humedales estudiados tienen una clara tendencia a degradarse y a perder superficie de vegetación activa a tasas cada año mayor, lo que no se explica tan sólo en función del cambio climático, si no por la extracción permanente de agua de los acuíferos a través de los pozos existentes en todos los humedales, siendo clara la relación entre el estado del humedal de Pantanillo y la extracción de agua por parte del Proyecto Minero el Refugio. Todo lo anterior permite inferir en la urgencia de medidas que permitan ajustar los permisos de extracción a los requerimientos ecológicos de los humedales.

10) Los resultados obtenidos responden a los objetivos planteados y resultan ser coherentes con los datos de terreno y los reportes obtenidos de los estudios existentes, validándose las metodologías aplicadas, especialmente el seguimiento y análisis de tendencia realizado en función del Índice de Humedad de la Vegetación.

REFERENCIAS

AHUMADA, M. Y FAÚNDEZ, L. 2009. Guía Descriptiva de los Sistemas Vegetacionales Azonales Hídricos Terrestre de la Ecorregión Altiplánica (SVAHT). Ministerio de Agricultura de Chile, Servicio Agrícola y Ganadero, 118 p.

AHUMADA, M. Y FAUNDEZ, L., 2007. Guía Descriptiva de las Praderas Naturales de Chile. Departamento de Protección de los Recursos Naturales Renovables. Servicio Agrícola y Ganadero.

ANDINA MINERALS CHILE LTDA, 2012. EIA Proyecto Minero Volcán, GHD Consultores Ambientales.

BIOTA, 2006. Estudio de los Sistemas Vegetacionales Azonales Hídricos del Altiplano. Informe 2.

CONAF, Plan de Acción para la Conservación y Uso Sustentable de Humedales Altoandinos.

CONAF, 1999. Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Proyecto CONAF-CONAMA-BIRF.

CONAF (Sin Fecha). Flora Terrestre, Cartilla de Reconocimiento, Parque Nacional Nevado Tres Cruces, Región de Atacama. CONAF, MINAGRI, Andina, GHD.

CLAYTON, W.D., VORONTSOVA, M.S., HARMAN, K.T. AND WILLIAMSON, H**.** (2006 onwards). GrassBase - The Online World Grass Flora.http://www.kew.org/data/grasses-db.html. [accessed 08 November 2006; 15:30 GMT]*

CPH y Asociados SA. Informe Integrado Hidrología e Hidrogeología - Andina Minerals. Modelo hidrogeológico Barros Negros – Ciénaga Redonda. Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Minero Volcán. Capítulo 4 Evaluación de Impactos y Riesgos Ambientales.

ETIENNE, M. Y PRADO, C., 1982. Descripción Vegetacional Mediante la Cartografía de Ocupación de Tierras, Conceptos y Manual de Uso Práctico. Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, Universidad de Chile.

GAJARDO, R.1994. La Vegetación Natural de Chile, Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria. 165 p.

GOLDER ASSOCIATES INC. Jun 2011. Proyecto Reinicio Y Expansión Del Proyecto Lobo Marte. Línea Base Hidrogeológica e Hidrológica Lobo Marte y Modelo Hidrogeológico Ciénaga Redonda. Elaborado para KINROSS GOLD CORPORATION.

GOLDER ASSOCIATES INC. 2011. Modelo de Flujo Subterráneo- Lobo Marte. Elaborado para KINROSS GOLDCORPORATION.

LUEBERT, F. Y PLISCOFF, P., 2004. Clasificación de Pisos de Vegetación y Análisis de Representatividad de Áreas Propuestas Para la Protección en Chile. Informe 3. Pisos de vegetación de la Zona Norte de Chile (I-III).

MINERA LOBO MARTE S.A., 2011. EIA Reinicio y Expansión Proyecto Lobo-Marte, IAL Ambiental.

RIEDERMANN, P., ALDUNATE, G. Y TEILLIER, S., 2008. Flora Nativa de Valor Ornamental, Rutas y Senderos. Chile Zona Cordillera de los Andes.

SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO (SAG). 2009. Guía Descriptiva de los Sistemas Vegetacionales Azonales Hídricos Terrestres de la Ecorregión Altiplánica (SVAHT). Ahumada, Mario. & Faúndez, Luis. división de Protección de Recursos Naturales Renovables (eds). Primera Edición. 118 p. Santiago, Chile.

SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL. 2011. Calificación Ambiental "Proyecto de Prospección Minera Sierra La Sal " Resolución Exenta Nº 037. Copiapó, 16 de Febrero.

SQUEO, F., ARANCIO, G., GUTIERREZ J., 2008. Libro Rojo de la Flora Nativa y los Sitios Prioritarios Para su Conservación: Primera Región de Atacama. Primera Edición.

FICHA INFORMATIVA DE LOS HUMEDALES RAMSAR, 2011, Home Page,

http://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1368205055FichaSitioRamsar_ComplejoLacustreLagunaNegroFrancisco_y LagunaSantaRosa_2011.pdf

LIBRO ROJO DE ATACAMA, SISTEMA INFORMÁTICO PARA EL CONTROL DE PLANTAS, Home Page,

http://www.biouls.cl/lrojo/lrojo03/public_html/sp/index.php?cadena=fabaceae&filtro=1#,

THE UICN RED LIST OF THREATENED SPECIES, Home Page,

http://www.iucnredlist.org/search,

KEW, ROYAL BOTANIC GARDENS, Home Page,

http://www.kew.org/data/grasses-db/cite.htm

INSTITUTO DE BOTANICA DARWINION, Home Page,

http://www2.darwin.edu.ar/

MUSEO NACIONAL DE HISTORIA NATURAL, BOLETIN N 47, Home Page,

http://issuu.com/mnhn_cl/docs/boletin-047

SISTEMA DE INFORMACION DE BIODIVERSIDAD, Home Page,

http://www.sib.gov.ar

ENCICLOPEDIA DE LA FLORA CHILENA, Home Page,

http://www.florachilena.cl/especies.php?id=651

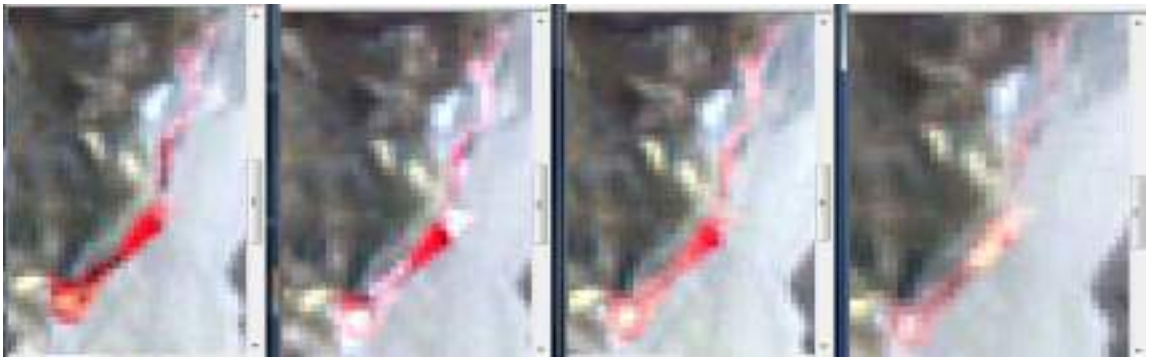
ANEXOS

Humedal Pantanillo.

Imágenes TM RGB-B432



1995 1996 1997 1998



1999 2000 2001 2002



2003 2004 2005 2006



2007 2008 2009 2010



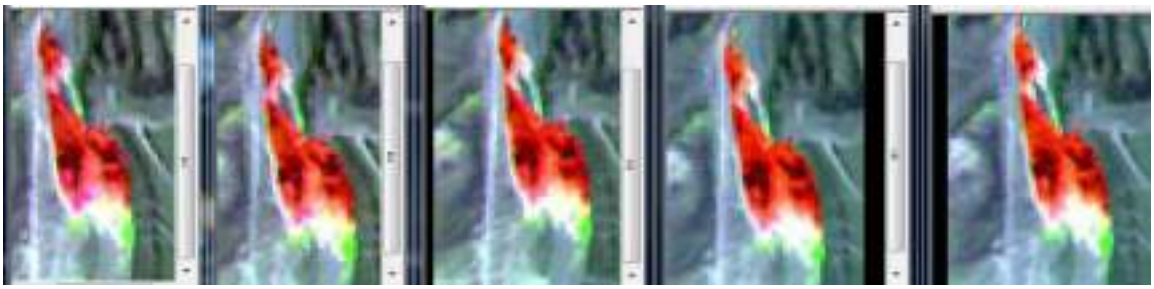
2011



2012 (Rapide Eye RGB B542

Humedal Ciénaga Redonda.

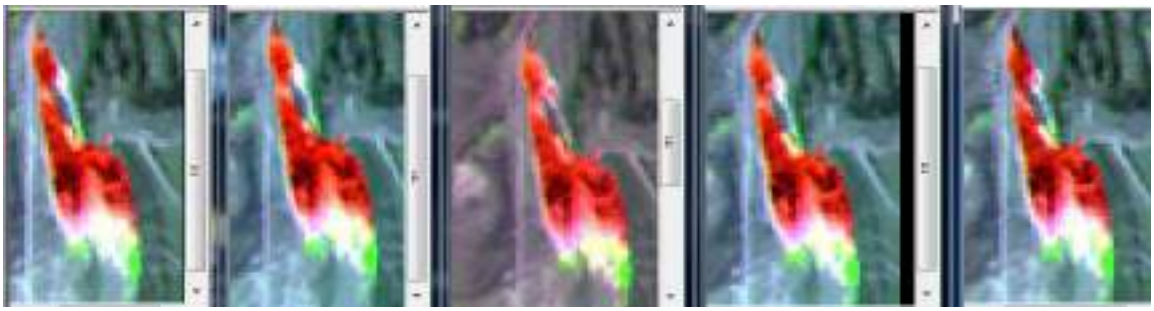
Imágenes LANDSAT combinación RGB-B453



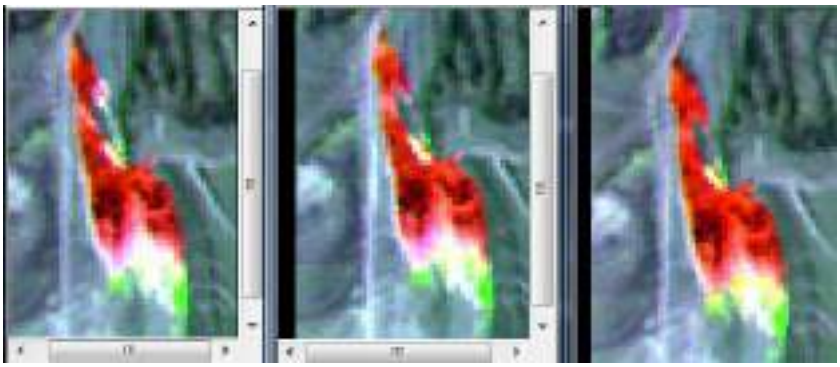
1995 1996 1997 1998 1999



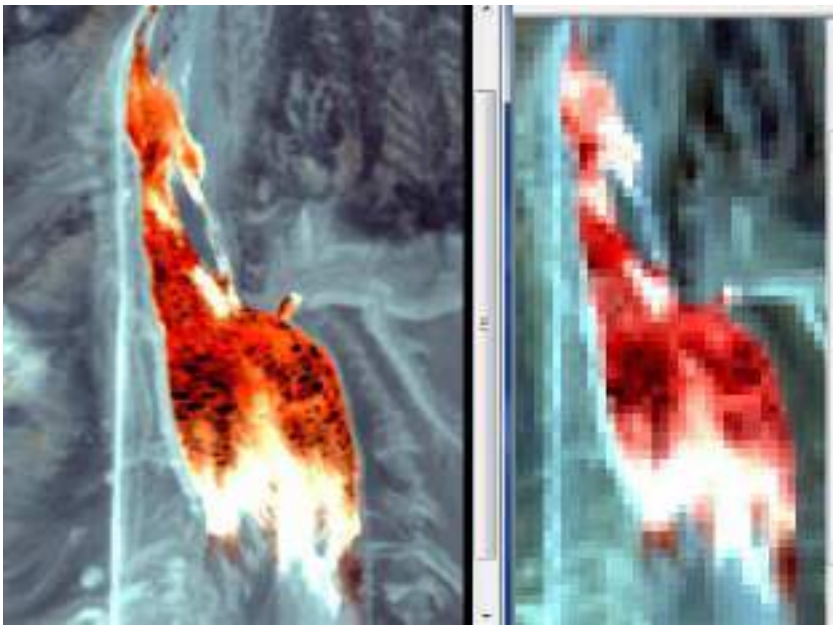
2000 2001 2002 2003 2004



2004 2005 2006 2007 2008



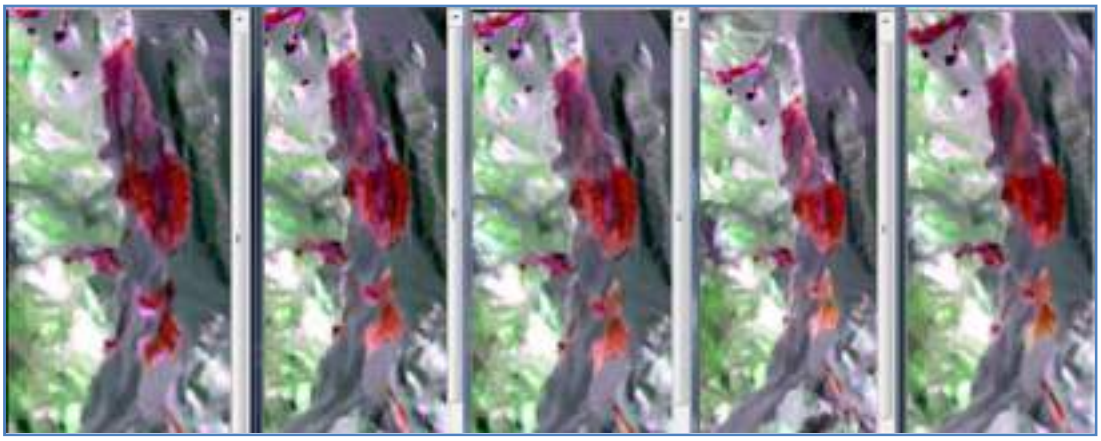
2009 2010 2011



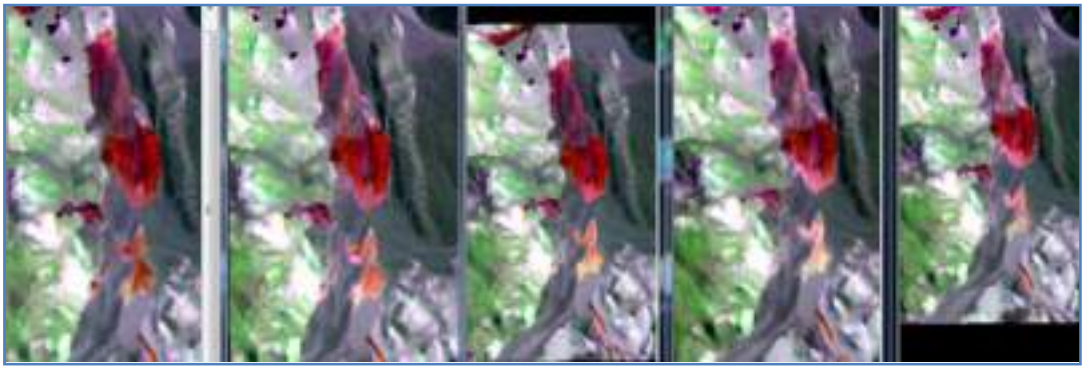
2012 (Rapide Eye RGB B542) 2013 LANDSAT 8. RGB-B543

Humedal Barros Negros.

Imágenes LANDSAT combinación RGB-B453



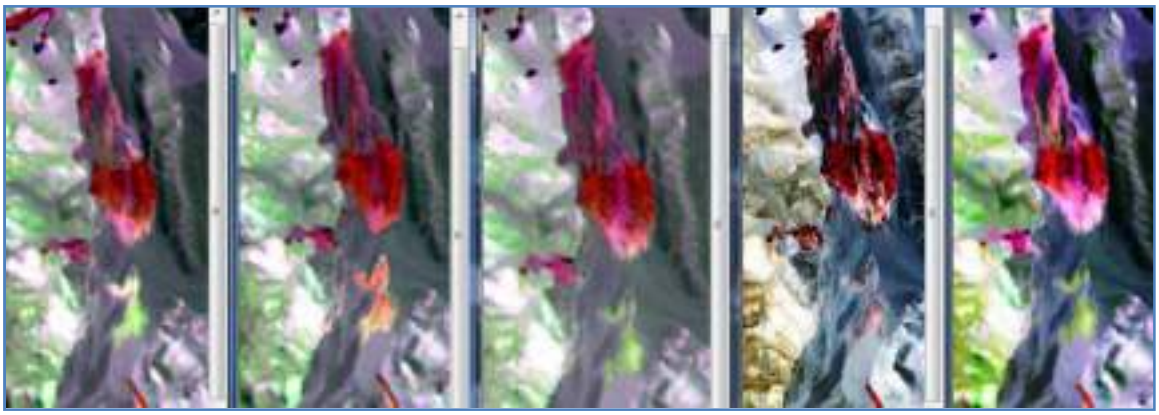
1986 **1995** **1996** **1997** **1998**



1999 **2000** **2001** **2002** **2003**

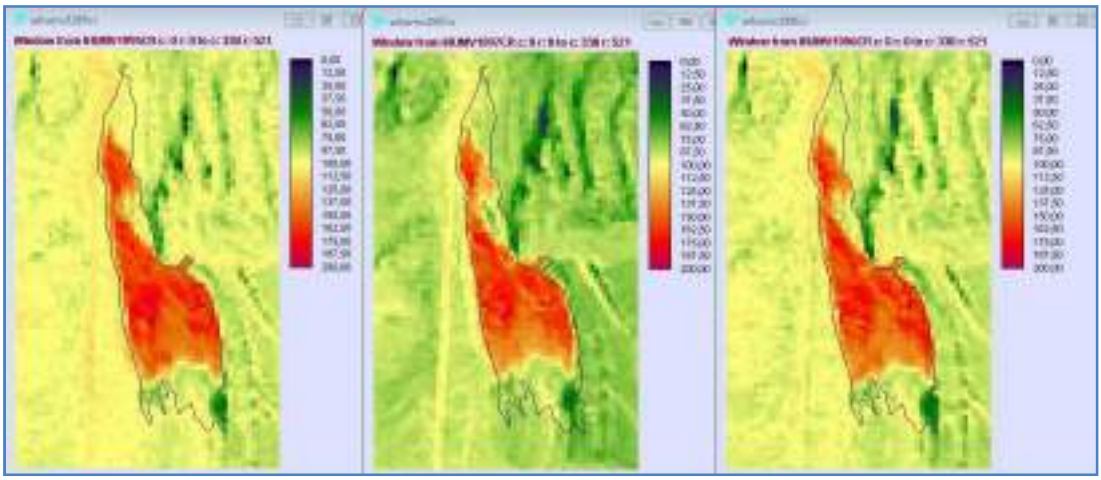


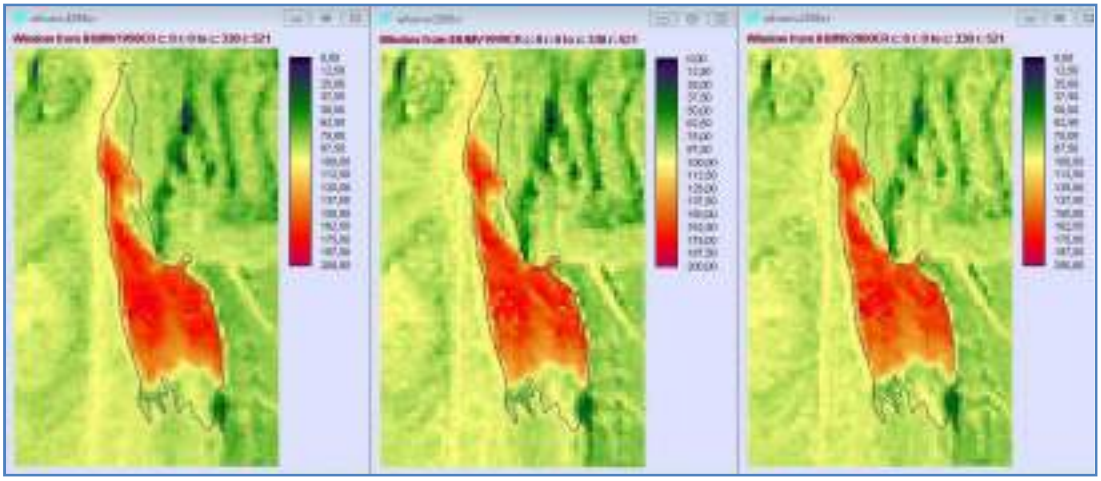
2004 **2005** **2006** **2007** **2008**

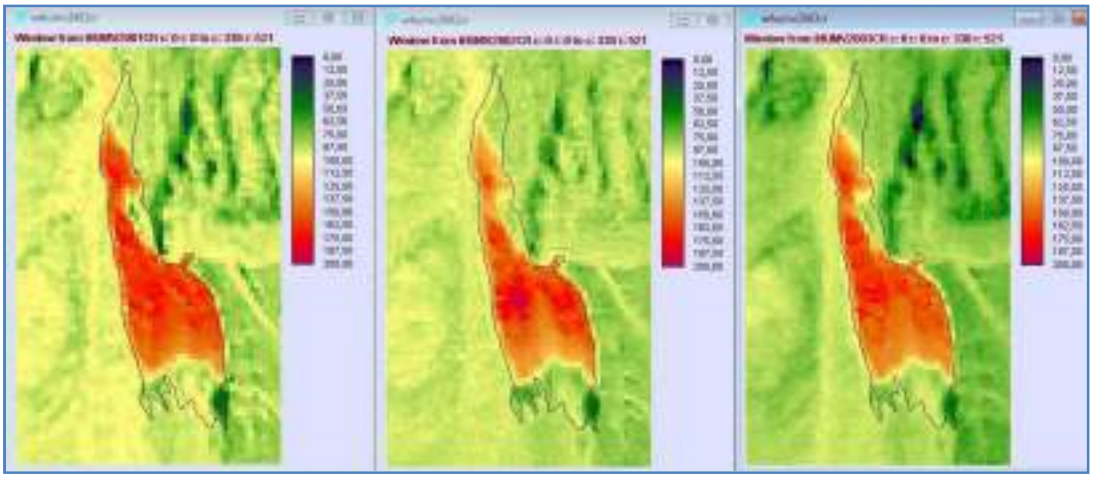


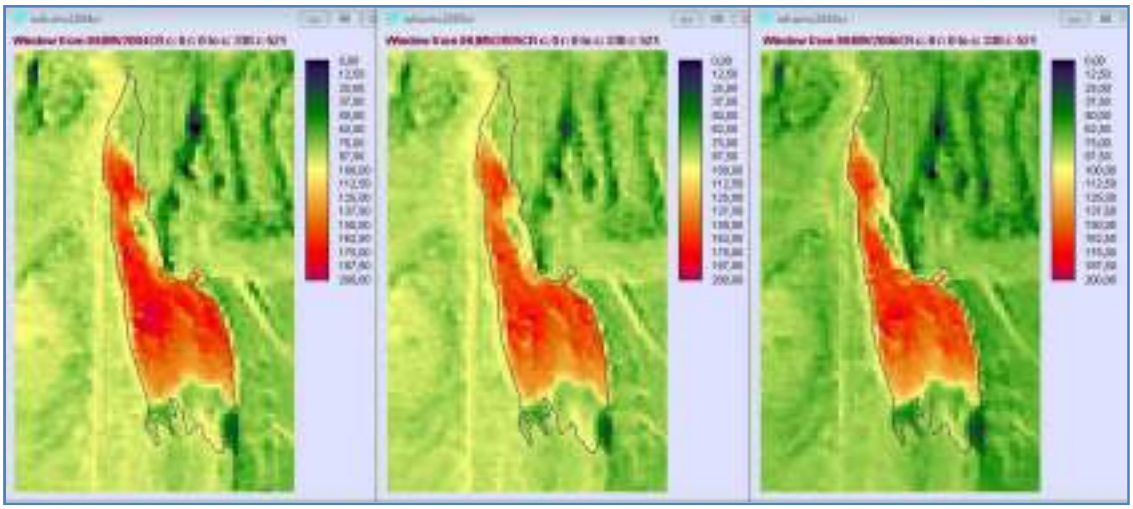
2009 2010 2011 2012 2013

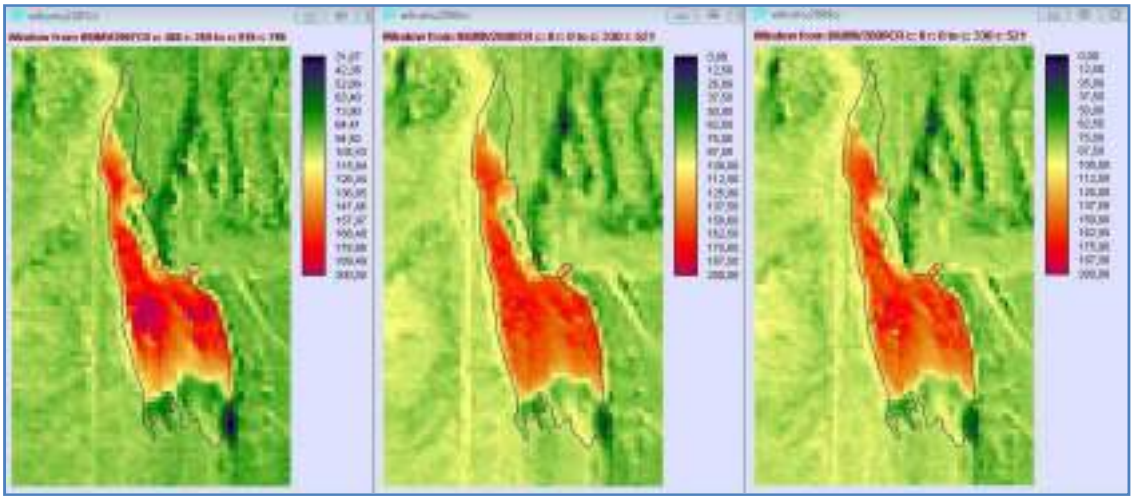
Índice de humedad vegetacional Ciénaga Redonda 1995 a 2011.

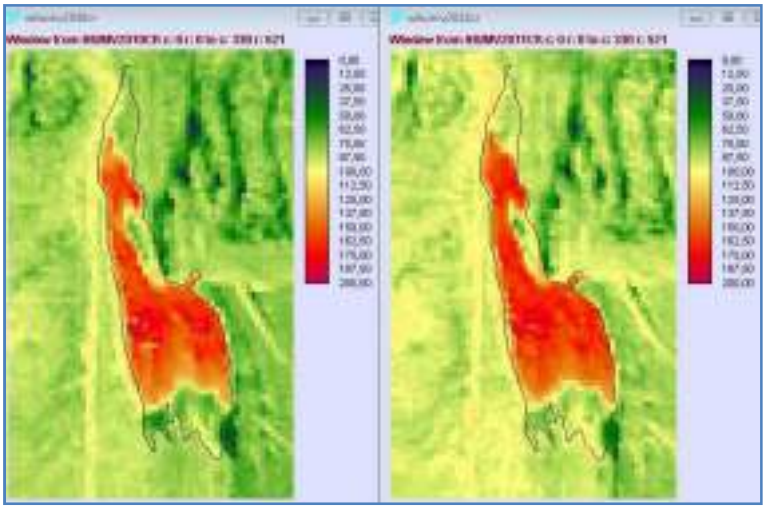




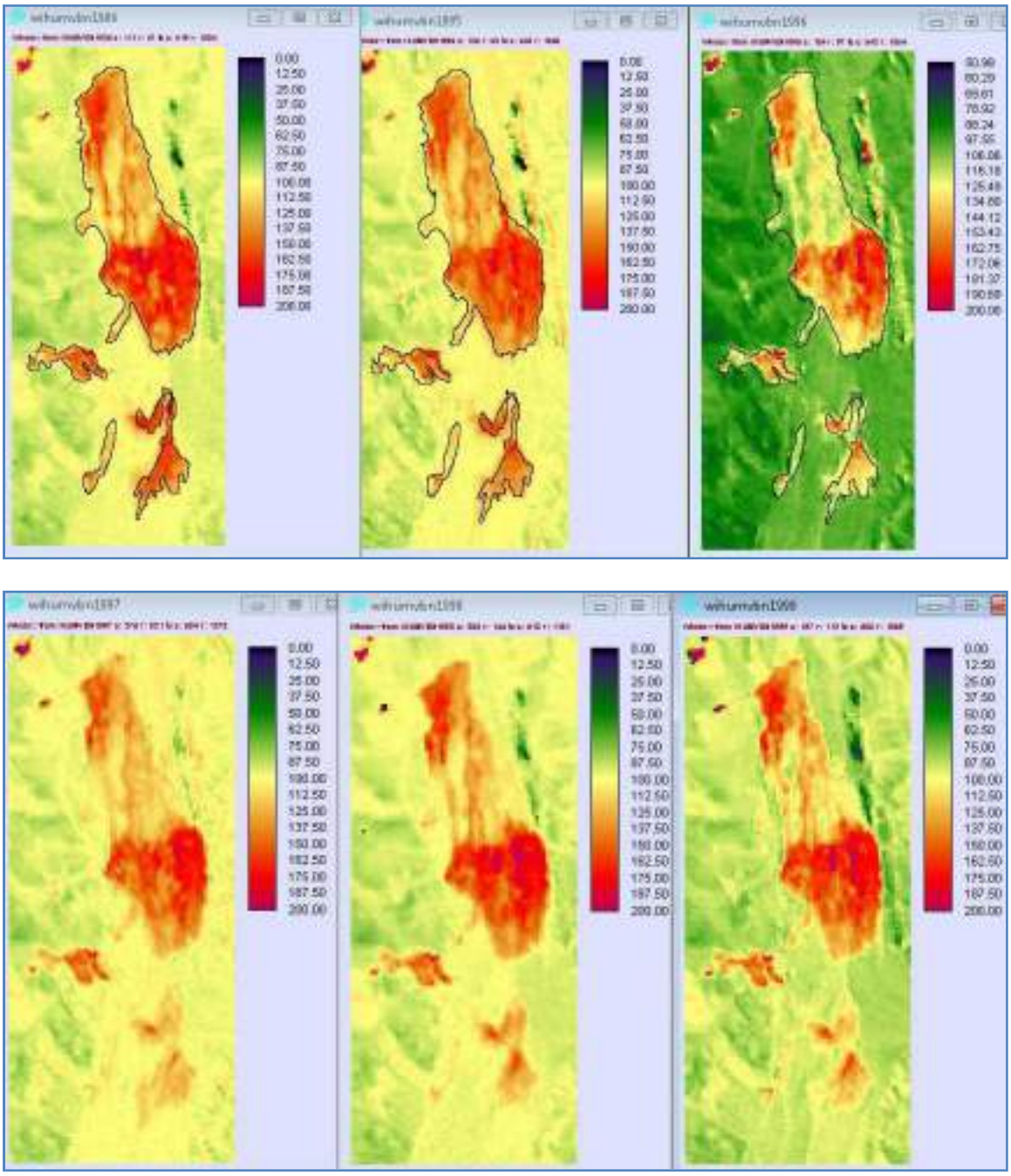


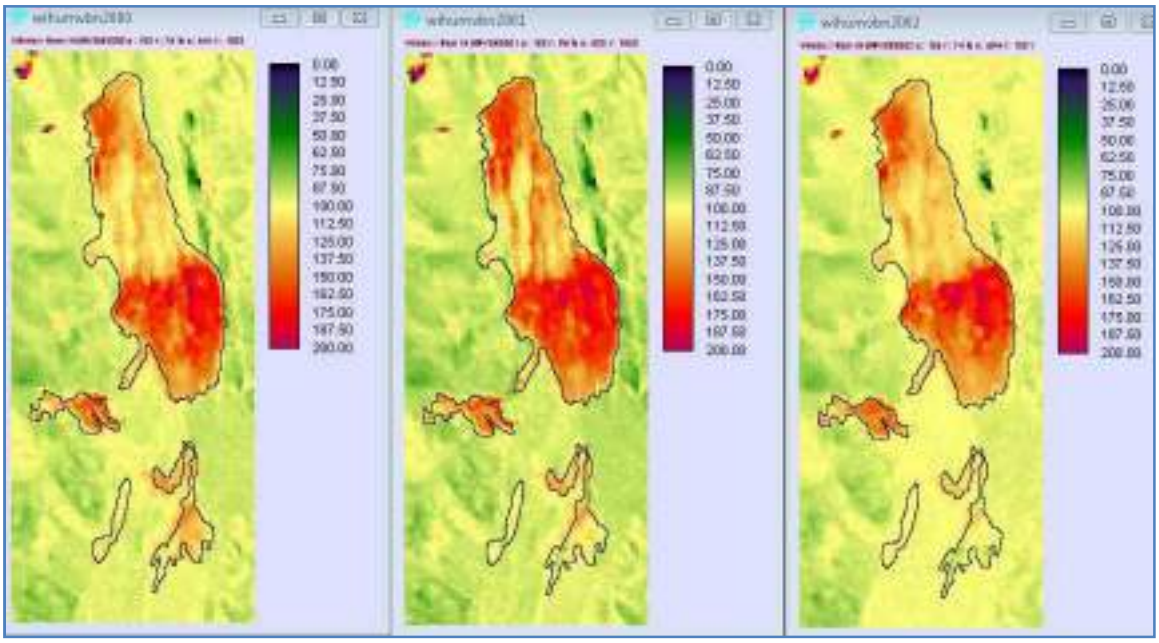


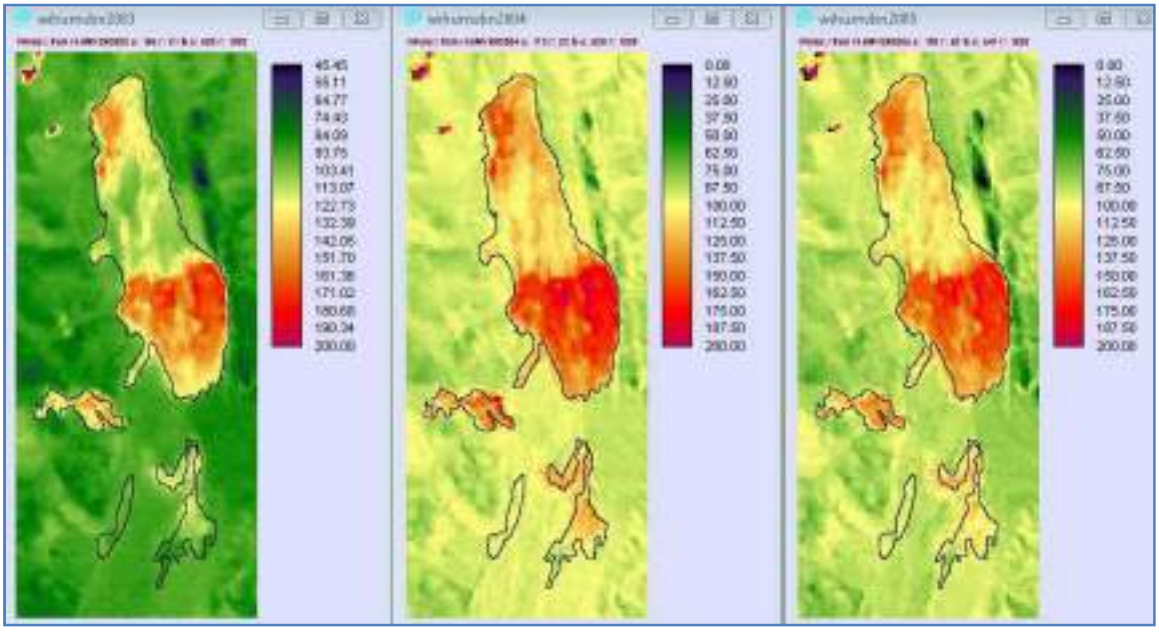


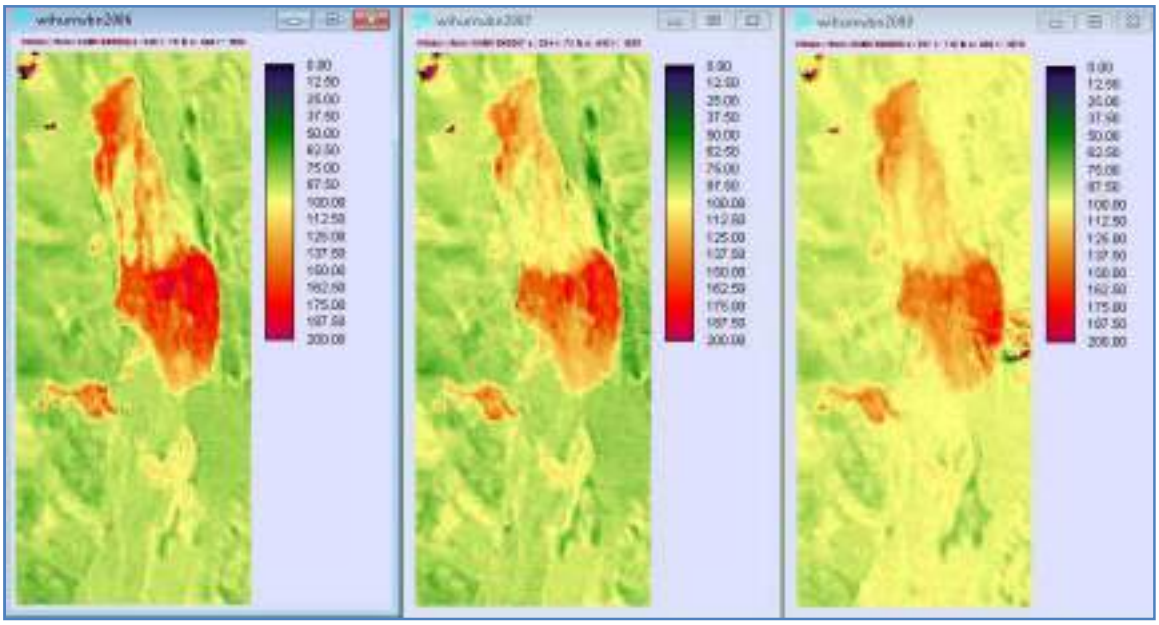


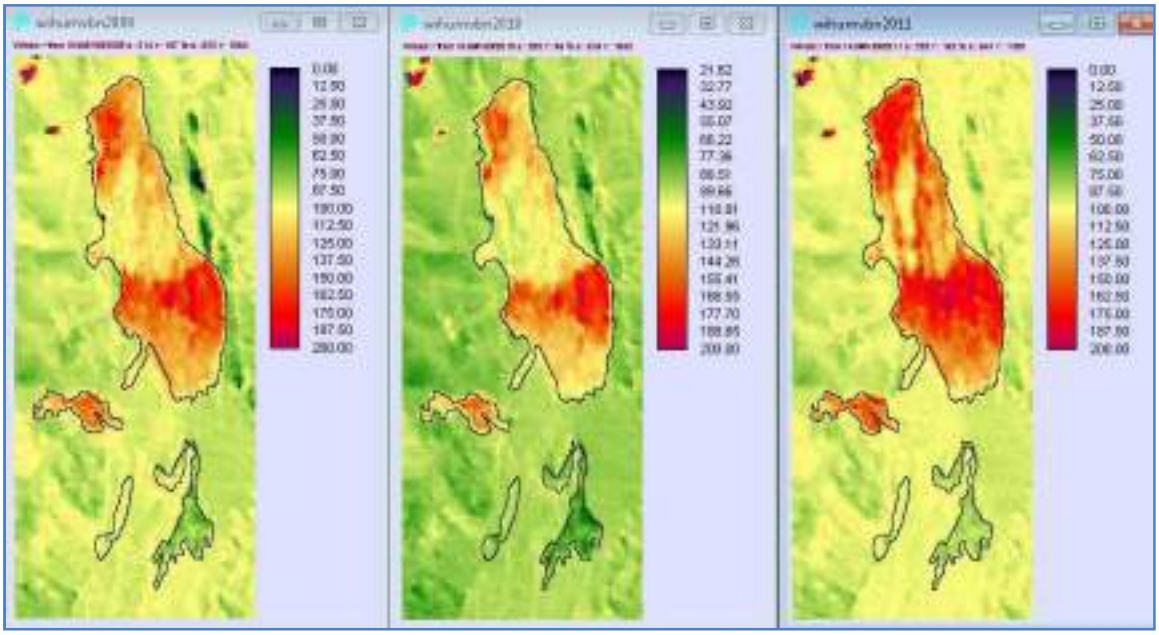
Índice de humedad vegetacional Barros Negros 1986 a 2011.



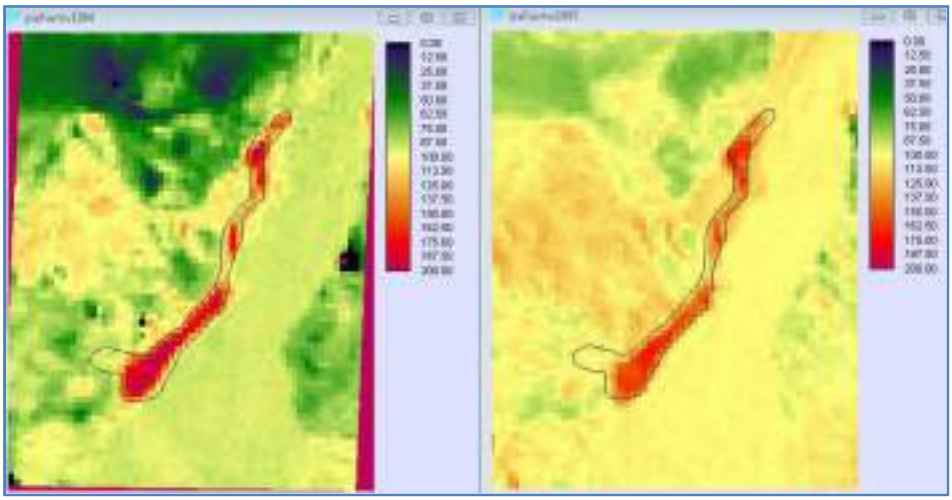


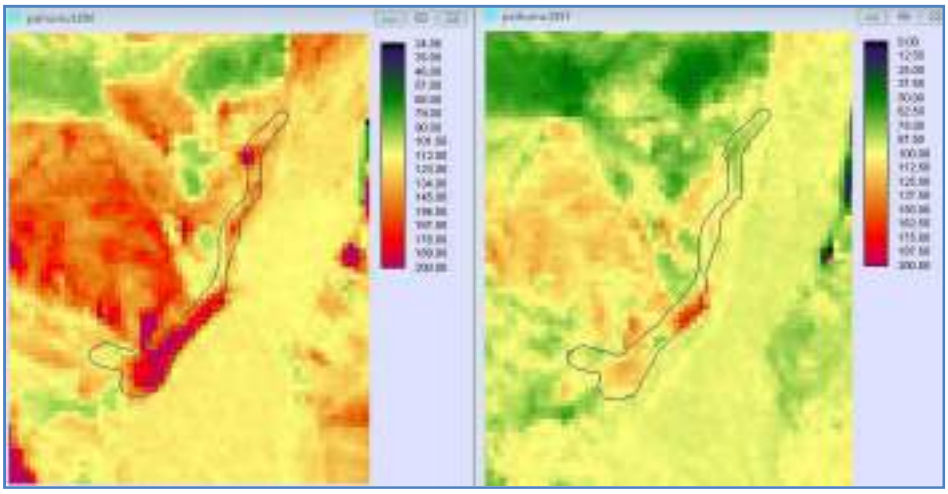


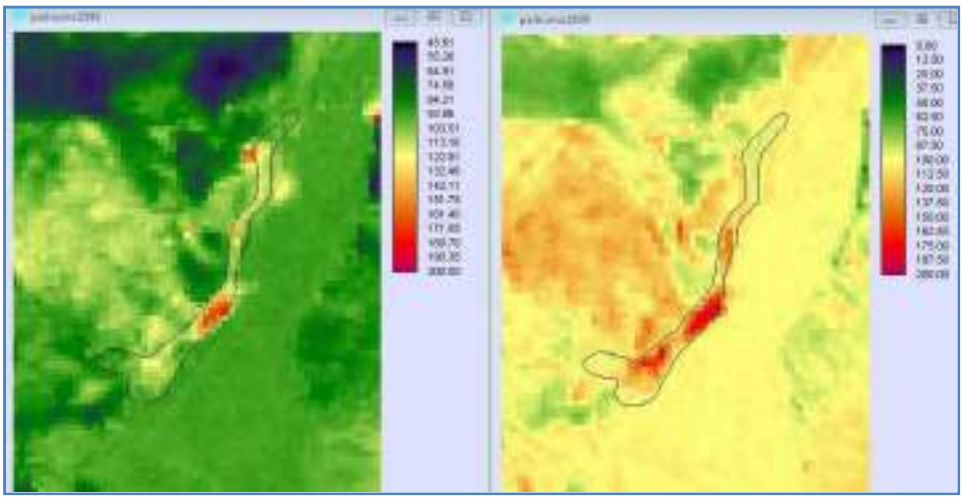


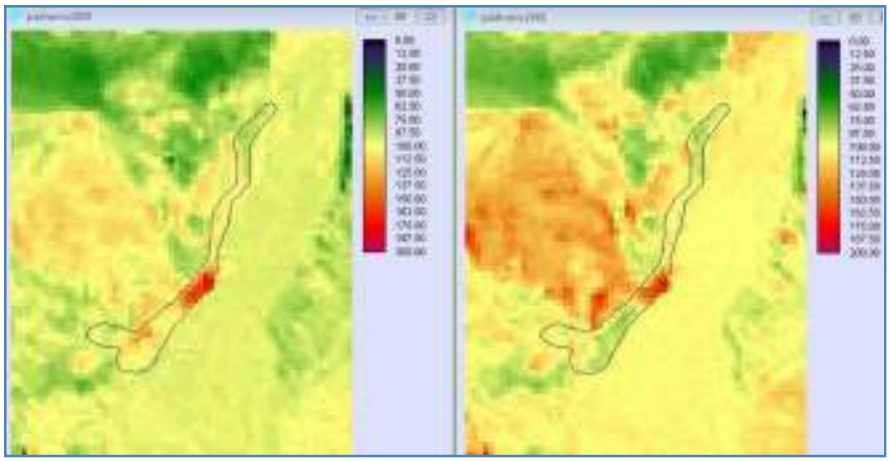


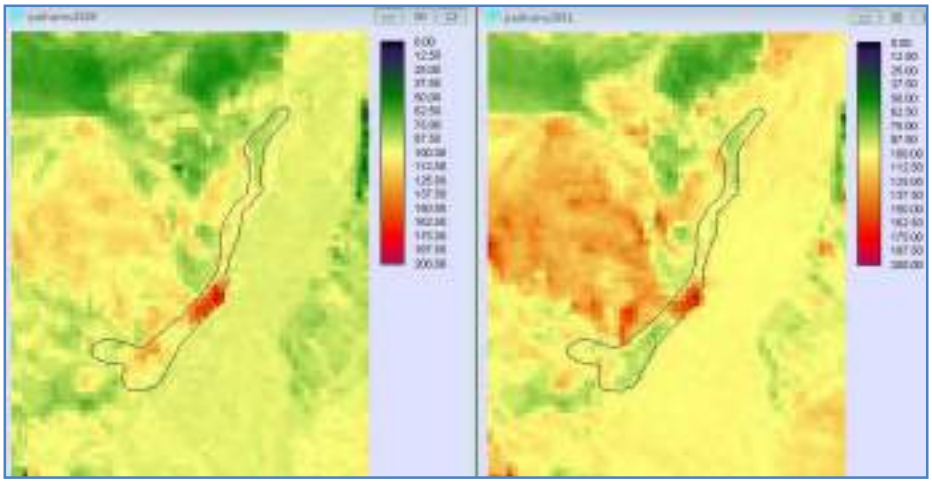
Índice de humedad vegetacional Pantanillo 1986 a 2011.

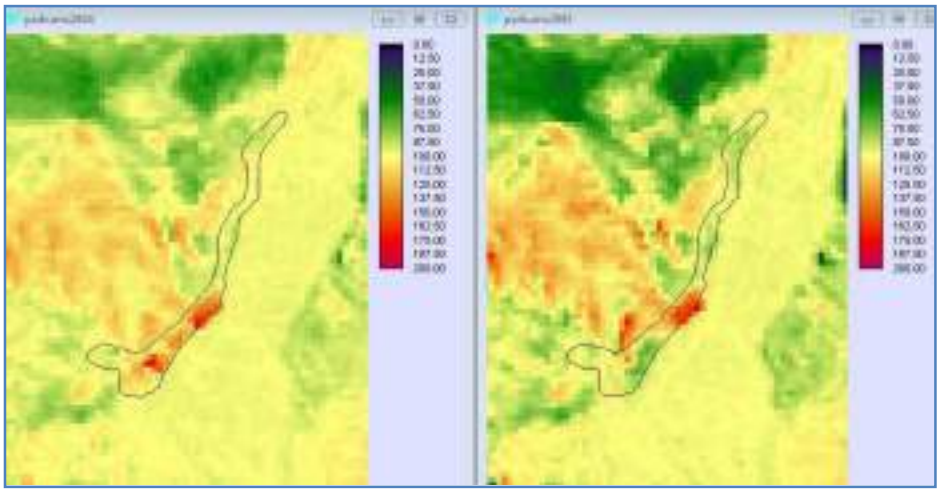


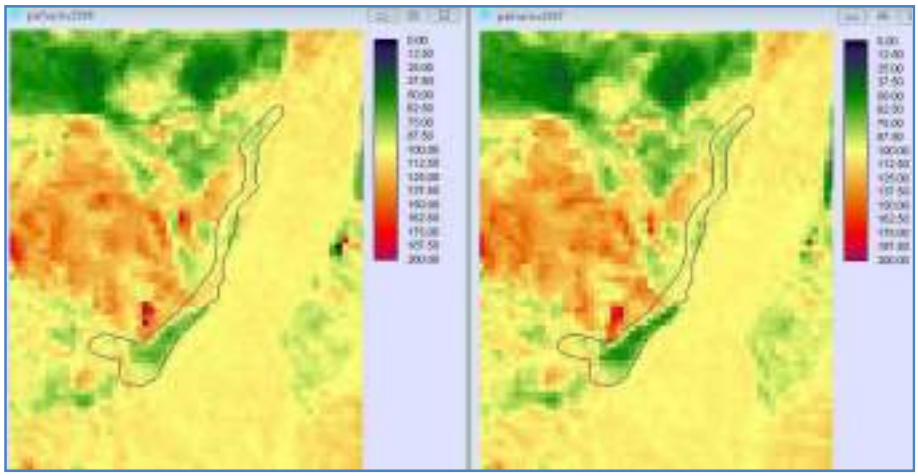


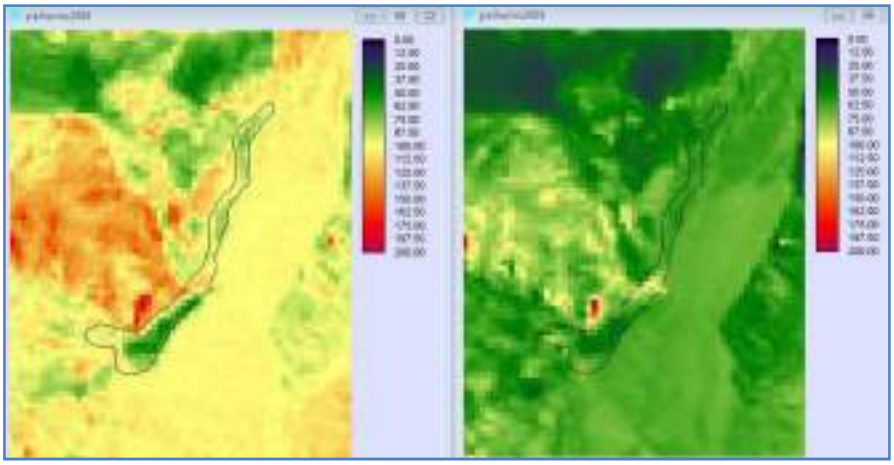


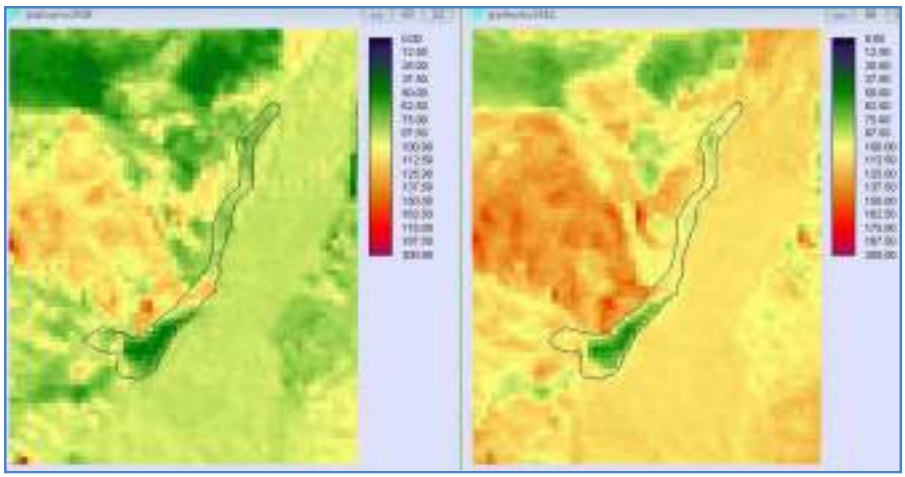












MONITOREO DE FLORA Y FAUNA
QUEBRADA EL JARDÍN - SALVADOR, III REGIÓN

PROYECTO
PLANTA DE ÁCIDO SULFÚRICO FUNDICIÓN POTRERILLOS

INFORME REVISION -P



INFORME INVIERNO 2012

CONTENIDO

MONITOREO DE FLORA Y FAUNA **2**
QUEBRADA EL JARDÍN - EL SALVADOR, III REGIÓN **2**
PROYECTO **2**
PLANTA DE ÁCIDO SULFÚRICO FUNDICIÓN POTRERILLOS **2**
INFORME INVIERNO 2012 ..... **2**
1. INTRODUCCIÓN **1**
2. ANTECEDENTES GENERALES **2**
2.1 Flora **2**
2.1.1 Matorral Ripario de Quebradas y Oasis 2
2.1.2 Desierto Estepario de El Salvador 3
2.2 Fauna **5**
3. OBJETIVOS **7**
3.1 Objetivo general **7**
3.2 Objetivos específicos **7**
3.2.1 Flora y vegetación 7
3.2.2 Fauna de vertebrados terrestres 7
4. METODOLOGÍA **8**
4.1 Flora y vegetación **8**
4.1.1 Forma de vida, origen fenológico y estado de conservación 9
a) Forma de vida *9*
b) Origen *10*
c) Estado de conservación *10*
d) La diversidad florística *11*
4.2 Fauna terrestre **13**
4.2.1 Mamíferos 14
a) Micromamíferos (Roedores, Marsupiales) *15*
b) Macromamíferos *15*
4.2.2 Aves 15
4.2.3 Herpetozoos 16
4.2.4 Categoría de conservación de Especies 17
4.2.5 Índices de Biodiversidad 17
5. RESULTADOS **19**
5.1 Flora y vegetación **19**

5.1.1 Flora 19

a) Riqueza florística exclusiva. *19*
b) Abundancia vegetacional *23*
c) Diversidad *30*
d) Flora con problemas de conservación *31*
e) Fenología de las especies *31*

5.1.2 Vegetación 32

a) Caracterización vegetacional del sector aguas abajo (A) *33*
b) Caracterización vegetacional del sector aguas arriba (B) *37*

5.2 Fauna terrestre 42

5.2.1 Mamíferos 46

5.2.2 Aves 52

5.2.3 Herpetozoos 61

5.2.4 Índices de Biodiversidad de Shannon-Wiener y Equidad 66

6. CONCLUSIONES 68

6.1 Flora y vegetación 68
6.2 Fauna 69

7. BIBLIOGRAFÍA 71

Anexo I Fotografías Flora y Fauna
Anexo II Listados Flora y Vegetación
Anexo III Listados Fauna Terrestre
Anexo IV Análisis Estadísticos Flora y Fauna
Anexo V Planos

1. INTRODUCCIÓN

Codelco Chile División Salvador ingresó al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental su proyecto de Planta de Ácido Sulfúrico Fundición Potrerillos, este proyecto fue aprobado según la Resolución Exenta N°25 del 09/04/1998. En esta resolución se acordó efectuar un Programa de Seguimiento y Monitoreo de Flora y Fauna de las especies presentes en la quebrada El Jardín, para evaluar el impacto que los residuos industriales líquidos pudiesen generar, considerando las cuatro estaciones del año.

El presente informe entrega los resultados de la campaña de monitoreo estacional de Invierno 2012, para los componentes ambientales requeridos realizada entre los días 12 y 14 de septiembre. Además, se entrega un análisis que integra las campañas realizadas por Codelco Chile División Salvador, desde la primavera del año 1998 hasta la fecha.

Estos registros permiten estimar fluctuaciones poblacionales inter e intra anuales, además de comparar el comportamiento de los componentes estudiados respecto a la situación de Línea Base (otoño de 1997). La metodología empleada para este seguimiento, ha consistido en muestreos de los componentes de Flora y Vegetación, registrando los ambientes asociados aguas arriba de la descarga de RILes y aguas abajo de ésta, por medio de cinco transectos lineales anteriores y posteriores a la descarga. Para el caso del componente Fauna, los registros se han obtenido de 10 estaciones (cinco aguas abajo y cinco aguas arriba de la descarga) de avistamiento de aves, micromamíferos, macromamíferos y herpetozoos.

Dado que el presente monitoreo considera un seguimiento de larga duración, es posible evidenciar tendencias de comportamiento de los diferentes componentes ambientales (Sutherland, 2002), determinar si existen cambios asociados a fenómenos naturales sobre dichos componentes, por causas externas al proyecto o por respuestas y condicionantes dadas por la influencia del proyecto.

2. ANTECEDENTES GENERALES

2.1 Flora

La quebrada El Jardín se encuentra ubicada sobre los 2.500 m.s.n.m. en las cercanías del Recinto Industrial Potrerillos con las siguientes coordenadas geográficas: 447.321 E 7.080.276 N (Datum WGS 84; Huso 19S). La zona corresponde a la Región del Desierto, Sub Región del Desierto Absoluto y Andino, ubicado en las laderas occidentales de la Cordillera de Los Andes y representa el piso vegetacional superior, presentando mayores posibilidades de desarrollo vegetal gracias a la acción marginal de las precipitaciones que ocurren en la alta cordillera andina. Se señala para esta zona la presencia de las formaciones vegetales Matorral Ripario de las Quebradas y Oasis y Desierto Estepario de El Salvador, las que se encuentran en la cadena montañosa extendida al Sur y al Oeste de la Cordillera de Domeyko. Estas formaciones estarían representadas en el área de estudio por la asociación vegetal que crece asociada a los salares y vegas salinas. Otras asociaciones posibles de encontrar corresponden a especies generalmente cercanas a las aguadas en altura, pertenecientes principalmente a la formación del desierto montañoso de la cordillera de Domeyko.

La descripción de las formaciones y las comunidades presentes según Gajardo (1994) en el área de estudio se presentan a continuación.

2.1.1 Matorral Ripario de Quebradas y Oasis

Formación vegetal de origen antrópico, se le encuentra en los grandes valles y quebradas y en los lugares más favorables que dan asiento a cultivos intensivos y plantaciones. Presenta una gran cantidad de especies de plantas introducidas con comportamiento de malezas, que son de origen tropical y mediterráneo. En este ambiente no existe información para establecer la vegetación original, debido al fuerte grado de alteración causado por cultivos y la presencia humana.

2.1.2 Desierto Estepario de El Salvador

Corresponde a la cadena montañosa que se extiende hacia el sur y al oeste de la Cordillera de Domeyko. Existe escasa información sobre las características de su vegetación, pero algunas indicaciones demuestran que existirían comunidades con algún grado de desarrollo estético asociados a los sectores de mayor altitud.

2.1.2.a.1 Tessaria absinthioides – Distichlis spicata (Brea – Grama salada)

Las especies representativas para esta comunidad corresponden a *Tessaria absinthioides* (brea) y *Distichlis spicata* (grama salada).

Las especies comunes corresponden a: *Atriplex atacamensis* (cachiyuyo), *Baccharis juncea* (suncho), *Baccharis petiolata* (chilca). Las especies ocasionales están representadas por *Flaveria bidentis* (dasdaqui), *Pluchea chingoyo* (chingoyo) y *Lycopersicon chilense* (tomatillo).

2.1.2.a.2 Atriplex atacamensis – Tessaria absinthioides (cachiyuyo – brea)

Comunidad que se encuentra ligada a la presencia de agua en forma permanente, la presencia de brea indica un carácter ruderal de la comunidad asociado a las actividades antrópicas. Las especies representativas corresponden a *Atriplex atacamensis* (cachiyuyo) y *Tessaria absinthioides* (brea). Las especies acompañantes corresponden a *Baccharis juncea* (suncho) y *Distichlis spicata* (grama salada).

El área de estudio según la clasificación bioclimática y vegetacional de Luebert & Pliscoff (2006) corresponde al Matorral Desértico Tropical Interior de *Atriplex atacamensis* y *Tessaria absinthioides*, el cual corresponde a un matorral alto freatófilo dominado por los arbustos *Atriplex atacamensis*, *Tessaria absinthioides* y la graminea *Distichlis spicata*. Su presencia asociada a los salares está determinada por la existencia de una napa freática que proporciona la humedad suficiente para compensar el déficit hídrico de la escasez de las precipitaciones.

Según el Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Benoit, 1989), existen 16 especies con problemas de conservación en la Región de Atacama, 8 especies en categoría de Vulnerable, 3 especies catalogadas como Raras y 2 especies Insuficientemente Conocidas. Por otro lado, el Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación de la Región de Atacama (Squeo et al., 2008) señala que la flora vascular de la Región de Atacama comprende 1099 especies, de las cuales 980 son nativas y 119 adventicias. Del total de especies nativas el 56,2% fue clasificada en alguna categoría de conservación: en Peligro (EP, 26 especies), Vulnerable (VU, 68 especies) o Fuera de Peligro (FP, 457 especies), mientras que el 41,9% se encuentra clasificado en la categoría Insuficientemente Conocida (IC, 411 especies) y un 1,8% no fue evaluada. En el Libro Rojo de la Región de Atacama se cambia el estado de conservación de algunas especies respecto a lo señalado por Benoit. El detalle de las especies en categoría de conservación señaladas por ambos autores se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 1: Especies en categoría de conservación de la Región de Atacama según Benoit (1989) y su nueva clasificación según Squeo (2008).

Especie	Nombre común	Tipo biológico	Estado de conservación (Benoit 1989)	Estado de conservación (Squeo et. al 2008)
Aesteriscium vidalii	Anisillo	Arbusto	Rara	Fuera de peligro
Azorella compacta	Llareta	Arbusto	Vulnerable	-
Balsamocarpon brevifolium	Algarrobilla	Arbusto	Vulnerable	Vulnerable
Bulnesia chilensis	Retamo	Arbusto	Rara	Fuera de peligro
Cordia decandra	Carbonillo	Arbusto	Vulnerable	Fuera de peligro
Deuterocohnia chrysanta	Chagual del jote	Suculenta	Vulnerable	En peligro
Heliotropium glutinosum	Palo negro	Arbusto	Insuficientemente conocida	Vulnerable
Krameria cistoidea	Pacul	Arbusto	Vulnerable	Fuera de peligro
Laretia acaulis	Llaretilla	Arbusto	Vulnerable	Insuficientemente conocida (potencialmente Fuera de peligro)
Monttea chilensis	Uvilla	Arbusto	Vulnerable	-
Pintoa chilensis	Pintoa	Arbusto	Rara	En peligro
Prosopis alba	Algarrobo blanco	Árbol	Vulnerable	Insuficientemente conocida (potencialmente Extinta)
Prosopis chilensis	Algarrobo	Árbol	Vulnerable	En peligro

Especie	Nombre común	Tipo biológico	Estado de conservación (Benoit 1989)	Estado de conservación (Squeo et. al 2008)
Prosopis flexuosa	Algarrobo	Árbol	Vulnerable	En peligro
Prosopis strombulifera	Retortón	Arbusto	Vulnerable	Fuera de peligro
Schinus pearcei	-	Arbusto	Rara	Insuficientemente conocida (potencialmente Extinta)

Fuente: Benoit (1989), Squeo *et al*. (2008)

2.2 Fauna

La fauna de vertebrados de la Región de Atacama presenta valores de endemismo relativamente altos, principalmente en reptiles donde 16 de las 17 especies registradas para esta región administrativa están descritas como endémicas de Chile (Simonetti, 2002). A la vez, el número de especies con problemas de conservación en esta región no es bajo, siendo los mamíferos los que presentan el mayor porcentaje de especies (75%) con problemas de conservación (Simonetti, 2002).

El inventario de la herpetofauna de Chile ha sido fluctuante debido a la inestabilidad taxonómica de sus especies, especialmente en el grupo de los reptiles (Donoso-Barros 1966, Veloso y Navarro 1988, Nuñez y Jaksic 1992, Pincheira-Donoso y Nuñez 2005). En este contexto, la distribución geográfica de muchas especies ha sido poco esclarecida, debido entre otros factores, a que existen especies que sólo se conocen en sus localidades tipo (Formas 1995) y a una falta de muestreo en algunas zonas (Méndez et al. 2005), lo que podría afectar el conocimiento que se tiene acerca del rango total de distribución de muchas especies. Sin embargo, las colecciones herpetológicas en el país (Nuñez y Jacsic 1992) y las publicaciones obtenidas a partir de ellas, han permitido incrementar el conocimiento acerca de los rangos de distribución de muchas especies (Sepúlveda et al. 2006, Correa et al. 2007).

Para el caso de los anfibios, el área norte muestra una alta aridez y escasa vegetación, encontrándose sólo vegetación permanente en las cercanías de los ríos. En esta región destacaría la presencia de especies del género Bufo, Pleurodema y Telmatobius. Es interesante destacar que en términos de especies de anfibios,

existe aquí un mayor número de especies exclusivas, fundamentalmente del género Telmatobius, descritas para sectores de altura (Donoso-Barros 1966; Vidal y Labra 2008).

Para el caso de los reptiles, el área norte se caracteriza por la presencia de especies de los géneros Callopistes, Homonota, Liolaemus, Microlophus, Phyllodactylus, Philodryas y Tachymenis. De las 60 especies registradas en esta área, 87% de éstas son exclusivas de esta zona y sólo ocho especies (13%), son compartidas con el área central (Vidal y Labra 2008).

El área de monitoreo, Quebrada el Jardín, se encuentra inmersa en la formación ecológica Desierto Estepario del Salvador (Gajardo 1994). Actualmente clasificado como Matorral desértico tropical interior de *Huidobra chilensis y Nolana leptophylla* (Luebert y Pliscoff, 2006). La fauna potencial asociada a esta formación ecológica estaría compuesta, según la distribución longitudinal y altitudinal de las especies, por tres anfibios (Veloso & Navarro 1988), seis reptiles (Veloso & Navarro 1988, Mella 2005, Pincheira-Donoso & Nuñez 2005), 80 aves (Araya & Millie 1996, Jaramillo 2003) y 16 mamíferos (Mann 1978, Muñoz – Pedreros & Yañez 2000, Iriarte 2008), representando en su conjunto el 41% de las especies presentes en la región.

El endemismo en esta formación ecológica estaría representado por un anfibio (Formas, 1995), cinco reptiles, dos aves y dos mamíferos (Contreras & Yáñez, 1995), mientras que las especies con problemas de conservación serían tres anfibios, cinco reptiles, cuatro aves y siete mamíferos (Glade 1993; SAG 1998; CONAMA 2007). Estas especies, en particular, tendrían un valor ambiental relativamente mayor que el resto de los vertebrados, ya que el endemismo y el grado de amenaza son considerados criterios principales para priorizar la conservación de la biodiversidad (Myers et al., 2000).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Desarrollar un seguimiento ambiental de los componentes flora y vegetación y fauna terrestre en el área de influencia del proyecto, el cual da cumplimiento al compromiso ambiental establecido en la Resolución Exenta N°25 del 09/04/1998.

3.2 Objetivos específicos

3.2.1 Flora y vegetación

- Determinar la riqueza florística del lugar (listado de especies presentes).
- Estimar las coberturas de las especies encontradas en los diferentes sectores señalados (abundancia).
- Identificar el estado de conservación de las especies encontradas.
- Identificar el estado fenológico de las especies.
- Realizar una comparación con resultados de línea base y levantamientos realizados como parte del monitoreo desarrollado.

3.2.2 Fauna de vertebrados terrestres

- Determinar los potenciales impactos (positivos o negativos) que se manifiesten en el ecosistema de la quebrada El Jardín, a través de los cambios que se producen en la comunidad de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) que ahí habitan, mediante el análisis de variables poblacionales tales como la riqueza y la abundancia.
- Realizar una comparación con resultados de línea base y levantamientos realizados como parte del monitoreo desarrollado, que permitan diagnosticar cambios que estén afectando la calidad de los hábitats de la quebrada El Jardín.
- Identificar cuáles son las características de los hábitats que están modelando la comunidad de vertebrados a través de campañas estacionales.

- Identificar la distribución y estado de las poblaciones de especies de interés para la conservación.
- Identificar el estado de conservación de las especies registradas.

4. METODOLOGÍA

El seguimiento del área de estudio se ha llevado a cabo mediante el registro estacional de los componentes flora, vegetación y fauna terrestre en relación a dos situaciones ambientales claramente diferenciables respecto del punto de confluencia de la descarga del RIL, proveniente de Potrerillos, con el eje hidráulico de la quebrada El Jardín. Este punto conforma los siguientes ambientes de monitoreo:

- Sector A: Aguas abajo del punto de confluencia.
- Sector B: Aguas arriba del punto de confluencia.

Como metodología general, se han mantenido las estaciones definidas en monitoreos anteriores de modo de asegurar una adecuada continuidad de los registros. En forma particular para cada componente se presenta a continuación una metodología específica.

4.1 Flora y vegetación

El registro del presente componente se desarrolló durante los días 12 al 14 de septiembre de 2012. El estrato herbáceo y arbustivo se determinó mediante análisis lineal, el cual corresponde a la identificación de las especies a lo largo de un transecto de longitud establecida en 20 m. En cada transecto se determinaron las intersecciones verticales y horizontales cada 10 cm, de modo de registrar variaciones de las condiciones de homogeneidad de la vegetación. Las intersecciones verticales indican las especies presentes en cada punto, las intersecciones horizontales (número de contacto) generan la cobertura para cada especie en cada punto de medición. El registro se desarrolla en ambas áreas de seguimiento: Sectores A y B en las siguientes estaciones:

Tabla 2: Estaciones de muestreo componente flora y vegetación.

Transecto	Coordenadas		Altura (m.s.n.m.)	Pendiente (%)	Longitud de Transecto (m)
	Este	Norte			
Sector A: aguas abajo de confluencia					
E1	445.630	7.079.986	2.037	Plano	20
E2	445.699	7.080.028	2.043	Plano	20
E3	446.476	7.080.312	2.062	Plano	20
E4	446.757	7.080.329	2.068	Plano	20
E5	447.077	7.080.331	2.077	Plano	20
Sector B: aguas arriba de confluencia					
E1	451.694	7.080.952	2.184	Plano	20
E2	451.903	7.080.929	2.185	Plano	20
E3	451.920	7.080.942	2.190	Plano	20
E4	452.181	7.080.883	2.201	Plano	20
E5	452.409	7.080.880	2.195	Plano	20

Fuente: Elaboración propia, DATUM: WGS 84 Huso 19S (ver plano, Anexo V).

En cada estación se identificó el estado fenológico de las especies el cual se estableció en: latencia, crecimiento, floración, fructificación y semillación según sea el caso.

4.1.1 Forma de vida, origen fenológico y estado de conservación

a) Forma de vida

Categoría dentro de la cual se incluyen los vegetales de cualquier posición sistemática, que concuerdan fundamentalmente en su estructura morfológico-biológica y de un modo especial en los caracteres relacionados con la adaptación al ambiente ecológico.

Arbóreo (Ab): Son plantas de tronco leñoso, normalmente ramificado a cierta altura del suelo, y capaces de sobrepasar 4 a 6 metros de altura.

Arbustiva(A): Se consideran arbustivas todas las plantas leñosas que en estado de adultez no superan los 4m de altura.

Herbácea (H): Son plantas que no forman tallo leñoso por lo que en general no alcanzan grandes alturas.

Herbácea acuática (HA): corresponden a aquellas plantas herbáceas que sus estructuras se desarrollan parte o completamente en el medio acuático.

b) Origen

Según procedencia lugar o área geográfica donde crece naturalmente una planta se clasifican en:

Endémicas (E): Son todas aquellas especies propias o exclusivas de un área o país determinado.

Nativas (N): Se refiere a aquellas especies que viven naturalmente en un área, la que puede incluir a más de un país, por ello no son exclusivas, sino indígenas.

Introducidas o Exóticas (Ex): Se denomina a aquellas especies que fueron transportados a un nuevo hábitat por los seres humanos o por cualquier circunstancia fortuita.

c) Estado de conservación

Categorías de cuantificación directa e indirecta del nivel de riesgo de extinción de una especie. Estas categorías corresponden a:

Extinta (EX): Una especie se considerará Extinta cuando, efectuada su búsqueda exhaustiva, mediante métodos y en lugares y tiempos adecuados, no exista duda razonable de que ningún individuo de la misma existe en la región.

En Peligro (EP): Una especie está en Peligro cuando enfrenta un muy alto riesgo de extinción en el estado silvestre en un futuro inmediato o cercano. Determinado a través de un análisis cuantitativo (p.e., un análisis de viabilidad poblacional, AVP), En Peligro de extinción se considera a una especie que presenta una probabilidad de extinción en el estado silvestre de por lo menos un 20% dentro de los siguientes

20 años o 5 generaciones, en organismos de gran tamaño o longevidad mayor a 3 años, o durante los siguientes 10 años o 10 generaciones en organismos de menor tamaño o longevidad menor a 3 años, seleccionando la estimación que entregue la mayor probabilidad de extinción.

Vulnerable (VU): Una especie se considerará Vulnerable cuando, aún sin poder ser clasificada en la categoría En Peligro, manifieste un retroceso numérico que puede conducirla al peligro de extinción en el estado silvestre en el mediano plazo. Una especie se considera Vulnerable cuando tiene una probabilidad de extinción en el estado silvestre de por lo menos un 10% dentro de los siguientes 100 años o 5 generaciones, en organismos de longevidad mayor a 3 años, o durante los siguientes 100 años o 10 generaciones en organismos de longevidad menor a 3 años, seleccionando la estimación que entregue la mayor probabilidad de extinción.

Fuera de Peligro (FP): Una especie se considerará como Fuera de Peligro cuando exista evidencia de que no experimentará riesgo de extinción en un futuro cercano. Se considerará que una especie se encuentra Fuera de Peligro si la especie tiene una probabilidad de extinción en el estado silvestre menor a un 10% dentro de los siguientes 100 años o 5 generaciones, en organismos de longevidad mayor a 3 años, o durante los siguientes 100 años o 10 generaciones en organismos de longevidad menor a 3 años, seleccionando la estimación que entregue la mayor probabilidad de extinción.

Insuficientemente Conocida (IC): Una especie se clasificará como Insuficientemente Conocida si no existe información suficiente que permita categorizarla como Extinta, En Peligro, Vulnerable, o Fuera de Peligro y un panel de expertos concluye que el taxón en cuestión no es conocido adecuadamente como para asignarle una categoría en base a los criterios antes mencionados

No Evaluada (NE): Una especie se categorizará como No Evaluada cuando no ha sido sometida al proceso de evaluación.

d) La diversidad florística

La diversidad florística se estimó a partir de los parámetros de riqueza (número de especies presentes en las estaciones) y equidad, que relaciona el número de especies y su abundancia relativa (porcentaje de cobertura) a través del índice de Shannon-Wiener. Las especies se reconocieron en terreno y en caso de no poder identificar la especie en terreno, se realizó una posterior identificación en gabinete mediante literatura especializada.

Una comunidad vegetal es compleja cuando tiene un número elevado de especies y una abundancia homogénea, a esta complejidad se le llama diversidad. Existen varios índices alternativos para medir la diversidad, entre los más utilizados podemos mencionar a Simpson, Shannon – Wiener y Pielou. Dichos índices son llamados medidas de concepto dual de diversidad debido a que son sensibles a cambios tanto de número de especies (componente "riqueza de especies"), como a la distribución de individuos de una especie presente (componente de "emparejamiento" o "equidad").

Para la determinación de diversidad vegetal, se utilizó los índices de diversidad de Shannon y Wiener de concepto dual, propuesto por Shannon (1948), citado por Zar, J.H. (1996). Estos índices miden la biodiversidad alfa (H'), la biodiversidad alfa máxima potencial (Hmax) y la equidad (J'). Los índices de Shannon-Wiener se calculan en base a proporciones de cada especie, lo que permite, en el caso de la vegetación, usar los porcentajes de cobertura de cada especie como parámetro de medición de la diversidad.

La fórmulas utilizadas son:

$$H' = -\sum_{i=1}^{n} p_i \log p_i$$

$$H_{\max} = \log n$$

$$J' = \frac{H'}{H_{\max}}$$

Dónde: n: número de especie; pi: proporción asociada a la especie *i*

El análisis de la dinámica inter-estacional de las especies presentes en el área de estudio, se realizó a través de comparaciones entre los promedios y la desviación estándar de los valores registrados durante todos los muestreos establecidos en las campañas de monitoreo, llevadas a cabo hasta la fecha.

En relación con la identificación de especies vegetales sensibles, se identificó la flora en estado de conservación según el Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Benoit, 1989) y los datos actualizados de los D.S. del MINSEGPRES (151/2007, 50/2008, 51/2008 y 23/2009), correspondientes al primer, segundo, tercer y cuarto proceso del Sistema de Clasificación de Especies Silvestres (CONAMA).

4.2 Fauna terrestre

Con el objetivo de evaluar la diversidad de especies de fauna del área del estudio, la metodología utilizada en terreno apunta a identificar la riqueza, composición y abundancia relativa de las especies. De forma complementaria, se identifica mediante bibliografía, todas las especies que estuviesen asociadas al ambiente presente.

Para inferir la distribución de la fauna, en anfibios se utilizaron las distribuciones definidas por Cei (1962), Veloso & Navarro (1988), para reptiles se utilizó Donoso – Barros (1966; 1970), Veloso & Navarro (1988), Mella (2005) y Vidal & Labra (2008). En aves se utilizó a Jaramillo (2005) y en mamíferos las descripciones de Muñoz-Pedreros & Yáñez (2009). Para todos los grupos en estudio se consultaron los textos de Marquet et al. (1998), Ramírez & Pincheira-Donoso (2005) e Iriarte (2008).

Este programa de monitoreo fue diseñado para obtener resultados mediante el análisis de la variación espacial de las poblaciones (en la cual se seleccionan puntos dentro del área de estudio e infiere sobre lo que sucede dentro de ésta) y mediante la detectabilidad, con la que se pretende obtener información de la situación más real de las poblaciones, mediante la estimación de cambios en la riqueza y la abundancia (Pollock et al. 2002).

El análisis de los resultados tiene por objetivo comparar los registros de la presente temporada con los anteriores, reconocer la existencia de patrones, proponer hipótesis explicativas de los eventuales cambios poblacionales y comunitarios en los diferentes hábitats afectados y determinar las causas de los cambios registrados, incluyendo su magnitud e importancia. La identificación de las causas, tiene por objetivo, proponer medidas para la prevención de riesgos ambientales que puedan modificar las condiciones del hábitat y de algunos rasgos de la historia de vida (Ej. reproducción, migraciones, interacciones tróficas) de la fauna terrestre del área de estudio.

Con el fin de poder comparar los resultados de la campaña de verano 2012 con las anteriores, y proyectar el monitoreo biológico en el tiempo, la información biológica fue levantada en terreno en los mismos 10 puntos o áreas definidos con anterioridad y bajo la misma división operativa de la quebrada, ambiente aguas arriba de la descarga de la fundición Potrerillos y ambiente aguas abajo de la descarga de Potrerillos. En la Tabla 3 se presenta la ubicación geográfica de las estaciones representativas de los ambientes monitoreados para este componente.

Tabla 3: Estaciones de muestreo componente fauna

Estación representativa	Coordenadas		Altura (msnm)	Clase registrada			
	Este	Norte		Aves	Reptiles	Anfibios	Mamíferos
Sector A: aguas abajo de confluencia							
F1	445090	7080053	2.015	x	x	x	x
F2	445757	7079970	2.036	x	x		
F3	446547	7080294	2.040	x	x	x	x
F4	446686	7080413	2.059	x	x		
F5	446818	7080515	2.083	x	x		x
Sector B: aguas arriba de confluencia							
F6	447489	7080281	2.075	x	x		
F7	448366	7080377	2.100	x	x	x	
F8	449478	7080432	2.149	x	x	x	x
F9	450178	7080678	2.201	x	x		x
F10	451490	7080881	2.184	x	x		x

Fuente: Elaboración propia, DATUM: WGS 84 Huso 19S

4.2.1 Mamíferos

a) Micromamíferos (Roedores, Marsupiales)

Las poblaciones de micromamíferos fueron monitoreadas, mediante la captura viva en trampas tipo Sherman, las cuales permiten liberar al animal capturado una vez identificado. Se establecieron 80 trampas, 40 aguas abajo de la descarga y 40 aguas arriba de la descarga; una de las filas de trampas fue ubicada en torno al curso de agua y la otra en los pies de los cerros más cercanos a la quebrada; las trampas se colocaron en forma dirigida en cada sitio, donde se evidenció la presencia de micromamíferos mediante la observación de fecas y/o cavidades. La Tabla 4, muestra las coordenadas y la ubicación de las trampas.

Tabla 4: Ubicación de grillas y trampas dirigidas para el trampeo de Micromamíferos.

Trampas Dirigidas	Unidades	Coordenadas		Altura m.s.n.m.
		Este	Norte	
F1	10	445090	7080053	2.015
F3	20	446547	7080294	2.040
F5	10	446818	7080515	2.083
F8	10	449478	7080432	2.149
F9	10	450178	7080678	2.201
F10	20	451490	7080881	2.184

Fuente: Elaboración propia, DATUM: WGS 84 Huso 19S

b) Macromamíferos

Para mamíferos mayores, se realizaron recorridos en diferentes ambientes del área de interés tras la búsqueda directa (avistamientos) o indirecta de evidencias (huellas, restos óseos y fecas). Además se establecieron trampas de huellas o "trampas olfativas", estableciéndose cuatro de este tipo, dos aguas abajo, asociadas al Punto 2 y Punto 3, y dos aguas arriba asociadas al Punto 9 y 10.

La determinación taxonómica de las especies de mamíferos observados en el área, se realizó utilizando las claves y descripciones de Acosta y Simonetti (1999), Osgood (1943), Mann (1978) Tamayo y Frassinetti (1980), Redford y Eisenberg (1992), Yañez (1995) e Iriarte (2008).

4.2.2 Aves

En el caso de las aves, grupo definido como de mayor abundancia, se establecieron 10 estaciones (5 aguas arriba de la descarga y 5 aguas abajo de la descarga). Se registraron todas las aves dentro de un radio de 50 m, en los cuales se identificó cada individuo avistado (directamente o con binoculares de 50x20) o escuchado durante 10 minutos (para la identificación por canto, se utilizó la clave de Egli).

Dada su capacidad de movilidad, las especies de aves registradas para el periodo 1997-2012, fueron clasificadas de acuerdo a su frecuencia de aparición en los muestreos. Así, especies observadas en menos del 10% de los muestreos se consideraron como ocasionales, entre un 10 y 25% como raras, entre un 25 – 75% como frecuentes, mientras que aquellas observadas en más de un 75% de los muestreos se consideraron como habitantes permanentes de los sectores estudiados. De igual manera, las especies fueron clasificadas en función de sus abundancias. A partir de la especie con la mayor abundancia acumulada, éstas se clasifican como sigue: aquellas cuyas abundancias representan menos del 10% serán clasificadas como bajamente abundantes, entre un 10 y 25% poco abundantes, entre un 25 y 75% abundantes y finalmente aquellas especies que tienen abundancias superiores a 75% fueron clasificadas como muy abundantes.

La determinación taxonómica de las especies observadas se realizará utilizando las descripciones de Goodall et al. (1957), Araya y Millie (1986) y Araya y Bernal (1995). Los nombres de las especies serán actualizados según Araya et al. (1995) Jaramillo, (2005).

4.2.3 Herpetozoos

Para este grupo se utilizó el método de transectos, realizando un muestreo exhaustivo a lo largo de una superficie de 200 m de largo y 3 m de ancho, capturando y liberando a los ejemplares. Se realizaron transectos para reptiles en cada sitio de muestreo, cada uno recorrido en 10 minutos. En el caso de los anfibios se realizaron levantamientos por encuentros visuales (VES, Visual Encounter Survey) y transectos auditivos.

En total se realizaron cuatro transectos de 100x10 m (2 transectos aguas abajo y 2 aguas arriba) recorridos cada uno en 10 minutos.

4.2.4 Categoría de conservación de Especies

Se clasificaron las especies de acuerdo a su conservación, siguiendo lo propuesto por el Reglamento de la Ley de Caza (D.S. N° 5/98 modificado por el D.S. Nº 53/04 del Ministerio de Agricultura) y según los D.S. Nº 151/07; 50/08; 51/08 y 23/09, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Estos son los documentos legales que catalogan a las especies de acuerdo a su estado de conservación.

4.2.5 Índices de Biodiversidad

Para la determinación de diversidad faunística, se utilizaron los índices de diversidad de Shannon y Wiener (Shannon, 1948). Estos índices miden la biodiversidad alfa (H') y la equidad (J'). Los índices de Shannon-Wiener se calculan en base a proporciones de cada especie, lo que permite usar los porcentajes de abundancia relativa de cada especie como parámetro de medición de la diversidad.

Las fórmulas utilizadas son:

$$H' = -\sum_{i=1}^{n} p_i \log p_i$$

$$H_{\max} = \log n$$

$$J' = \frac{H'}{H_{\max}}$$

Donde: *n*: número de especie; *pi:* proporción asociada a la especie *i*

Además, se realizaron pruebas estadísticas para identificar diferencias significativas en los valores de estos índices entre las temporadas (verano, otoño, invierno y primavera) prospectadas a lo largo del monitoreo. Las pruebas realizadas

corresponden a Anova de una vía, Kruskal-Wallis y pruebas a posteriori de Dunn's. El intervalo de confianza fue de un 95%.

5. RESULTADOS

5.1 Flora y vegetación

5.1.1 Flora

a) Riqueza florística exclusiva.

Durante la presente campaña de invierno 2012 se registró mediante transecto y observación directa un total de 18 especies pertenecientes a 17 géneros y 10 familias (Tabla 5). 6 de ellas se encontraron en las estaciones de monitoreo, es decir, en el transecto de medición de cobertura y abundancia o su entorno inmediato, 12 especies se encontraron en la zona de estudio y fuera de las estaciones de monitoreo (fondo y laderas de la quebrada).

Tabla 5: Listado de especies encontradas mediante transectos y observación directa en la zona de estudio (campaña de Invierno de 2012).

Nº	Sector	Familia	Especie	Forma de vida	Origen	Estado de conservación	Localización
1	A	Asteraceae	*Polyachyrus carduoides*	A	E	FP	Zona de estudio
2		Poaceae	*Setaria verticillata*	H	N	FP	Zona de estudio
3		Juncaceae	*Schoenoplectus americanus*	H	N	FP	Estación
4		Poaceae	*Phragmites australis*	H	Ex	FP	Zona de estudio
5		Solanaceae	*Lycium Deserti*	A	N	FP	Zona de estudio
6		Solanaceae	*Salpiglossis spinescens*	A	E	FP	Zona de estudio
7	AB	Apiaceae	*Gymnophyton spinosissimum*	A	E	FP	Zona de estudio
8		Asteraceae	*Baccharis juncea*	H	N	FP	Zona de estudio
9		Asteraceae	*Tessaria absinthioides*	A	N	FP	Estación
10		Chenopodiaceae	*Atriplex deserticola*	A	N	FP	Estación
11		Ephedraceae	*Ephedra breana*	A	N	FP	Zona de estudio
12		Fabaceae	*Adesmia argentea*	A	E	FP	Zona de estudio
13		Juncaceae	*Juncus acutus*	H	N	FP	Estación
14		Nolanaceae	*Nolana salsoloides*	A	E	FP	Estación
15		Poaceae	*Distichlis spicata*	H	N	FP	Estación
16		Ranunculaceae	*Ranunculus cymbalaria*	HA	N	FP	Zona de estudio
17	B	Asteraceae	*Cotula coronopifolia*	HA	Ex	FP	Zona de estudio
18		Fabaceae	*Adesmia atacamensis*	A	E	FP	Zona de estudio

Fuente: Elaboración propia, 2012; A: Arbusto; HA: Herbácea acuática, H: Herbácea; N: Nativa; E: Endémica, Ex: Exótica. FP: Fuera de Peligro.

Gráfico 1: Riqueza exclusiva por sector de monitoreo (Campaña Invierno 2012).



Fuente: Elaboración propia, 2012.

El gráfico anterior muestra que sector A presenta mayor especialización dado una mayor disponibilidad del recurso hídrico en este sector que favorece a presencia de especies de mayor demanda hídrica. Para el sector A la cantidad de especies específicas fue de 6, en cambio para el sector B fue sólo de 2. El número total de especies para cada sector fue de 16 y 12 respectivamente.

En la Tabla 6, se puede observar un resumen del número de especies encontradas en los transectos y observaciones directas realizadas durante la presente campaña, según su origen y forma de vida.

Tabla 6: Especies vegetales según tipo biológico y origen (campaña de Invierno 2012).

Forma de vida	Nativa	Endémica	Exótica	No identificada	Total	%
Arbusto	4	6	0	0	**10**	**55,6**
Herbácea	5	0	1	0	**6**	**33,3**
Herbácea acuática	1	0	1	0	**2**	**11,1**
Total	**10**	**6**	**2**	**0**	**18**	**100**
%	**55,6**	**33,3**	**11,1**	**0,0**	**100**	

Fuente: Elaboración propia, 2012.

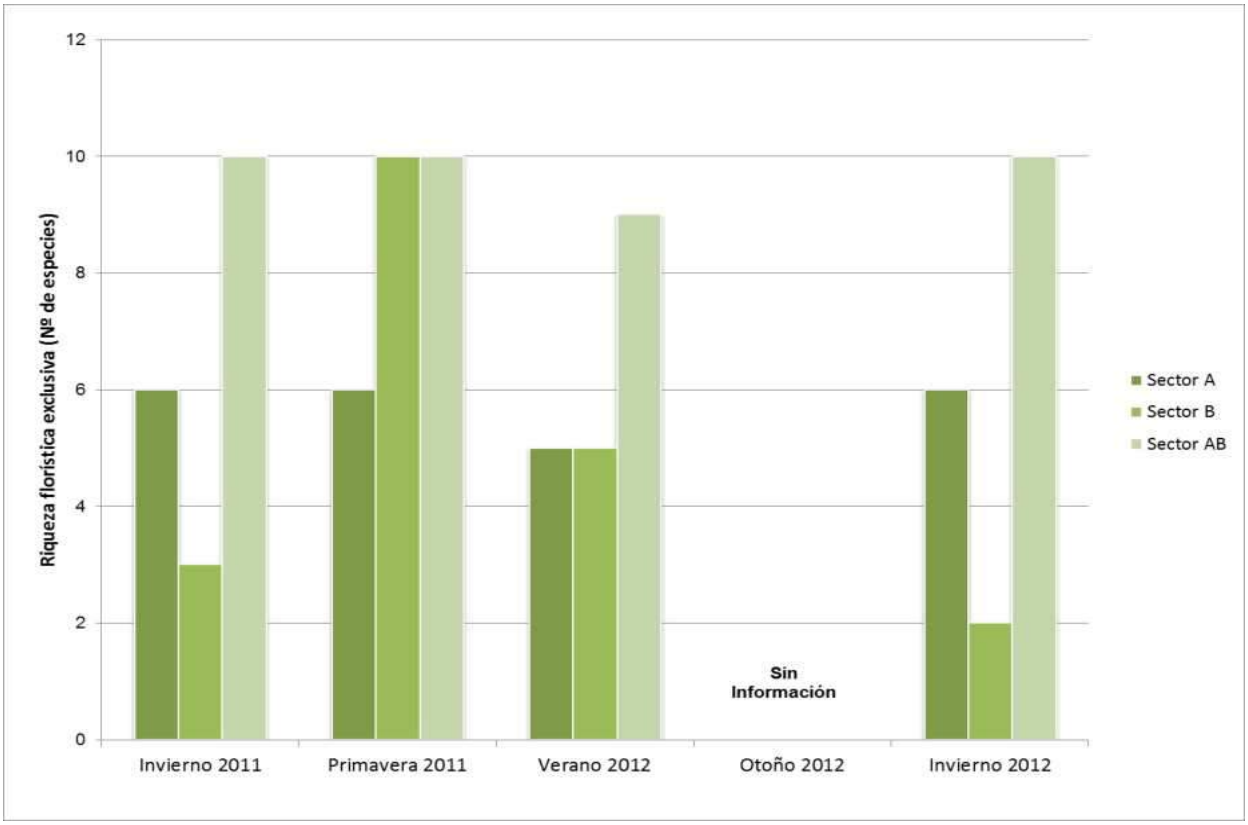
Según Squeo et al. (2008), se aprecia que 10 de las especies encontradas son nativas y 6 endémicas, lo que representa respectivamente un 55,6% y 33,3%.

Al clasificar las especies según su tipo biológico, se observó una predominancia de especies arbustivas y herbáceas (55,6% y 33,3%, respectivamente).

El Gráfico 2, presenta la comparación de los sectores A y B para las 5 últimas campañas (invierno 2011 hasta invierno 2012). Desde invierno 2011 a invierno 2012, se observa una riqueza variable de las especies del sector B, aumentando en gran cantidad en primavera 2011, pudiendo deberse principalmente a las especies anuales presentes. En invierno 2012 se puede apreciar una clara disminución por la misma razón: finalización de los ciclos de algunas especies. En el sector A se puede apreciar un patrón similar en la cantidad especies a lo largo del tiempo.

Cabe destacar, que estas diferencias pueden estar sujetas a variaciones a nivel específico (aparición y desaparición de especies asociadas a los ciclos de vida de estas y a la temporada de monitoreo).

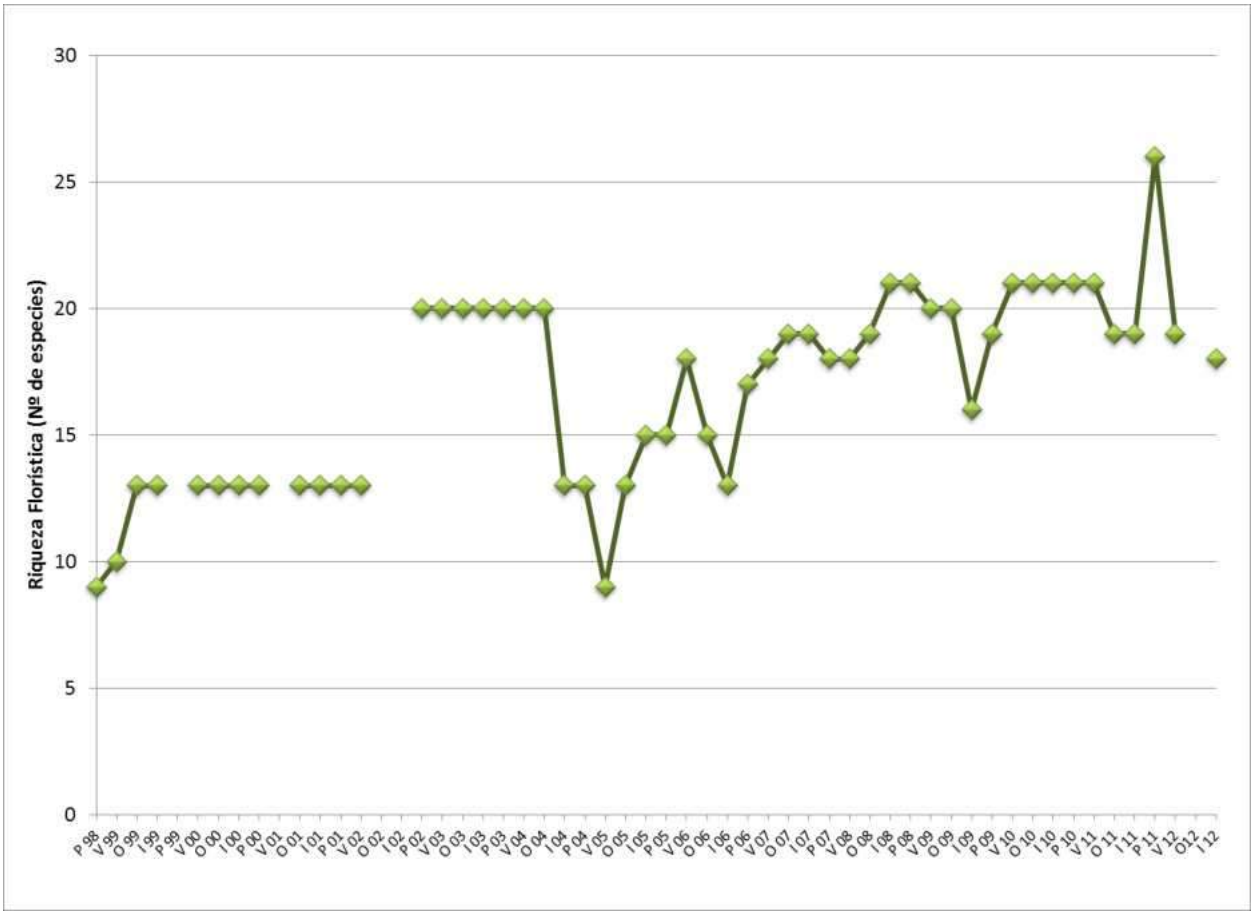
Gráfico 2: Riqueza florística por sector (Comparación período Invierno 2011 - Invierno 2012).



Fuente: Elaboración propia, 2012.

En la Tabla Nº 1 del Anexo II y Gráfico 3, se presenta el número de especies vegetales encontradas en las áreas de estudio de los sectores A y B de la Quebrada El Jardín, a lo largo del monitoreo (Primavera 1998 – Invierno 2012), en función de cada fecha de muestreo. En la presente campaña, se encontraron 18 especies en la zona de estudio. En el siguiente gráfico se observan los resultados en Nº de especies obtenidos a lo largo del monitoreo.

Gráfico 3: Riqueza florística período 1998 – 2012.



Fuente: Elaboración propia, 2012.

Como se observa en el gráfico anterior, en la presente campaña (Invierno 2012) se observó una leve disminución en la cantidad de especies en comparación al monitoreo anterior debido a que la mayoría de las especies en invierno se encuentran en receso vegetativo o latencia. Estás fluctuaciones se atribuyen a los ciclos de desarrollo de las especies vegetales que son altamente dependiente de las variaciones climáticas e hídricas específicas de cada año.

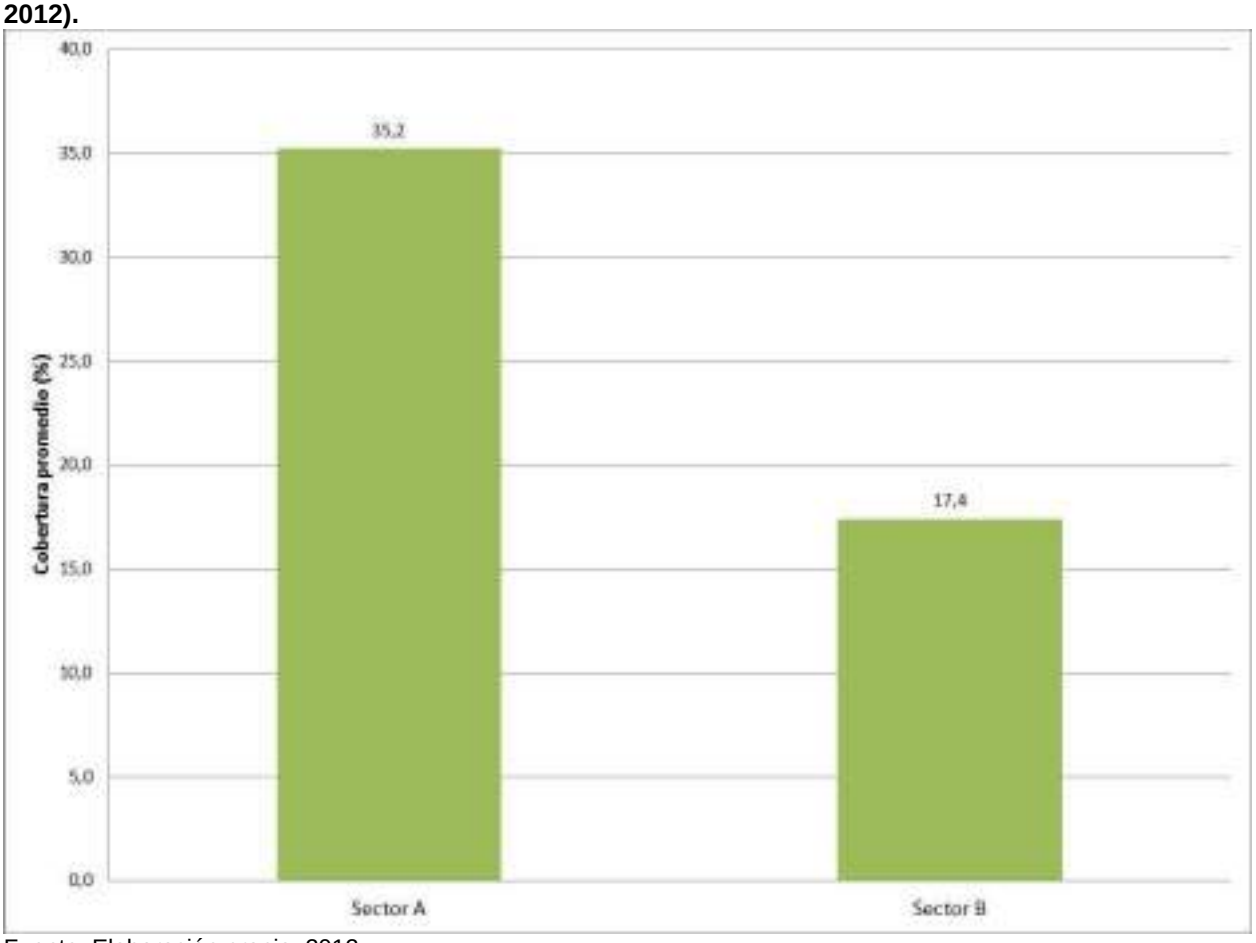
b) Abundancia vegetacional

5.1.1.b.1 Abundancia de los sectores A y B

Para caracterizar la abundancia de la vegetación en los sectores A y B, se utilizó como parámetro, la cobertura vegetal promedio.

De acuerdo al análisis lineal (transectos), en la campaña de monitoreo de Invierno 2012, el sector A presenta mayor abundancia (35,2% de cobertura vegetal promedio) que el sector B (17,4% de cobertura vegetal promedio), como se ilustra en el Gráfico 4.

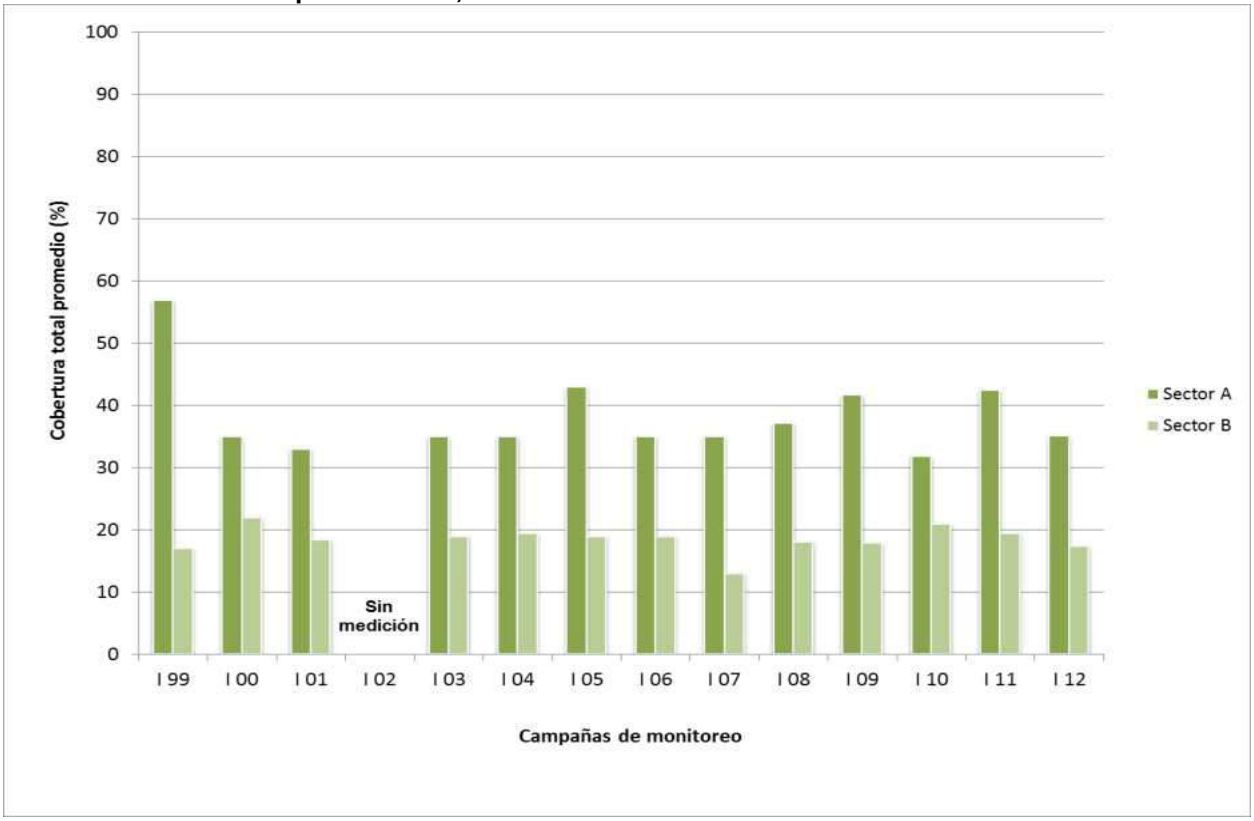
Gráfico 4: Abundancia según cobertura total promedio de la vegetación (campaña Invierno 2012).



Fuente: Elaboración propia, 2012.

El mismo comportamiento, donde el sector A presenta una mayor abundancia que el sector B, ha sido descrito en los monitoreos de los Inviernos 1999 a 2012 (Gráfico 5). Este comportamiento se relaciona directamente con la mayor presencia de afloramientos naturales en los sitios de monitoreo del sector A, situación que favorece el desarrollo de la mayoría de las especies vegetales.

Gráfico 5: Abundancia por sectores, Inviernos 1999-2012.

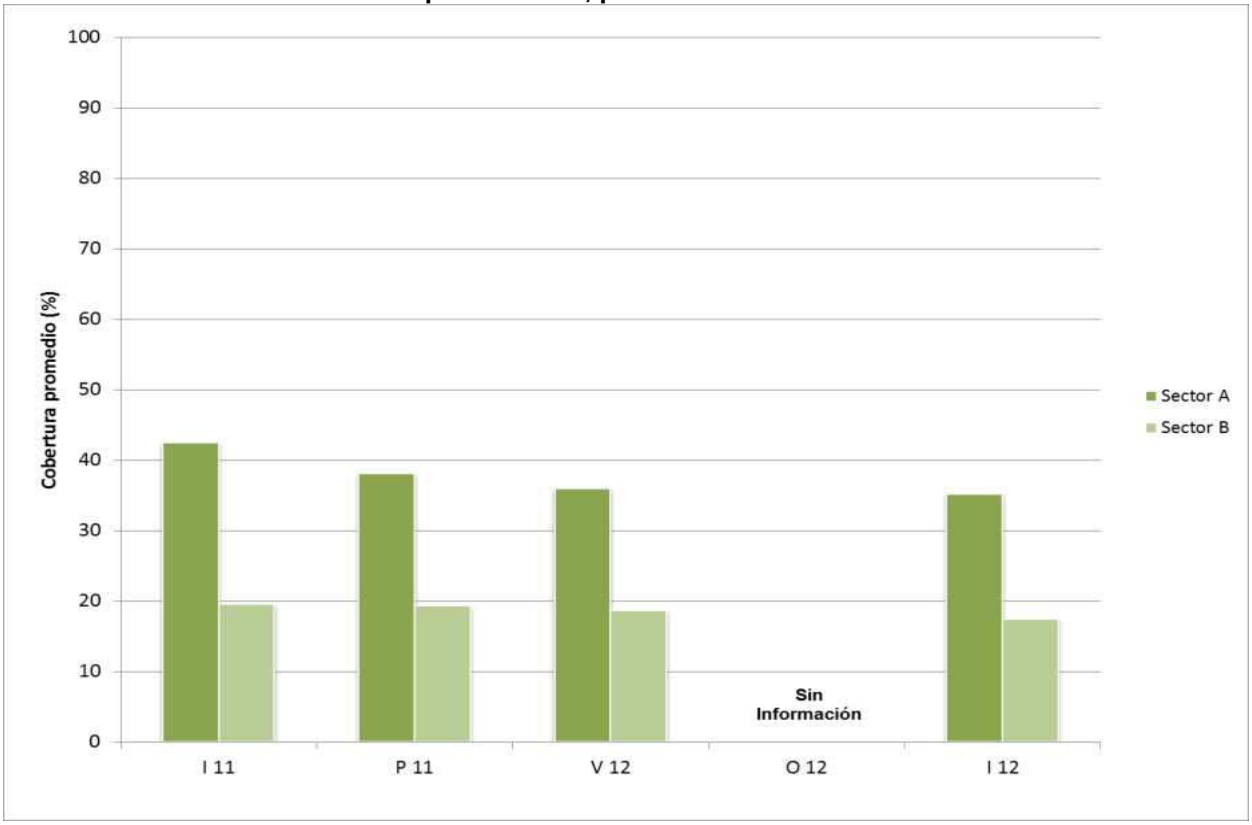


Fuente: Elaboración propia, 2012.

Como se puede observar en el gráfico anterior, el sector A es caracterizado por ambientes que presentan mayor fluctuación de cobertura, en comparación al sector B.

Evaluando las fluctuaciones trimestrales del último ciclo vegetativo de la flora (período Invierno 2011 a Invierno 2012) se observa en general una estabilidad de la cobertura (Gráfico 6) con unas fluctuaciones máximas de baja magnitud: 7,3% y 2,1% para el sector A y B atribuibles a variaciones naturales del sistema tales como las oscilaciones climáticas y la dinámicas poblacionales intrínsecas de las especies. Lo anterior indica las oscilaciones naturales de la cobertura vegetal y de similares magnitudes entre ambos sectores analizados, descartando un comportamiento específico asociado a la influencia de la descarga.

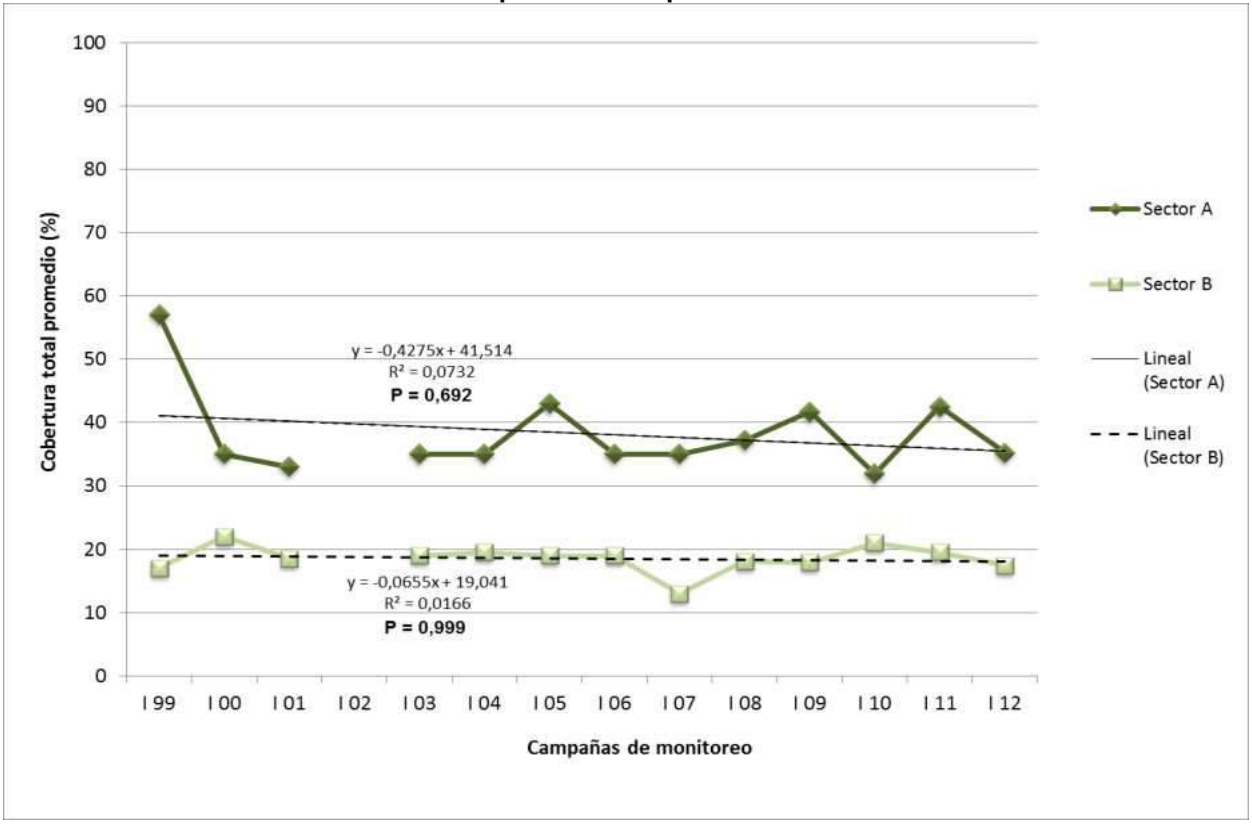
Gráfico 6: Abundancia trimestral por sectores, período Invierno 2011 – Invierno 2012.



Fuente: Elaboración propia.

Si se analizan las tendencias de las coberturas vegetacionales de los sectores A y B para todos los Inviernos (1999-2012), el análisis de regresión del Gráfico 7 indica que tanto para el sector A, como para el sector B no existe tendencia temporal (valores estables en el tiempo). El análisis de inferencia sobre la pendiente indica que esta última no es significativamente diferente de cero (P = 0,692 para el sector A y P = 0,999 para el sector B). Por otra parte se observan coeficientes de determinación bajos (R^2 = 0,0732 para el sector A y R^2 = 0,0166 para el sector B).

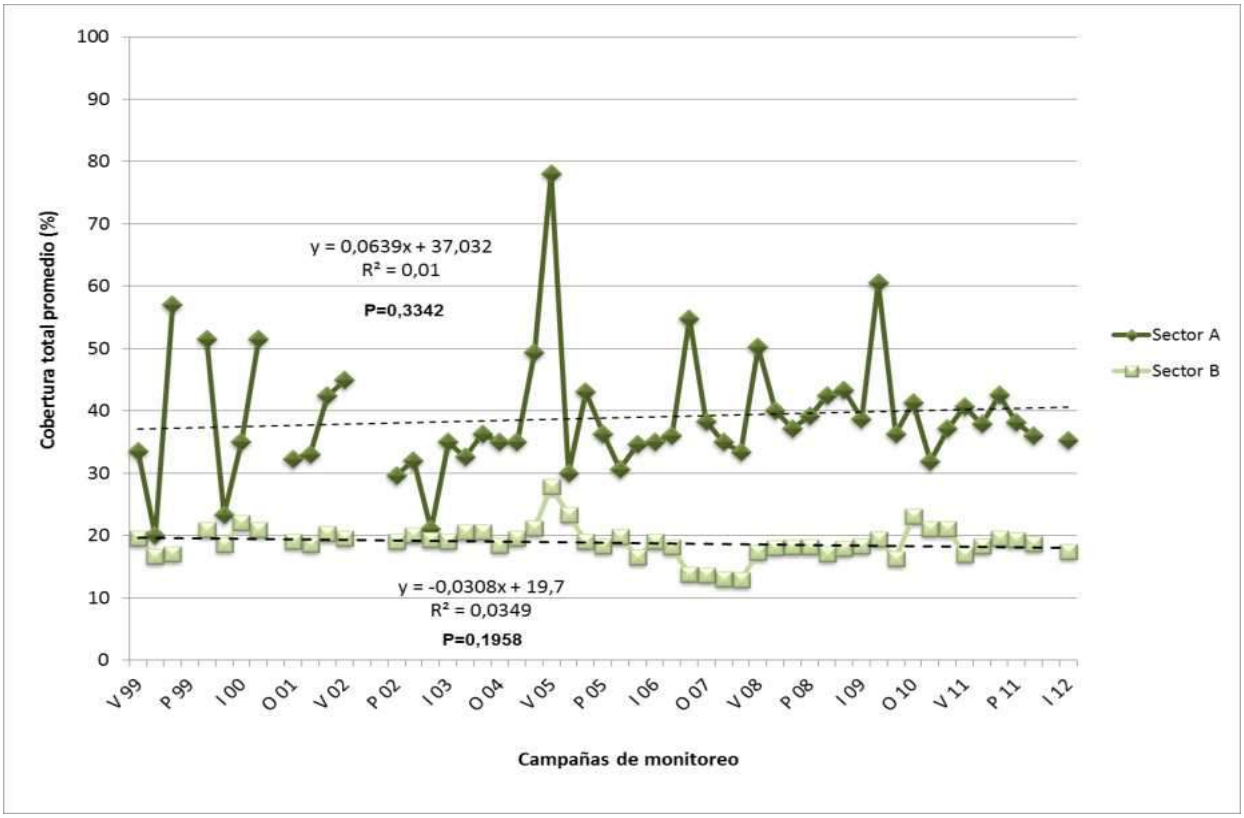
Gráfico 7: Tendencia de la abundancia por sectores período Invierno 1999-2012.



Fuente: Elaboración propia.

Realizando el mismo análisis e incorporando todas las campañas de medición, no se evidencian tendencias similares para los sectores A y B (Gráfico 8), es decir que tanto para el sector A, como para el sector B (P = 0,3342 para el sector A y P = 0,1958 para el sector B; R^2 = 0,01 para el sector A y R^2 = 0,03 para el sector B). La ausencia de tendencia significativa de la cobertura vegetal a través del tiempo, tanto en el sector sometido a la descarga (A) como en el sector de referencia (B) indica que las condiciones naturales de la vegetación del área de monitoreo son independientes de las actividades mineras en la zona y que no están siendo influidas negativa o positivamente por éstas.

Gráfico 8: Tendencia de la abundancia por sectores, período 1999-2012.



Fuente: Elaboración propia.

La comparación entre ambos sectores (A v/s B), considerando todas las campañas de monitoreo de Invierno (1999 a 2012), concluye que existe una diferencia significativa de cobertura vegetal entre ambos sectores (prueba Mann-Whitney; t=5683; P<0,001) con una mayor cobertura en el sector A (mediana = 35%) respecto del sector B (mediana = 19%). En el Anexo IV, se presentan las pruebas estadísticas realizadas en este acápite.

5.1.1.b.2 Abundancia al nivel específico

Con fines de caracterizar la abundancia al nivel de las especies, se determinó la frecuencia relativa de cada una de ellas mediante el cálculo del porcentaje de encuentro en la parcela de análisis lineal. Las especies fueron clasificadas según los siguientes detalles (Gajardo 1994):

Tabla 7: Clases de abundancia por frecuencia relativa.

Clase	Frecuencia relativa (%)
Representativas	>75
Comunes	50 – 75
Acompañantes	25 – 50
Ocasionales	<25

Fuente: Gajardo (1994).

En las Tabla 8 y Tabla 9, se presenta la frecuencia relativa de las especies en cada una de las parcelas de análisis lineal en los sectores A y B.

Se puede apreciar que en el Sector A, *Distichlis spicata* se registró en 4 de los 5 transectos del análisis lineal, y *Schoenoplectus americanus* se encontró presente en 3 de los 5 transectos. Las estaciones E1, E2 y E3 presentan características similares en cuanto a composición. En ellas predomina la especie *Distichlis spicata* y se asocia a *Schoenoplectus americanus* en borde de estero, la que se cataloga como especie "ocasional", o "acompañante". La estación E4 presenta *Juncus acutus* como especie "acompañante". En relación con la estación E5, se destaca la dominancia del estrato arbustivo con la especie *Tessaria absinthioides*, clasificada como representativa con 100% de frecuencia relativa.

En el Sector B, *Atriplex deserticola* se encontró en 4 de las 5 parcelas, catalogándose como especie "representativa" en las estaciones presentes salvo en la estación E5 donde es común. La estación E1 se destaca por la presencia única de *Tessaria absinthioides* y en la estación E5 se registró la presencia de *Nolana salsoloides* como especie "acompañante".

Tabla 8: Frecuencia relativa de las especies presentes en el Sector A.

Sector A			
Estación	**Especie**	**Frecuencia relativa (%)**	**Clase**
E1	*Distichlis spicata*	83,5	Representativa
	Schoenoplectus americanus	16,5	Ocasional
E2	*Distichlis spicata*	81,4	Representativa
	Schoenoplectus americanus	18,6	Ocasional
E3	*Distichlis spicata*	73,8	Común
	Schoenoplectus americanus	26,2	Acompañante
E4	*Distichlis spicata*	53,0	Comunes
	Juncus acutus	47,0	Acompañante
E5	*Tesssaria absinthioides*	100	Representativa

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9: Frecuencia relativa de las especies presentes en el Sector B.

Sector B			
Estación	**Especie**	**Frecuencia relativa (%)**	**Clase**
E1	*Tessaria absinthioides*	100	Representativa
E2	*Atriplex deserticola*	100	Representativa
E3	*Atriplex deserticola*	100	Representativa
E4	*Atriplex deserticola*	100	Representativa
E5	*Atriplex deserticola*	66,7	Representativa
	Nolana salsoloides	33,3	Acompañante

Fuente: Elaboración propia.

c) Diversidad

En general el área de estudio presenta una baja diversidad florística, levemente superior a la constatada por levantamientos anteriores.

La Tabla 10 presenta los índices de diversidad de Shannon-Wiener H' y Hmax, y el índice de equidad de Pielou J'.

Tabla 10: Diversidad por sector (Índices de Shannon-Wiener).

Índice	Agua abajo (sector A)	Agua arriba (sector B)
H'	0,998	0,431
Hmax	1,386	1,099
J'	0,72	0,392

Fuente: Elaboración propia; índices calculados en base al logaritmo natural.

El índice H' revela una mayor diversidad en el Sector A en comparación al Sector B. El índice Hmax que representa la diversidad máxima potencial para cada sector, al igual que el índice H', es superior en el Sector A, debido a un número total de especies superior en comparación al Sector B.

En relación con el índice de equidad J', este es más bajo en el Sector B debido a la dominancia extrema de *Atriplex deserticola* en 4 de los 5 transectos de monitoreo.

La diversidad mayor del Sector A se puede atribuir a la mayor presencia de agua en éste, lo que ofrece condiciones menos restrictivas para el establecimiento y la sobrevivencia de muchas especies vegetales.

En relación con la diversidad de cada estación presentada en la Tabla 11, las estaciones de monitoreo E4 del Sector A y E5 del Sector B, presentaron la mayor diversidad y equidad en ambos sectores (respectivamente H'=0,691, J'=0,997 y H'=0,647, J'=0,934). La diversidad potencial es similar para todas las estaciones debido al mismo número de especies registradas en cada una de ellas. En las estaciones E5 del sector A y E1 a E4 del sector B no fue posible evaluar la biodiversidad debido a que se registró sólo una especie.

Tabla 11: Diversidad de las estaciones aguas abajo y aguas arriba (Índices de Shannon-Wiener).

	Agua abajo					Agua arriba				
Índice	E1	E2	E3	E4	E5	E1	E2	E3	E4	E5
H'	0,448	0,481	0,575	0,691	-	-	-	-	-	0,647
Hmax	0,693	0,693	0,693	0,693	-	-	-	-	-	0,693
J'	0,646	0,694	0,83	0,997	-	-	-	-	-	0,934

Fuente: Elaboración propia; índices calculados en base al logaritmo natural.

d) Flora con problemas de conservación

En todas las campañas de monitoreo, no se detectaron especies vegetales con problemas de conservación, según el Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Benoit, 1989) y los D.S. del MINSEGPRES (151/2007, 50/2008, 51/2008 y 23/2009 de Clasificación de Especies según Estado de Conservación).

A partir de la campaña invierno 2010 y hasta la actual, Invierno 2012, se detectó en el sector B la especie Adesmia atacamensis clasificada como Insuficientemente Conocida según el Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama (Squeo et al. 2008). Cabe mencionar que esta especie se identificó durante las prospecciones de las laderas de la Quebrada el Jardín, lo que indica que los individuos detectados son independientes del recurso hídrico presente en el fondo de la ladera.

e) Fenología de las especies

El estado fenológico de las especies prospectadas en el último monitoreo se presenta en la Tabla 12. Se puede apreciar que 2 especies se encuentran en etapa

de floración, 7 en etapa de semillación, 14 en estado de latencia y 2 en estado de crecimiento.

Tabla 12: Fenología de las especies prospectadas en la campaña de Invierno 2012.

Nº	Especie	Floración	Semillación	Latencia	Crecimiento
1	*Adesmia argentea*			X	
2	*Adesmia atacamensis*			X	
3	*Atriplex deserticola*			X	
4	*Baccharis juncea*		X		
5	*Cotula coronopifolia*				X
6	*Distichlis spicata*		X	X	
7	*Ephedra breana*		X	X	
8	*Gymnophyton spinosissimum*	X	X	X	
9	*Juncus acutus*		X	X	
10	*Lycium Deserti*			X	
11	*Nolana salsoloides*			X	
12	*Phragmites australis*		X		
13	*Polyachyrus carduoides*			X	
14	*Ranunculus cymbalaria*			X	
15	*Salpiglossis spinescens*			X	
16	*Schoenoplectus americanus*				X
17	*Setaria verticillata*			X	
18	*Tessaria absinthioides*	X	X	X	

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2 Vegetación

Mediante la metodología de la Carta de Ocupación de Tierras (COT) de Etienne y Prado (1982), se definieron 8 unidades homogéneas de vegetación (UHV) (Tabla 13) para el área en estudio, en cuanto a formación vegetal y especies dominantes. Por su parte, en la

Tabla 14 se presentan las estaciones de monitoreo asociadas a cada formación vegetal.

Tabla 13: Tipos fisionómicos y formaciones vegetales presentes en los Sectores A y B.

Tipo vegetacional	Nº de unidades COT	Formación vegetal
Matorral	2	Leñosa baja herbácea densa
	1	Leñosa baja densa
	1	Leñosa baja poco densa
	1	Leñosa baja clara
Vegas, praderas y pastizales	3	Herbácea densa

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14: Estaciones de monitoreo asociadas a cada formación vegetal.

Sector	Estaciones de monitoreo	Formación vegetal
A	E1 y E2	Herbácea densa (U-1)
	E3	Leñosa baja herbácea densa (U-2)
	E4	Herbácea densa (U-3)
	E5	Leñosa baja densa (U-4)
B	-[1]	Herbácea densa (U-5)
	-[1]	Leñosa baja herbácea densa (U-6)
	E1	Leñosa baja poco densa (U-7)
	E2, E3, E4 y E5	Leñosa baja clara (U-8)

Fuente: Elaboración propia; 1: Estas formaciones vegetales no se encuentran asociadas a estaciones de monitoreo.

a) Caracterización vegetacional del sector aguas abajo (A)

5.1.2.a.1 Formación vegetal herbácea densa (U-1)

Esta formación presenta un estrato herbáceo conformado por *Distichlis spicata y Schoenoplectus americanus* de hasta 50 cm. de altura y 30 a 100 % de cobertura. Según las evidencias encontradas, existe una alteración antrópica importante debido al sobrepastoreo del ganado caprino y equino. A continuación se presenta la caracterización de las estaciones E1 y E2 que pertenecen a esta formación.

5.1.2.a.1.1 Estación de monitoreo E1

En la Tabla 15, se presenta la abundancia y cobertura de las especies del estrato herbáceo presente en la estación de monitoreo. Se puede apreciar que el 48,5% del suelo se encuentra con cobertura vegetal; el 51,5% restante sin cobertura corresponde principalmente a sustrato. La especie más abundante es *Distichlis spicata* (83,5%), representando el 84,1% de la cobertura vegetal. También, aunque el transecto no pasa por el estero, se registraron varios puntos con agua de afloramiento (6,8%) (Fotografías 1, Tabla 1, Anexo I).

Tabla 15: Análisis lineal estación de muestreo E1.

E1					
Suelo sin cobertura vegetal	**51,5 %**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Sustrato		71	68,9	71	
Mantillo		22	21,4	22	
Agua		7	6,8	7	
Feca		3	2,9	3	
Total		**103**	**100,0**	**103**	
Suelo con cobertura vegetal	**48,5 %**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Distichlis spicata		81	83,5	307	84,1
Schoenoplectus americanus		16	16,5	58	15,9
Total		**97**	**100,0**	**365**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

La especie ocasional que se encontró en esta estación sin contacto fue *Baccharis juncea.*

5.1.2.a.1.2 Estación de monitoreo E2

En la Tabla 16 se presenta la abundancia y cobertura de las especies del estrato herbáceo presente en la estación de monitoreo. Se observa que el 29,5% del suelo se encuentra con cobertura vegetal y el 70,5% sin cobertura, corresponde principalmente a sustrato. La especie más abundante es *Distichlis spicata* (81,4%), con una cobertura vegetal de 84,8% (Fotografías 2, Tabla 1, Anexo I).

Tabla 16: Análisis lineal estación de muestreo E2.

E2					
Suelo sin cobertura vegetal	**70,5 %**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Sustrato		87	61,7	87	-
Mantillo		48	34,0	48	-
Agua		4	2,8	4	-
Feca		2	1,4	2	-
Total		**141**	**100,0**	**141**	**-**
Suelo con cobertura vegetal	**29,5 %**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Schoenoplectus americanus		11	18,6	19	15,2
Distichlis spicata		48	81,4	106	84,8
Total		**59**	**100,0**	**125**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

La especie acompañante en esta estación fue *Juncus acutus*.

5.1.2.a.2 Leñosa baja herbácea densa (U-2)

Corresponde a un estrato arbustivo de *Tessaria absinthioides* y a uno herbáceo de *Schoenoplectus americanus*, y *Distichlis spicata*, de 1 a 2 m y 0 a 25 cm. de altura, respectivamente; la cobertura de la formación varía entre 75 y 100 %. Según las evidencias encontradas, existe una alteración antrópica importante debido al sobrepastoreo del ganado caprino y equino. A continuación se expone la caracterización de la estación de monitoreo E3 que pertenece a esta formación.

5.1.2.a.2.1 Estación de monitoreo E3

En la Tabla 17 se presenta la abundancia y cobertura de las especies del estrato herbáceo presente en la estación de monitoreo. Se observa que el 21% del suelo se encuentra con cobertura vegetal; el 79% restante sin cobertura corresponde principalmente a sustrato (70,9%). La especie más abundante es *Distichlis spicata* (73,8%), representando el 80,8% de la cobertura vegetal. El resto de la cobertura es ocupado por la especie *Schoenoplectus americanus* (Fotografías 3, Tabla 1, Anexo I).

Tabla 17: Análisis lineal estación de muestreo E3.

E3					
Suelo sin cobertura vegetal	**79,0 %**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Sustrato		112	70,9	112	-
Mantillo		38	24,1	38	-
Agua		7	4,4	7	-
Feca		1	0,6	1	-
Total		**158**	**100,0**	**158**	**-**
Suelo con cobertura vegetal	**21,0 %**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Distichlis spicata		31	73,8	97	80,8
Schoenoplectus americanus		11	26,2	23	19,2
Total		**42**	**100,0**	**120,0**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

La especie acompañantes que se observaron en esta estación fue *Tessaria absinthioides.* Esta última, a pesar que no fue registrada en el transecto, presenta una importancia significativa dado que su participación en la composición define la estructura arbustiva-herbácea de la formación.

5.1.2.a.3 Formación herbácea densa (U-3)

Corresponde a un estrato herbáceo de *Distichlis spicata, Juncus acutus* y *Schoenoplectus americanus* de 0 a 1,5 m de altura y cobertura de 60 y 100%. Según las evidencias observadas, existe una alteración antrópica media debido al pastoreo del ganado caprino y equino. A continuación se expone la caracterización de la estación de monitoreo E4 que pertenece a esta formación.

5.1.2.a.3.1 Estación de monitoreo E4

En la Tabla 18 se presenta la abundancia y cobertura de las especies del estrato herbáceo presente en la estación de monitoreo. Se observa que el 66,0% del suelo se encuentra con cobertura vegetal; el 34,0% restante sin cobertura corresponde a sustrato y mantillo. Las especies tuvieron una abundancia parecida, al igual que la cobertura vegetal. (Fotografía 4, Tabla 1, Anexo I)

Tabla 18: Análisis lineal estación de muestreo E4.

E4					
Suelo sin cobertura vegetal	**34,0 %**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Sustrato		49	114,0	49	-
Mantillo		19	44,2	19	-
Agua		0	0	0	-
Feca		0	0	0	-
Total		**68**	**158,1**	**68**	**-**
Suelo con cobertura vegetal	**66,0 %**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Distichlis spicata		70	53,0	148	55,0
Juncus acutus		62	47,0	121	45,0
Total		**132**	**100,0**	**269**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

Sólo se observó *Phragmites australis* como especie acompañante.

5.1.2.a.4 Formación leñosa baja densa (U-4)

Corresponde a un estrato arbustivo de *Tessaria absinthioides* de 1 a 2 m. de altura y 30 a 100 % cobertura. Al igual que las anteriores formaciones vegetales, presenta evidencias de acción antrópica por pastoreo.

5.1.2.a.4.1 Estación de monitoreo E5

En la Tabla 19 se presenta la abundancia y cobertura de la especie del estrato arbustivo presente en la estación de monitoreo. Se observa que el 11,0% del suelo se encuentra con cobertura vegetal; y el 89,0% restante sin cobertura, el cual corresponde principalmente a sustrato (85,4%), obteniendo 24% de suelo con mantillo. (Fotografías 5, Tabla 1, Anexo I).

Tabla 19: Análisis lineal estación de muestreo E5.

E5					
Suelo sin cobertura vegetal	**89,0 %**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Sustrato		152	85,4	152	-
Mantillo		24	13,5	24	-
Agua		0	0,0	0	-
Feca		2	1,1	2	-
Total		**178**	**100,0**	**178**	**-**
Suelo con cobertura vegetal	**11,0 %**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Tessaria absinthioides		27	100,0	53	100,0
Total		**27**	**100,0**	**53,0**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia..

A parte de la especie registrada, se identificaron *Distichlis spicata* y *Phragmites australis* como especies acompañantes.

b) Caracterización vegetacional del sector aguas arriba (B)

5.1.2.b.1 Formación vegetal herbácea densa (U-5)

Corresponde a un estrato herbáceo compuesto por *Baccharis juncea - Schoenoplectus americanus - Distichlis spicata* de hasta 50 cm. de altura y 75 a 100 % de cobertura. Como especie acompañante se puede mencionar *Juncus acutus* y *Ranunculus cymbalaria.* Al igual que las anteriores formaciones vegetales, presenta

evidencias de acción antrópica por pastoreo. El presente monitoreo no considera estaciones de monitoreo para esta formación.

5.1.2.b.2 Formación vegetal leñosa baja herbácea densa (U-6)

Presenta un estrato arbustivo de *Tessaria absinthioides* y uno herbáceo de *Juncus acutus - Distichlis spicata* de 50 a 100 cm. y hasta 25 cm. de altura, respectivamente. La cobertura fluctúa entre 75 y 100 %. Como especie acompañante se puede mencionar a *Baccharis juncea y Atriplex deserticola*. Al igual que las anteriores formaciones vegetales, presenta evidencias de acción antrópica por pastoreo. El presente monitoreo no considera estaciones de monitoreo para esta formación.

5.1.2.b.3 Leñosa baja poco densa (U-7)

Corresponde a un estrato arbustivo formado por *Tessaria absinthioides* de 50 a 100 cm. de altura y 50 a 75 % de cobertura. Como especie acompañante se puede mencionar a *Atriplex deserticola*. A continuación se expone la caracterización de la estación de monitoreo E1 que pertenece a esta formación.

5.1.2.b.3.1 Estación de monitoreo E1

En la Tabla 20, se presenta la abundancia y cobertura de la especie del estrato arbustivo presente en la estación de monitoreo. Se observa que el 6,5% del suelo se encuentra con cobertura vegetal; el 93,5% restante sin cobertura corresponde a sustrato. La única especie presente corresponde a *Tessaria absinthioides* (Fotografía 6, Tabla 1, Anexo I).

Tabla 20: Análisis lineal estación de muestreo E1.

E1					
Suelo sin cobertura vegetal	**93,5 %**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Sustrato		183	97,9	183	-
Mantillo		3	1,6	3	-
Agua		0	0,0	0	-
Feca		1	0,5	1	-
Total		**187**	**100,0**	**187**	**-**
Suelo con cobertura vegetal	**6,5 %**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Tessaria absinthioides		13	100,0	22	100,0
Total		**13**	**100,0**	**22**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

La especie acompañante que se observó en esta estación fue *Atriplex deserticola.*

5.1.2.b.4 Formación vegetal leñosa baja clara (U-8)

Corresponde a un estrato arbustivo formado por *Atriplex deserticola* de 50 a 200 cm. de altura y 25 a 50 % de cobertura. Como especie acompañante se puede mencionar a *Nolana salsoloides*. A continuación se expone la caracterización de las estaciones de monitoreo E2, E3, E4 y E5 incluidas en esta formación.

5.1.2.b.4.1 Estación de monitoreo E2

En la Tabla 21, se presenta la abundancia y cobertura de la especie del estrato arbustivo presente en la estación de monitoreo. Se observa que el 37,0% del suelo se encuentra con cobertura vegetal; el 63,0% restante sin cobertura corresponde principalmente a sustrato. La única especie presente corresponde a *Atriplex desertícola* (Fotografía 7, Tabla 1, Anexo I).

Tabla 21: Análisis lineal estación de muestreo E2.

E2					
Suelo sin cobertura vegetal	**63,0 %**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Sustrato		120	95,2	120	-
Mantillo		6	4,8	6	-
Agua		0	0,0	0	-
Feca		0	0,0	0	-
Total		**126**	**100**	**126**	**-**
Suelo con cobertura vegetal	**37,0 %**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Atriplex deserticola		74	100,0	239	
Total		**74**	**100,0**	**239**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2.b.4.2 Estación de monitoreo E3

En la Tabla 22 se presenta la abundancia y cobertura de la especie del estrato arbustivo presente en la estación de monitoreo. Se observa que el 14,0% del suelo se encuentra con cobertura vegetal; el 86,0% restante sin cobertura corresponde principalmente a sustrato. La única especie presente corresponde a Atriplex desertícola (Fotografía 8, Tabla1, Anexo I).

Tabla 22: Análisis lineal estación de muestreo E3.

E3					
Suelo sin cobertura vegetal	**86,0 %**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Sustrato		162	94,2	162	-
Mantillo		3	1,7	3	-
Agua		0	0,0	0	-
Feca		7	4,1	7	-
Total		**172**	**100,0**	**172**	**-**
Suelo con cobertura vegetal	**14,0 %**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Atriplex deserticola		28	100,0	113	100,0
Total		**28**	**100,0**	**113**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

Aparte de la especie registrada, no se observó otra especie acompañante en esta estación.

5.1.2.b.4.3 Estación de monitoreo E4

En la Tabla 23 se presenta la abundancia y cobertura de la especie del estrato arbustivo presente en la estación de monitoreo. Se observa que el 19,5% del

suelo se encuentra con cobertura vegetal; el 80,5% restante sin cobertura corresponde principalmente a sustrato. La única especie presente corresponde a *Atriplex desertícola* (Fotografía 9, Tabla 1, Anexo I).

Tabla 23: Análisis lineal estación de muestreo E4.

E4					
Suelo sin cobertura vegetal	**80,5 %**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Sustrato		155	96,3	155	-
Mantillo		6	3,7	6	-
Agua		0	0,0	0	-
Feca		0	0,0	0	-
Total		**161**	**100,0**	**161**	**-**
Suelo con cobertura vegetal	**19,5 %**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Atriplex deserticola		39	100,0	147	100,0
Total		**39**	**100,0**	**147**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

A parte de la especie registrada, no se observó otra especie acompañante en esta estación.

5.1.2.b.4.4 Estación de monitoreo E5

En la Tabla 24, se presenta la abundancia y cobertura de la especie del estrato arbustivo presente en la estación de monitoreo. Se observa que el 9% del suelo se encuentra con cobertura vegetal; el 91% restante sin cobertura corresponde a sustrato. Dentro de esta estación, *Atriplex deserticola* presenta la mayor abundancia y cobertura (66,7% y 78,3%) respectivamente. Esta especie está acompañada de *Nolana salsoloides* con 33,3% de la abundancia y 21,7% de la cobertura (Fotografía 10, Tabla 1, Anexo I).

Tabla 24: Análisis lineal estación de muestreo E5.

E5					
Suelo sin cobertura vegetal	**91,0 %**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Sustrato		182	100,0	182	-
Mantillo		0	0,0	0	-
Agua		0	0,0	0	-
Feca		0	0,0	0	-
Total		**182**	**100,0**	**182**	**-**
Suelo con cobertura vegetal	**9,0 %**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Atriplex deserticola		12	66,7	36	78,3
Nolana salsoloides		6	33,3	10	21,7
Total		**18**	**100,0**	**46,0**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

La única especie acompañante fue *Adesmia atacamensis*.

5.2 Fauna terrestre

En la presente campaña de monitoreo (invierno 2012), se registró un total de 16 taxa de vertebrados terrestres: 2 reptiles, 8 aves, 2 micromamíferos y 4 macromamíferos (Tabla 1, Anexo III). De éstas, 13 corresponden a especies nativas y 3 a especies domesticas (burro, caballo y cabra). La riqueza de especies fue casi la mitad de la obtenida en la misma temporada del año anterior (invierno 2011 = 30), pero muy similar con el promedio para todas las temporadas de invierno de 16,7 taxa.

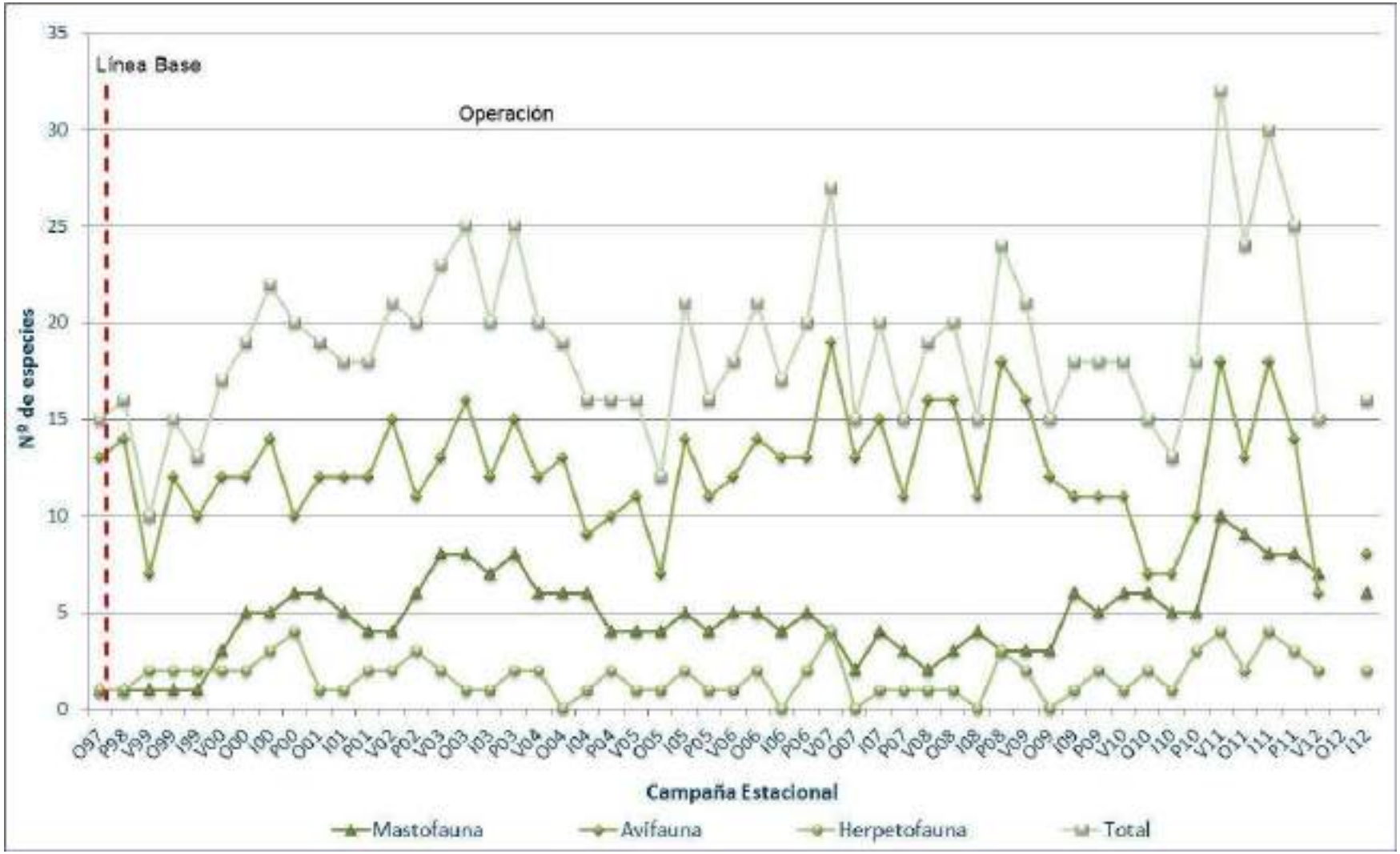
El promedio total de riqueza de especies registradas desde otoño de 1997 a invierno del 2012 por estación es de 18,8 especies, de esta manera, la actual temporada presentó un valor menor de riqueza que el promedio total de las campañas.

En el Gráfico 9, se observa un menor número de especies registradas al comparar con igual temporada del año anterior (invierno 2011) a la presente, esto, dado por una disminución en el número de especies de aves, mamíferos y herpetozoos. En promedio para todas las temporadas, las aves presentan la mayor riqueza (12,35 sp.), seguida de mamíferos (4,81 sp.), y finalmente anfibios y reptiles (1,71 sp.).

El promedio histórico de especies aguas abajo es mayor que aguas arriba (14,65 sp. v/s 8,00 sp., respectivamente), dominancia que se mantiene en la presente campaña (14 y 11 sp. respectivamente), pero con una menor diferencia que la observada a lo largo del estudio (Gráfico 10). La avifauna acuática en tanto, sólo ha sido observada aguas abajo de la descarga, lo que está relacionado a un mayor recurso hídrico en ese ambiente, situación que se repite en la presente campaña.

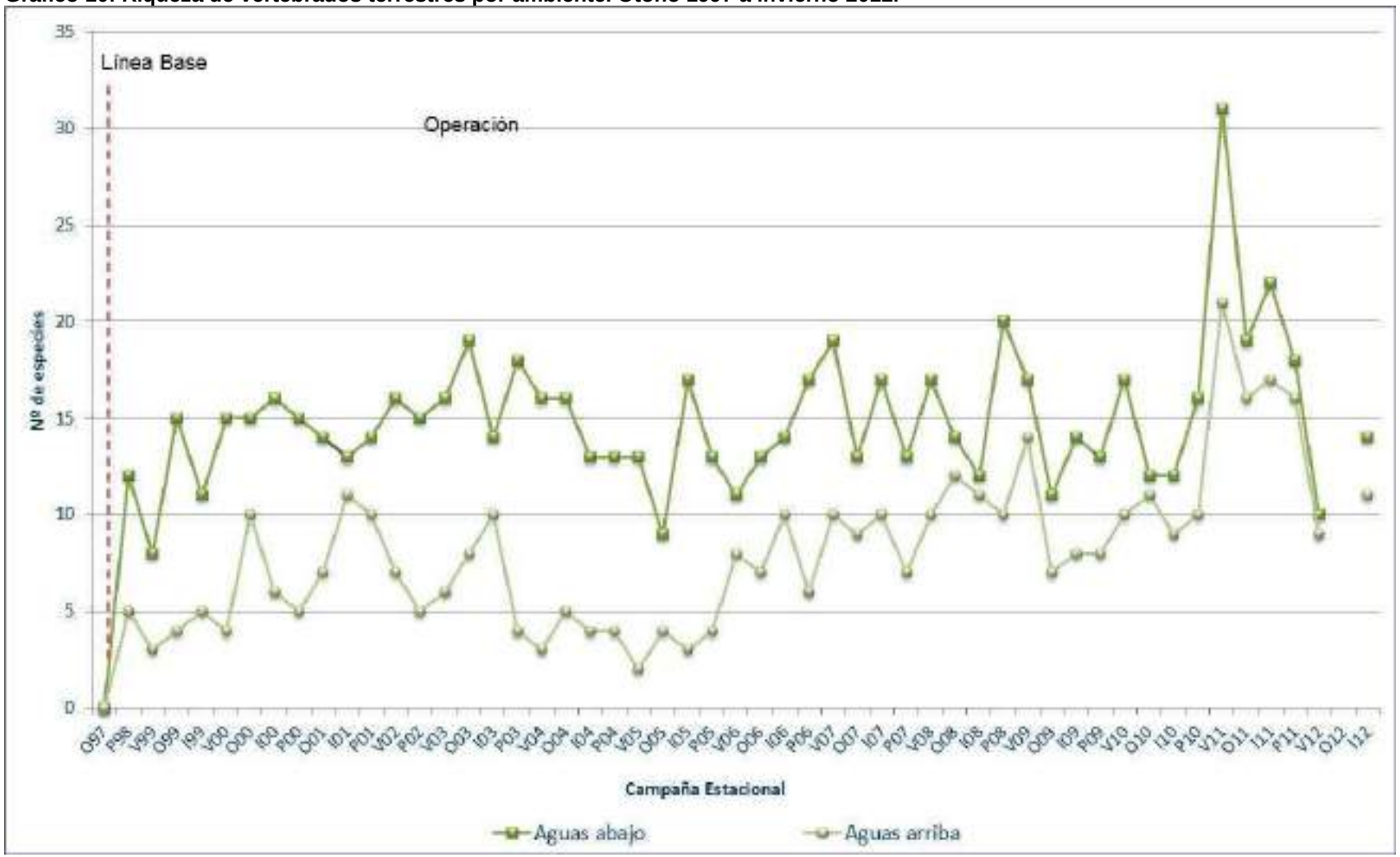
Con la información obtenida del período otoño 1997 a invierno 2012, de las 94 especies de vertebrados terrestres registrados, 16 (17,02%) presentan algún grado de amenaza (SAG 2012; ver Tabla Nº 1, Anexo III). Las fotografías presentadas para el componente fauna se exponen en Tabla 2 del Anexo I.

Gráfico 9: Riqueza de vertebrados terrestres por clase y riqueza total. Otoño 1997 a invierno 2012.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 10: Riqueza de vertebrados terrestres por ambiente. Otoño 1997 a invierno 2012.



Fuente: Elaboración propia.

5.2.1 Mamíferos

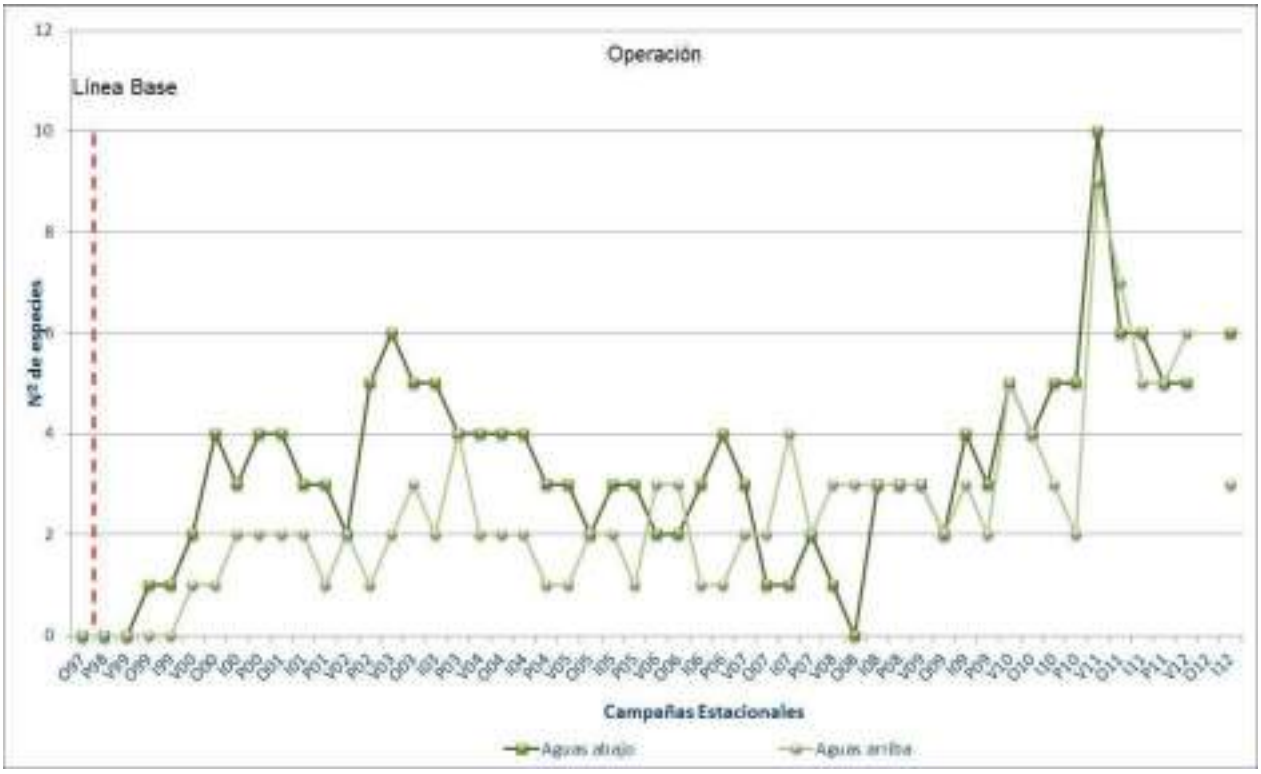
Se identificaron 6 especies de mamíferos durante la presente campaña (Tabla N° 1, Anexo III): ratón orejudo amarillento (*Phyllotis xanthopygus*) (Fotografía 1, Tabla 2, Anexo I), ratón andino (*Abrothrix andinus*) (Fotografía 2, Tabla 2, Anexo I), zorro culpeo (*Lycalopex culpaeus*) (ver Fotografías 3 y 4, Tabla 2, Anexo I), cabra (*Capra hircus*) (ver Fotografía 5, Tabla 2, Anexo I), caballo (*Equus caballus*) (ver Fotografías 6 y 7 , Tabla 2, Anexo I) y burro (*Equus asinus*) (ver Fotografía 8, Tabla 2, Anexo I).

La riqueza de mamíferos fue mayor en el sector de aguas abajo, registrándose las 6 especies observadas en el monitoreo, mientras que aguas arriba, la riqueza fue de 3. Individuos de las especies *L. culpaeus, P.xanthopygus, y A. andinus* fueron registrados en toda el área de estudio. Por otra parte, *C. hircus, E. caballus y E. asinus* fueron registrados únicamente aguas debajo de la descarga de RILES, sin embargo estas tres especies domesticas se mueven a lo largo de toda el área de estudio.

El Gráfico 11, muestra la variación en la riqueza de especies de mamíferos aguas abajo y aguas arriba de la descarga, a través de las temporadas desde inicios del monitoreo; donde se puede observar que en la mayoría de los muestreos la mayor riqueza de especies de mamíferos se encuentran aguas abajo, con la excepción de los veranos del 2006 y 2008, invierno del 2007 y otoños de los años 2006, 2007, 2008 y 2011. En el presente monitoreo, se sigue la tendencia, donde la mayor riqueza de especies se observó aguas abajo, donde se registraron las seis especies, mientras que sólo tres de ellas aguas abajo. Previo al verano del 2006, la mayor riqueza de mamíferos se registraba aguas abajo, sin embargo a partir de dicha fecha esta relación no se observa.

La presente campaña, con un total de 6 especies de mamíferos, presentó un menor valor a la misma estación del año anterior (invierno 2011, n=8), sin embargo, de estas sólo 3 corresponden a especies nativas (ratón orejudo amarillento, ratón andino y zorro culpeo), mientras que 3 corresponden a especies domesticas (caballo, burro y cabra).

Gráfico 11: Riqueza de mastofauna, por ambiente. Otoño 1997 a invierno 2012



Fuente: Elaboración propia.

La riqueza de especies de micromamíferos fue de 2 taxa tanto aguas arriba como aguas abajo. En ambos sectores se registró a *P. xanthopygus y A. andinus*. En cuanto a sus abundancias, el mayor número de individuos correspondió a *P. xanthopygus,* con un total de 13 ejemplares versus los 6 registrados de *A. andinus*. A diferencia de la campaña pasada de invierno 2011, las mayores abundancias de estos dos micromamíferos se presentaron en el sector de aguas arriba (8 *P. xanthopygus* y 4 *A. andinus*), coincidiendo con la tendencia que se comenzó a registrar desde el verano 2010, donde las mayores abundancias de estas especies se registraban aguas arriba (Tabla 25).

En cuanto a macromamíferos, se identificó sólo una especie nativa: el zorro culpeo (L. culpaeus), registrado en ambos sectores. La presencia de este mamífero fue registrada mediante la presencia de huellas tanto en las estaciones de visita olfativa, como en el suelo de algunos sitios de muestreo. Con respecto a las 3 especies domesticas identificadas, en el sector de aguas abajo, se constató la

presencia de *C. hircus, E. asinus y E. caballus*, mientas que estas especies no fueron observadas en el sector de aguas arriba (Tabla 25). Sin embargo, para estas 3 especies se encontró la presencia de huellas en ambos sectores, mostrando el uso de toda la quebrada en busca de forraje.

Del análisis de la abundancia acumulada para la mastofauna nativa, se desprende que la especie *P. xanthopygus* presenta la mayor cantidad de individuos, tanto aguas arriba como aguas abajo, patrón que se mantuvo en la presente campaña (Gráfico 12).

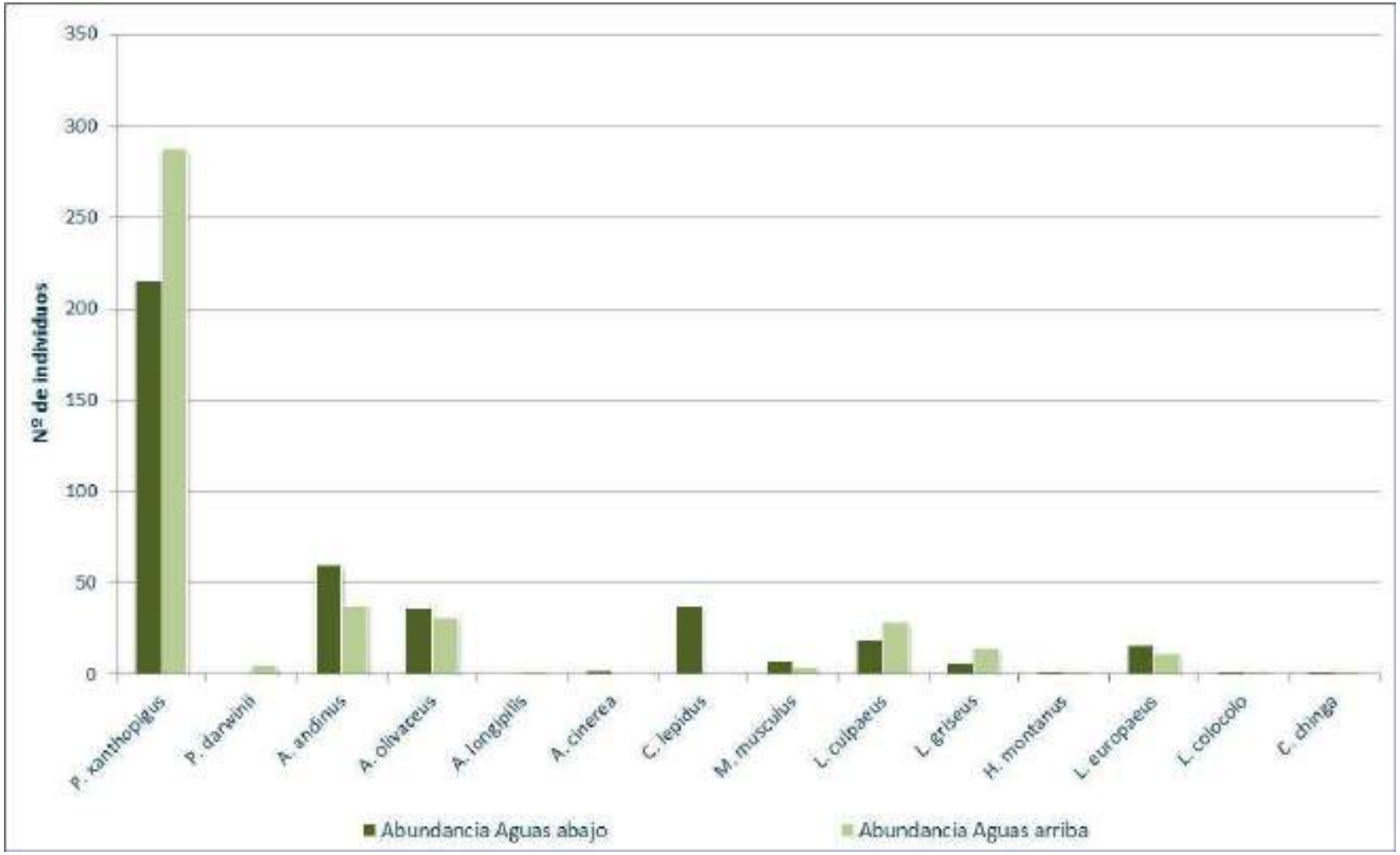
En el Gráfico 13, se presentan las abundancias estacionales de micromamíferos, aguas abajo entre Verano del 2000 a invierno del 2012, mientras que el Gráfico 14 presenta las abundancias estacionales de micromamíferos, aguas arriba entre Verano del 2000 a invierno del 2012.

Tabla 25: Abundancias Mastofauna por especie campaña invierno 2012

Especie	Nombre común	Aguas Abajo	Aguas Arriba	Total
Micromamíferos				
Abrothrix andinus	Ratón andino	2	4	6
Phyllotis xanthopygus	Ratón orejudo amarillo	5	8	13
	Total Micromamíferos	**7**	**12**	**19**
Macromamíferos				
Lycalopex culpaeus	Zorro culpeo	1	2	3
Equus caballus	Caballo	8	0	8
Capra hircus	Cabra	21	0	21
Equus asinus	Burro	1	0	1
	Total Macromamíferos	**31**	**2**	**33**
Total Mastofauna		**38**	**14**	**52**

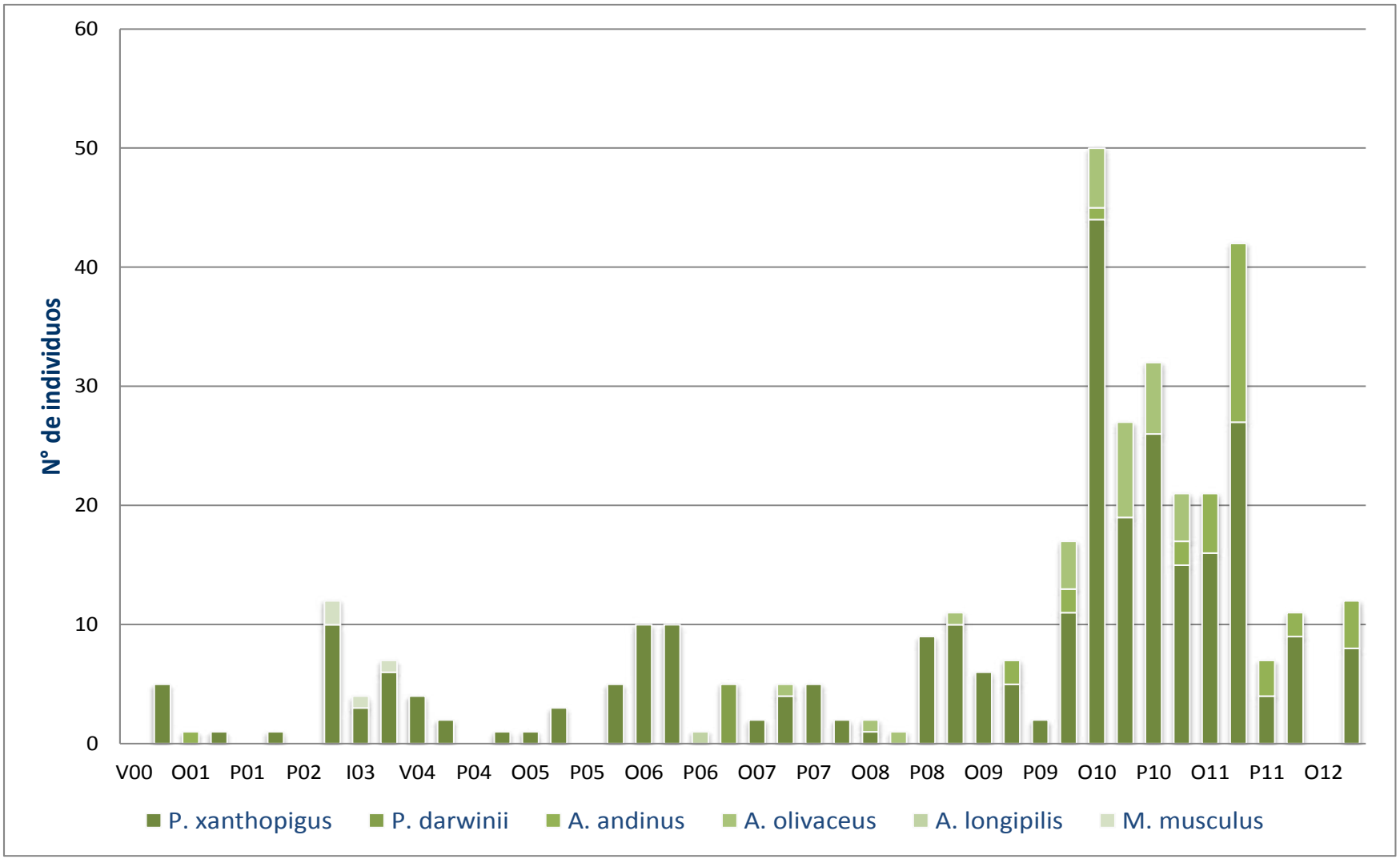
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 12: Abundancia acumulada para las especies de mastofauna, verano 2000 a invierno 2012.



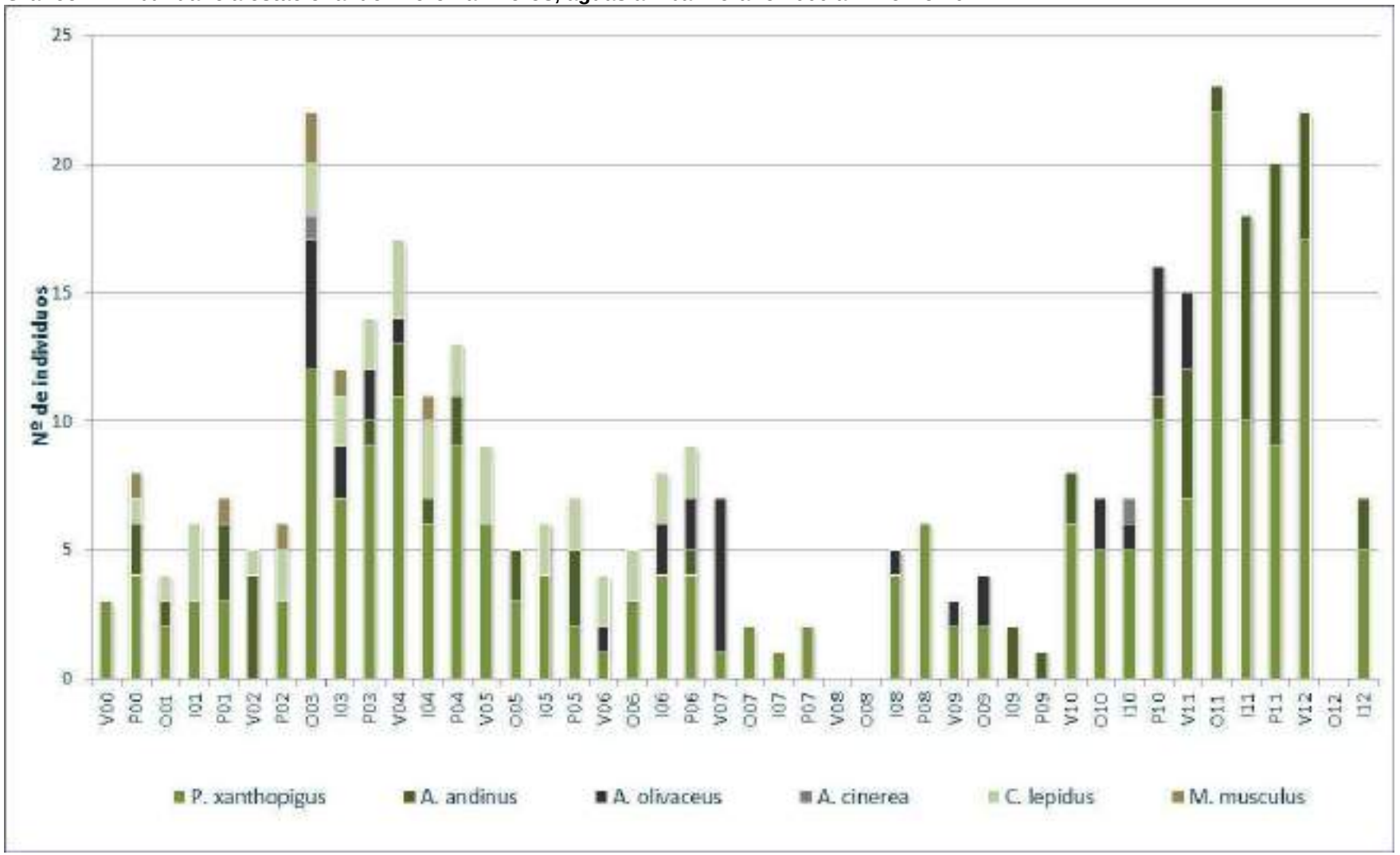
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 13: Abundancia estacional de micromamíferos, aguas abajo. Verano 2000 a invierno 2012.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 14: Abundancia estacional de micromamíferos, aguas arriba. Verano 2000 a invierno 2012.



Fuente: Elaboración propia.

De las especies de mamíferos registrados en esta campaña, *L. culpaeus*, es la única que se encuentra en categoría de conservación "Inadecuadamente Conocida" (SAG, 2012). *P. xanthopygus*, no se encuentra amenazada, sin embargo es una especie catalogada con densidades poblacionales reducidas (SAG, 2012). Finalmente *A. andinus,* no presenta problemas de conservación.

En la Tabla 2 del Anexo III se encuentra el resumen de las categorías de conservación de las especies avistadas a lo largo de este estudio según la Ley de Caza (D.S. N°5/98 D.O. 7/12/98 del MINAGRI), específicamente para la zona central y a la clasificaciones de especies lideradas por CONAMA (MINSEGPRES 2007, 2008a, 2008b, 2009, 2012a, 2012b y 2012c).

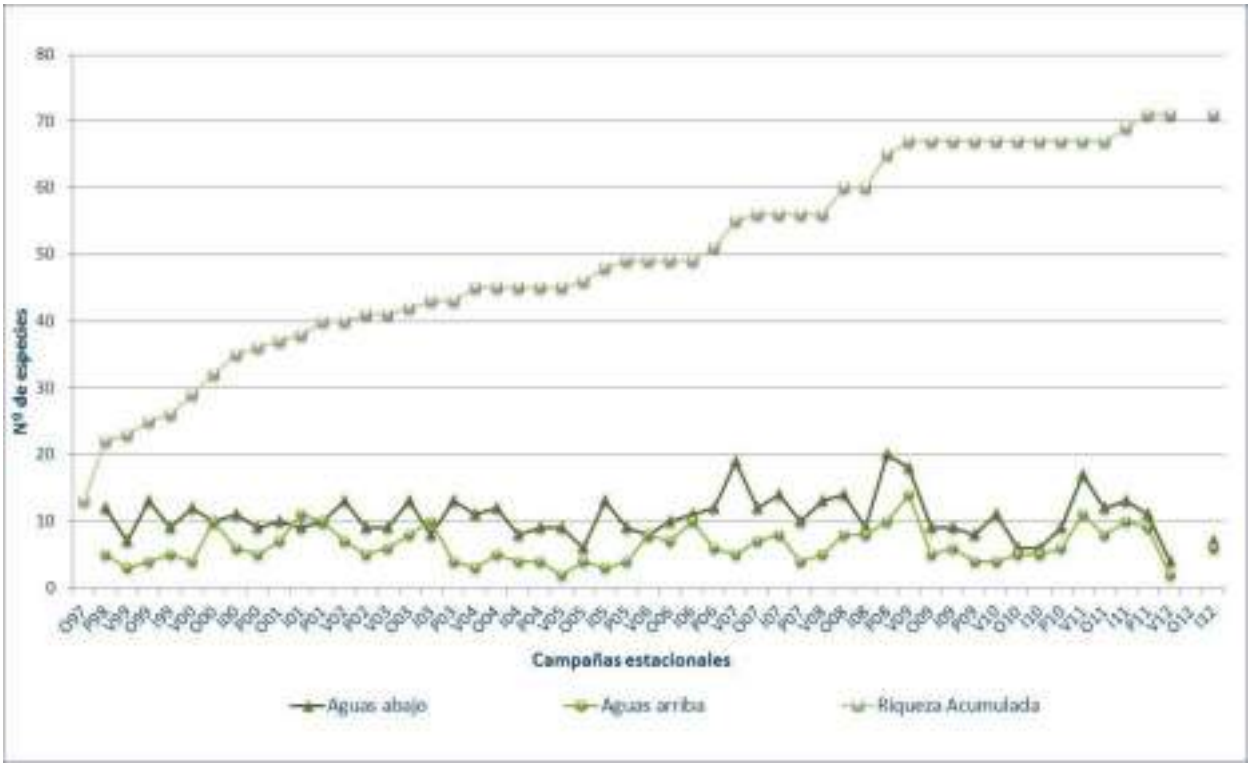
5.2.2 Aves

Durante la campaña de invierno 2012, se registró la presencia directa de 8 especies de aves dentro de toda el área de estudio, las cuales todas han sido registradas en monitoreos anteriores. Así, para todos los monitoreos de la Quebrada el Jardín, se han identificado un total de 71 especies de aves (Gráfico 15).

Con respecto al invierno pasado (2011), la riqueza de especies disminuyó de 18 a 8 especies, así como también disminuyó la abundancia (INV/11=184; INV/12=157). Por otra parte, 7 (87,5%) especies fueron registradas en el ambiente aguas abajo (5 paseriformes, 1 falconiforme y 1 anseriforme), mientras que aguas arriba se identificaron 6 especies (75%) (5 paseriformes y 1 falconiforme).

La riqueza de aves por sector, ha sido históricamente mayor en el sector A (aguas abajo), exceptuando las campañas de invierno 2001 y 2003. Esta mayor riqueza de especies se debería a la presencia de hábitats acuáticos abajo de la descarga, situación que no ocurre aguas arriba de ésta (Gráfico 15). Esta tendencia volvió a presentarse durante la presente temporada de verano 2012, sin embargo la diferencia es de sólo una especie (*Lophonetta specularioides*).

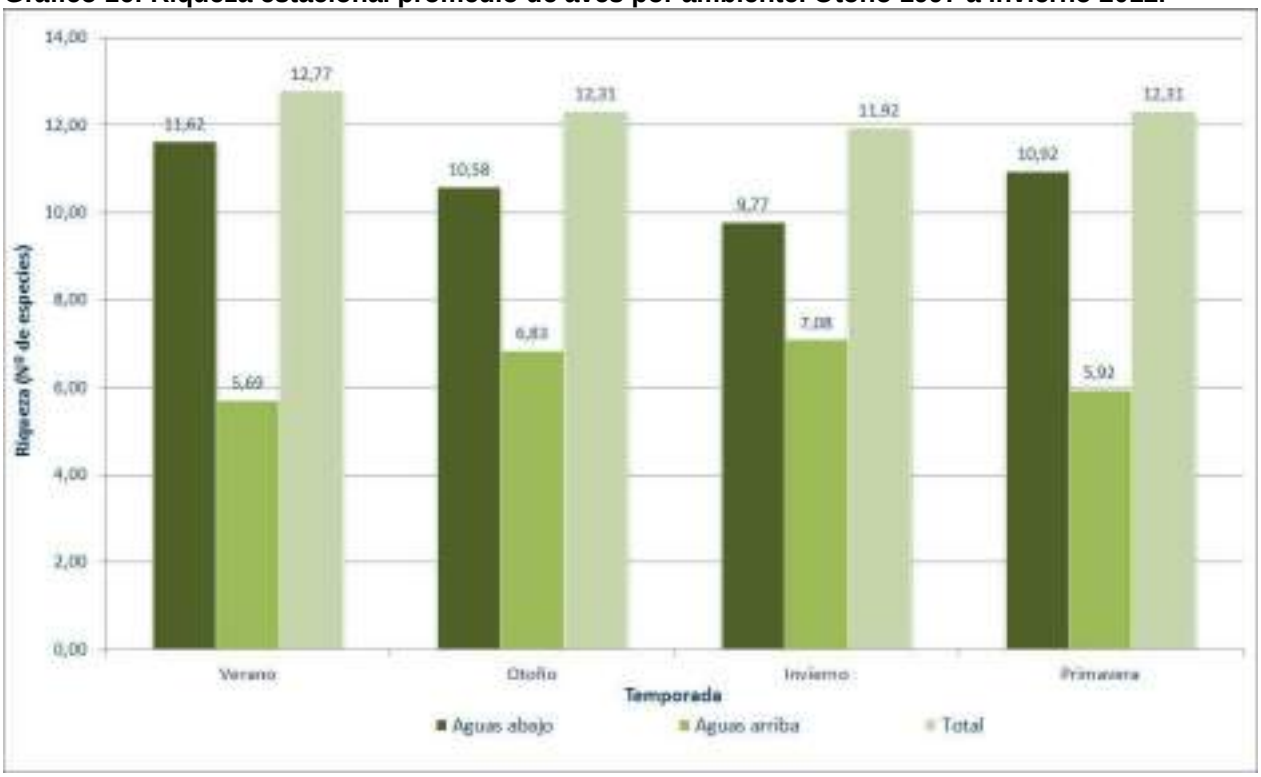
Gráfico 15: Riqueza de avifauna acumulada. Otoño 1997 a invierno 2012.



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al promedio de la riqueza de especies por temporada, para el área de estudio, esta se mantiene estable (el promedio de riqueza para todas las temporadas es de 12,27 especies). Analizando cada sector, a lo largo del año, se observa que aguas abajo presenta siempre una mayor riqueza de especies comparado con el sector de aguas arriba (Gráfico 16), situación que se repitió en la actual campaña.

Gráfico 16: Riqueza estacional promedio de aves por ambiente. Otoño 1997 a invierno 2012.



Fuente: Elaboración propia.

Entre las aves asociadas a la quebrada El Jardín, en la presente temporada, la abundancia total asciende a 157 individuos. Aguas abajo, se contabilizaron 85 ejemplares y aguas arriba 72. Las especies más abundantes correspondieron al cometocino de Gay (*Phrygilus gayi*, ver Fotografía 9, Tabla 2, Anexo I) con un 57,96% de abundancia relativa, seguida por la dormilona de nuca rojiza (Muscisaxicola rufivertex, ver Fotografía 10, Tabla 2, Anexo I) con un 14,65%, el chincol (*Zonotrichia capensis*, ver Fotografía 11, Tabla 2, Anexo I) , el tijeral (*Leptasthenura aegithaloides*), la golondrina de dorso negro (*Pygochelidon cyanoleuca*) y chirihue verdoso (*Sicalis olivecens*) con 10,19%, 5,10%, 4,46% y 4,46% respectivamente, el pato juarjual (*Lophonetta specularioides* ver Fotografía 12, Tabla 2, Anexo I) con 1,91% y finalmente el aguilucho (*Geranoaetus polysoma*, ver Fotografía 13, Tabla 2, Anexo I) con un 1,27% de abundancia relativa (Tabla 26).

Entre las especies de aves asociadas a ambientes acuáticos, sólo se observaron e individuos de *L. specularioides* (pato juarjual).

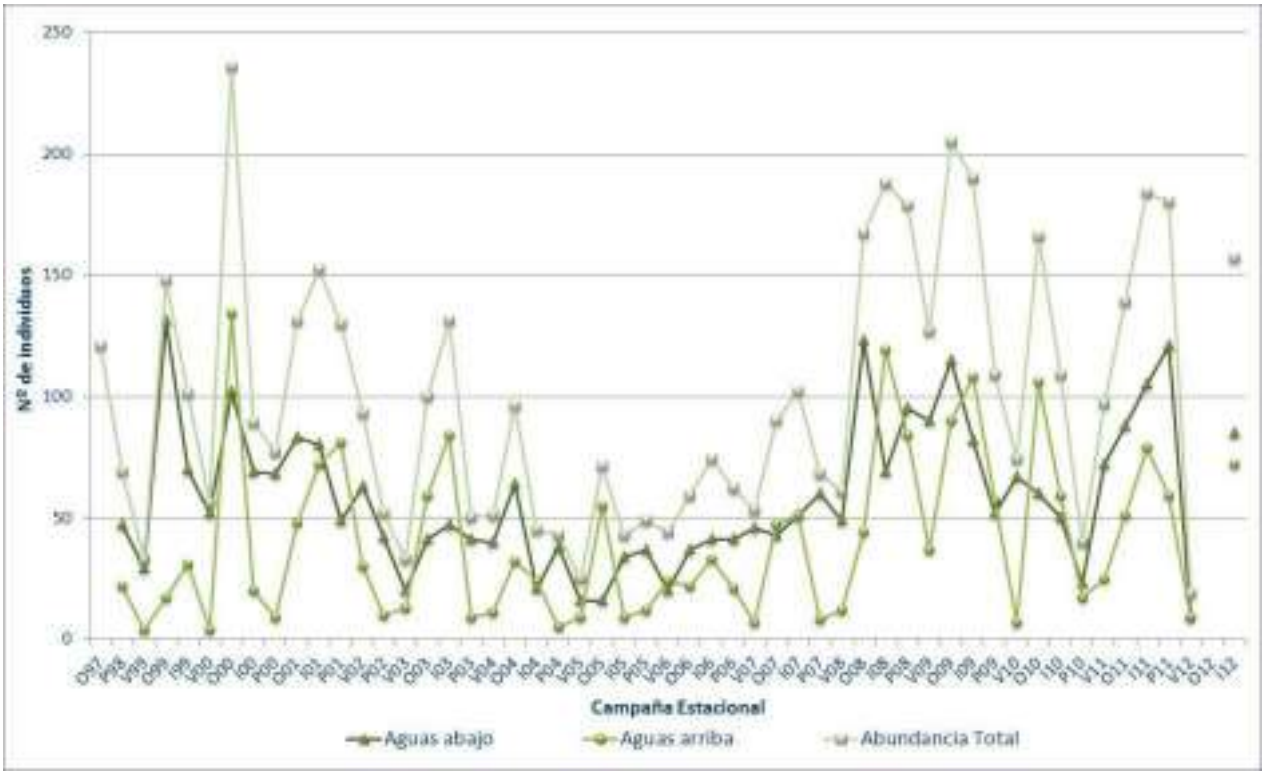
Tabla 26: Abundancia total y relativa de aves, campaña de verano 2012

Especie	Nombre común	N° de individuos		Total	Abundancia relativa (%)
		Sitio A	Sitio B		
Geranoaetus polysoma	Aguilucho	1	1	2	1,27
Muscisaxicola rufivertex	Dormilona nuca rojiza	17	6	23	14,65
Pygochelidon cyanoleuca	Golondrina de dorso negro	7	0	7	4,46
Sicalis olivacens	Chirihue verdoso	4	3	7	4,46
Leptasthenura aegithaloides	Tijeral	0	8	8	5,10
Lophonetta specularioides	Pato juarjual	3	0	3	1,91
Phrygilus gayi	Cometocino de Gay	47	44	91	57,96
Zonotrichia capensis	Chincol	6	10	16	10,19
Abundancia		**85**	**72**	**157**	**100,00**

Fuente: Elaboración propia..

En general, en el área de estudio, existe una menor abundancia en el ambiente aguas arriba, debido a que en este ambiente no existen mayores recursos hídricos como aguas abajo, lo que no permite la colonización de aves acuáticas. Durante esta temporada se observó una disminución en la abundancia de aves, comparado con la misma estación del año anterior (invierno 2011) (Gráfico 17).

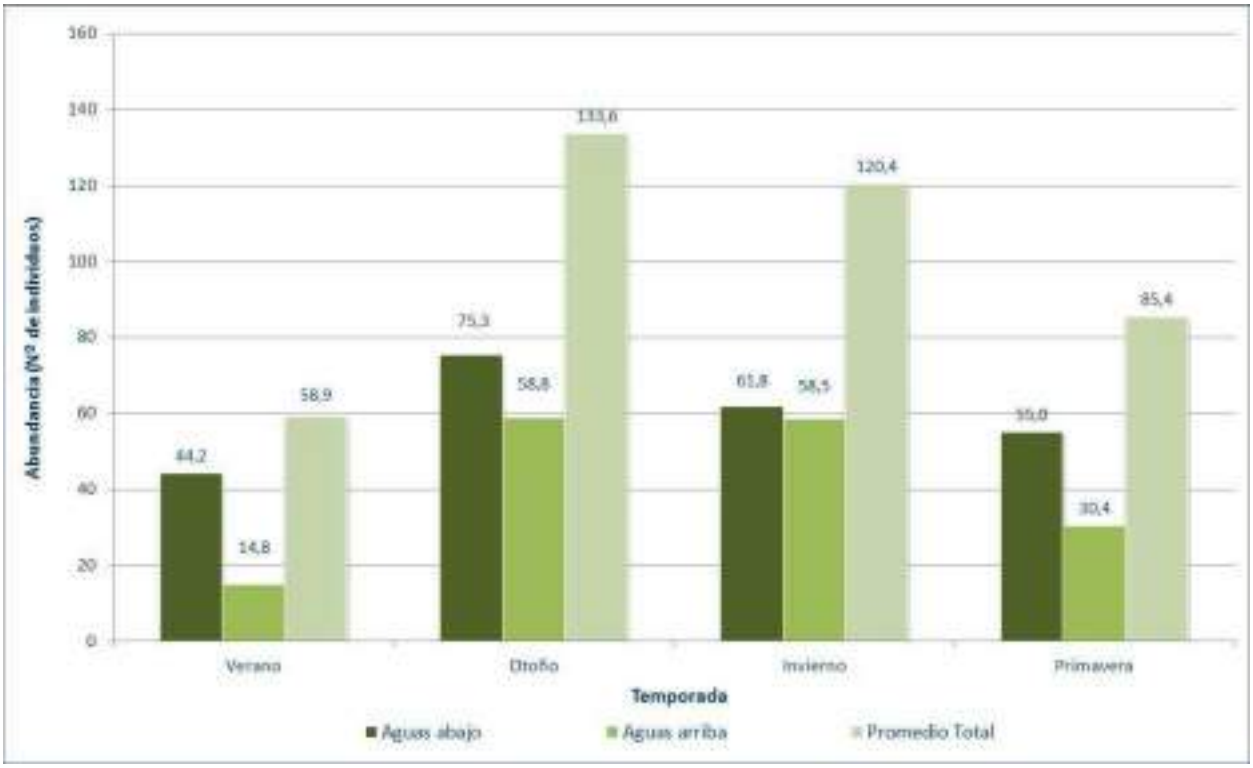
Gráfico 17: Abundancia de aves por ambiente. Otoño 1997 a Invierno 2012.



Fuente: Elaboración propia.

Al comparar las temporadas en función de las abundancias totales para las aves, las temporadas de otoño e invierno, presentan las mayores abundancias promedios para el área de estudio; el sector aguas abajo presenta siempre mayor abundancia que el sector aguas arriba. Mientras que la temporada de verano, es la que presenta menor abundancia para ambos sitios de muestreo (Gráfico 18), situación que se vio reflejada claramente en la presente campaña de invierno 2012, donde se registró una alta abundancia (157 individuos).

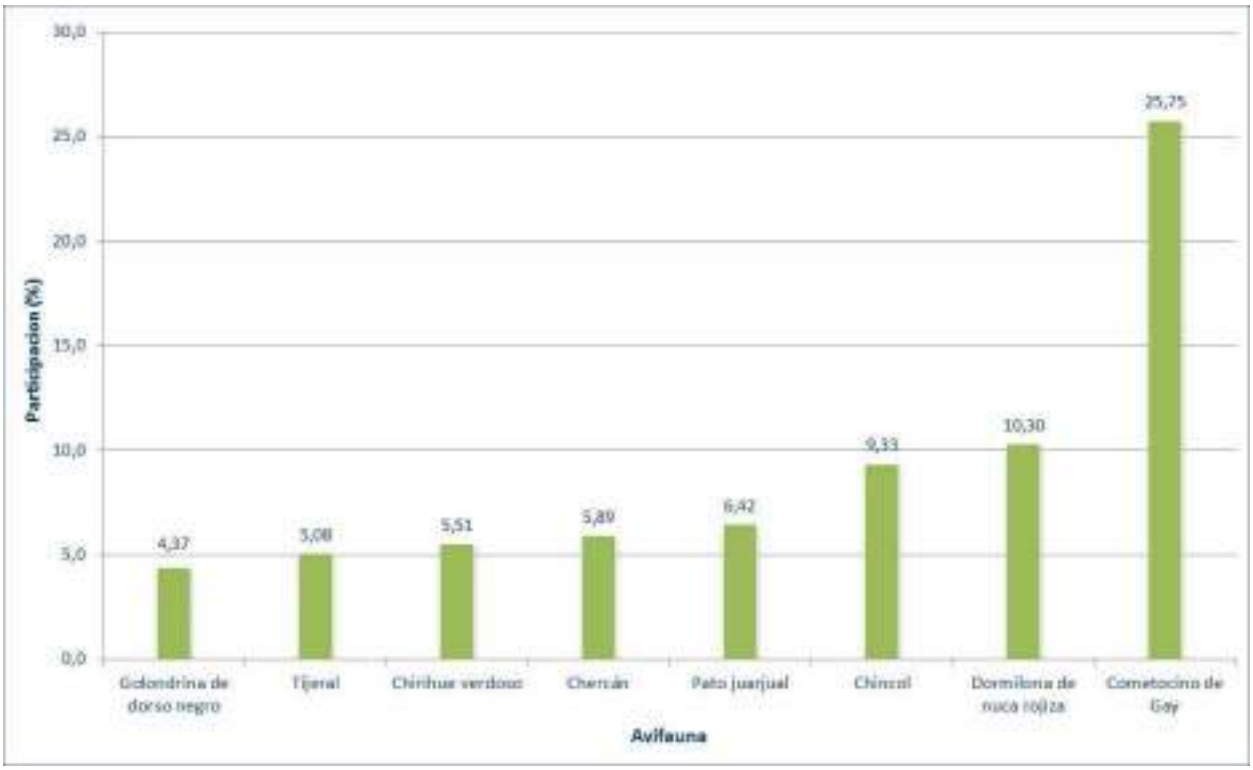
Gráfico 18: Abundancia estacional promedio de aves, otoño 1997 a invierno 2012.



Fuente: Elaboración propia.

A lo largo de todo el monitoreo, se han identificado a las especies con mayor participación en la comunidad de aves de la Quebrada El Jardín, es decir, aquellas que respecto de su abundancia acumulada, demuestran su importancia en la frecuencia de observación estacional. De acuerdo a este concepto, la temporada de invierno del 2012, el tijeral presentó la mayor participación en la comunidad; esta especie junto a las especies dormilona de nuca rojiza y golondrina de dorso negro, son las únicas identificadas en la presente campaña, que no se clasifican como de baja abundancia. Las restantes especies, en su mayoría, son de baja abundancias pero frecuentes de encontrar en el área de estudio (Gráfico 19)

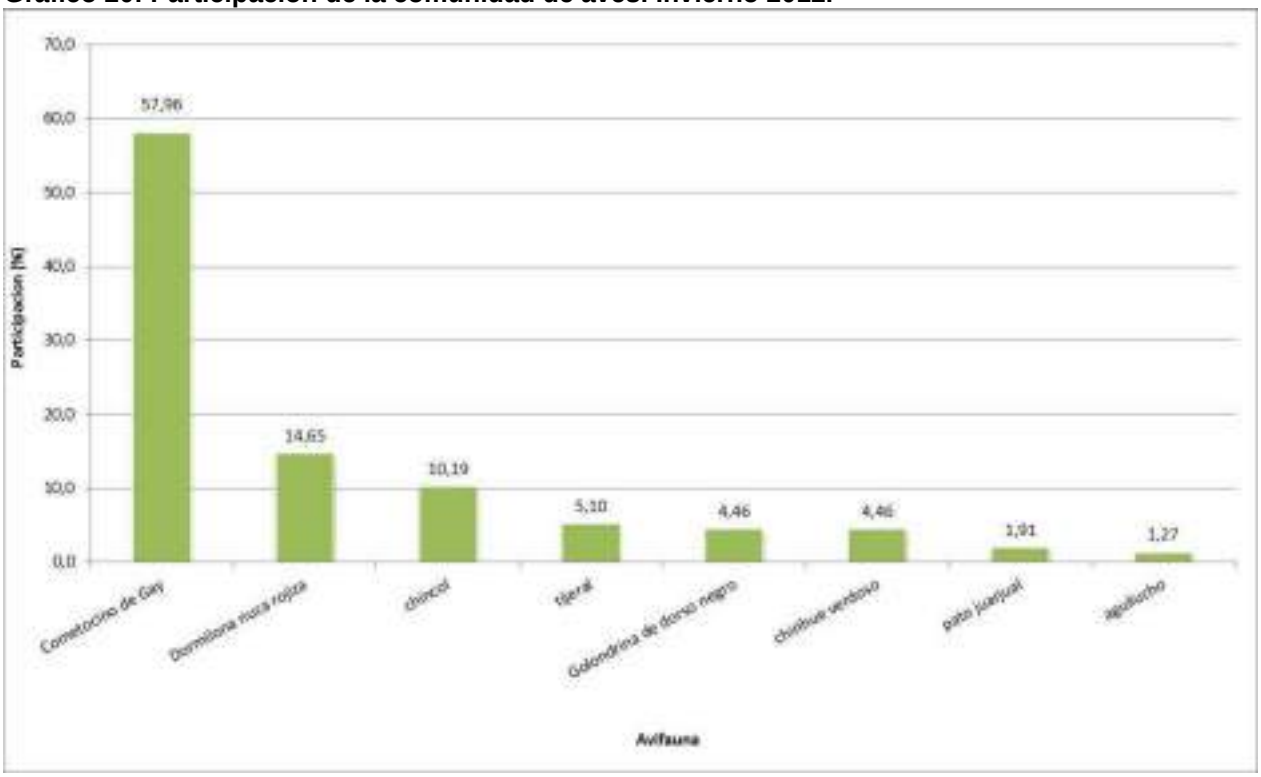
Gráfico 19: Abundancia relativa de la comunidad de aves. Otoño 1997 a invierno 2012.



Fuente: Elaboración propia.

En la presente campaña, se observan diferencias en el porcentaje de participación de especies en la comunidad de aves con respecto al monitoreo en general, siendo el cometocino de Gay (P. gayi) la especie con mayor participación (25,75%). El Gráfico 20, muestra la participación de las especies que se identificaron durante esta campaña de terreno.

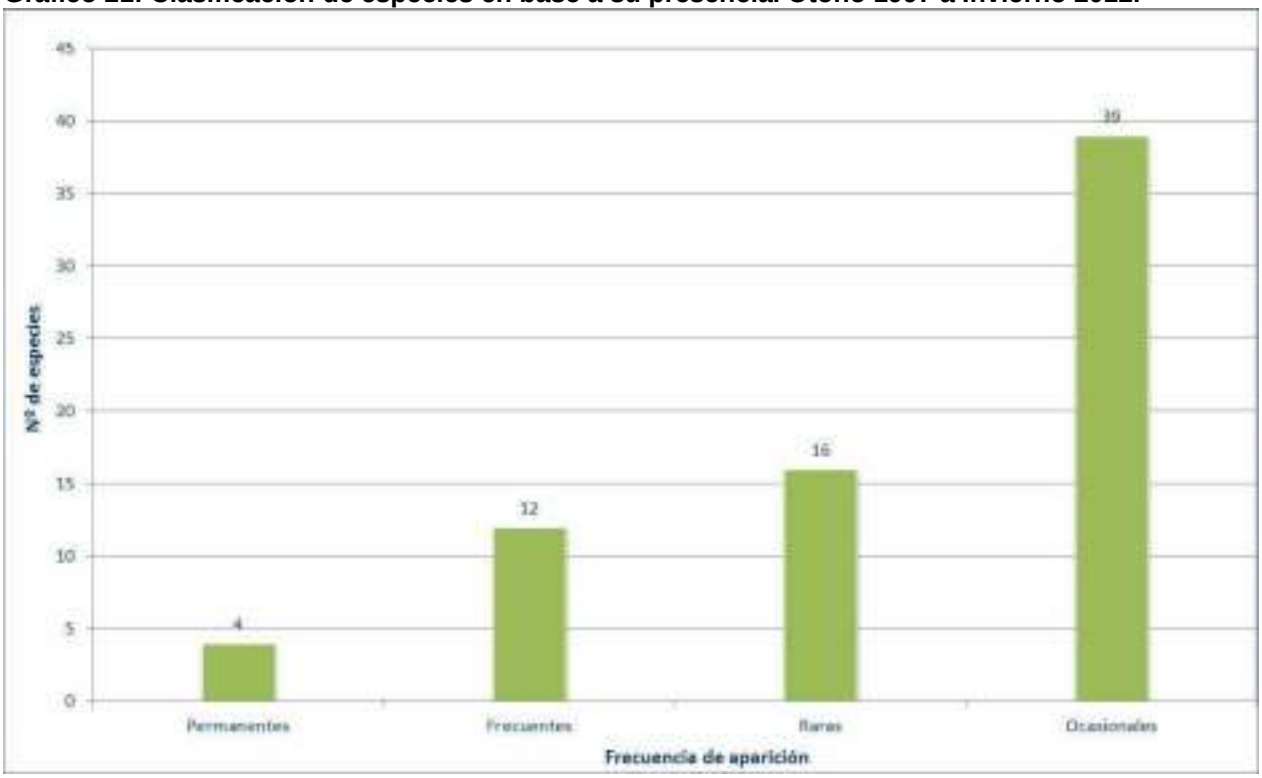
Gráfico 20: Participación de la comunidad de aves. Invierno 2012.



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la frecuencia de aparición, tomando en cuenta todas las temporadas muestreadas desde otoño 1997 a invierno 2012, se determinó que existen 4 especies permanentes, 12 especies frecuentes, 16 especies raras y 39 especies ocasionales (Gráfico 21).

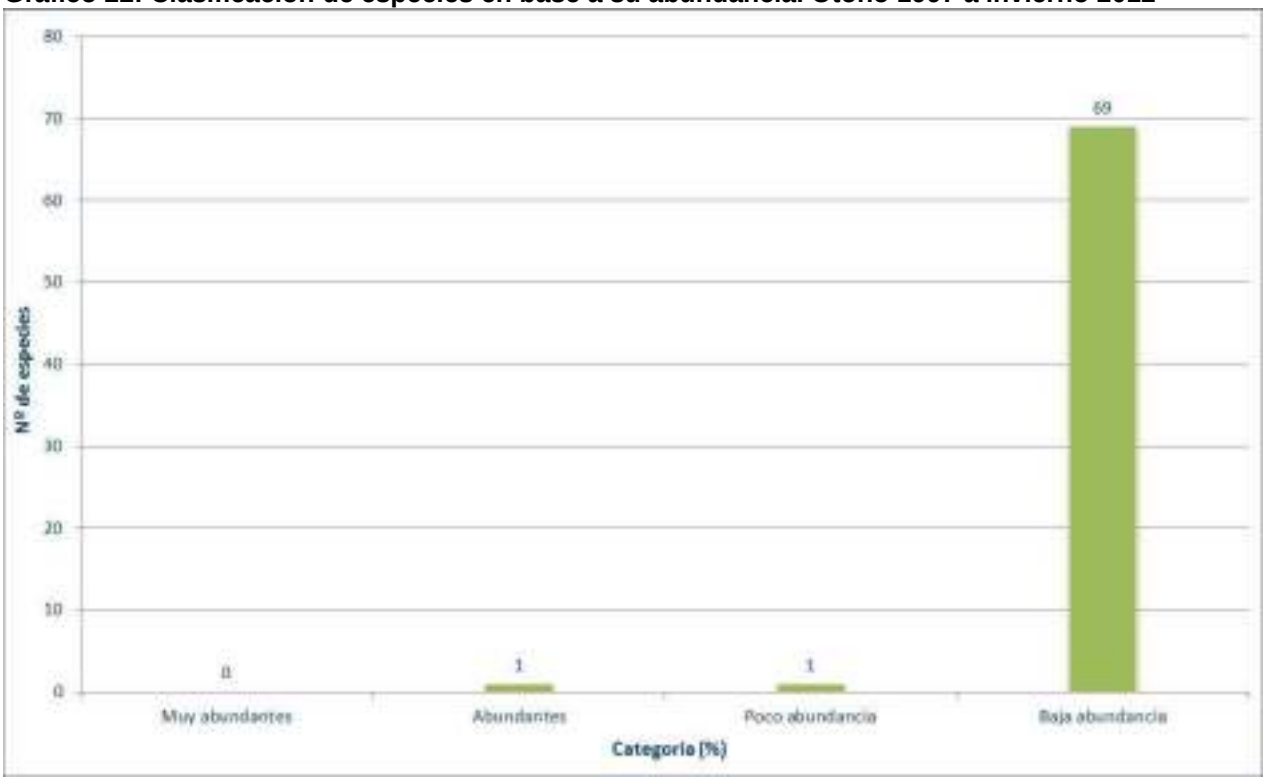
Gráfico 21: Clasificación de especies en base a su presencia. Otoño 1997 a Invierno 2012.



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la clasificación por abundancias, gran parte de las especies presentan baja abundancia en el sistema (n=69), mientras que las poco abundantes y abundantes, presentan sólo 1 taxa cada una. No se registran en tanto, especies muy abundantes (Gráfico 22).

Gráfico 22: Clasificación de especies en base a su abundancia. Otoño 1997 a invierno 2012



Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a las especies de aves identificadas en esta campaña, ninguna de ellas presenta problemas de conservación.

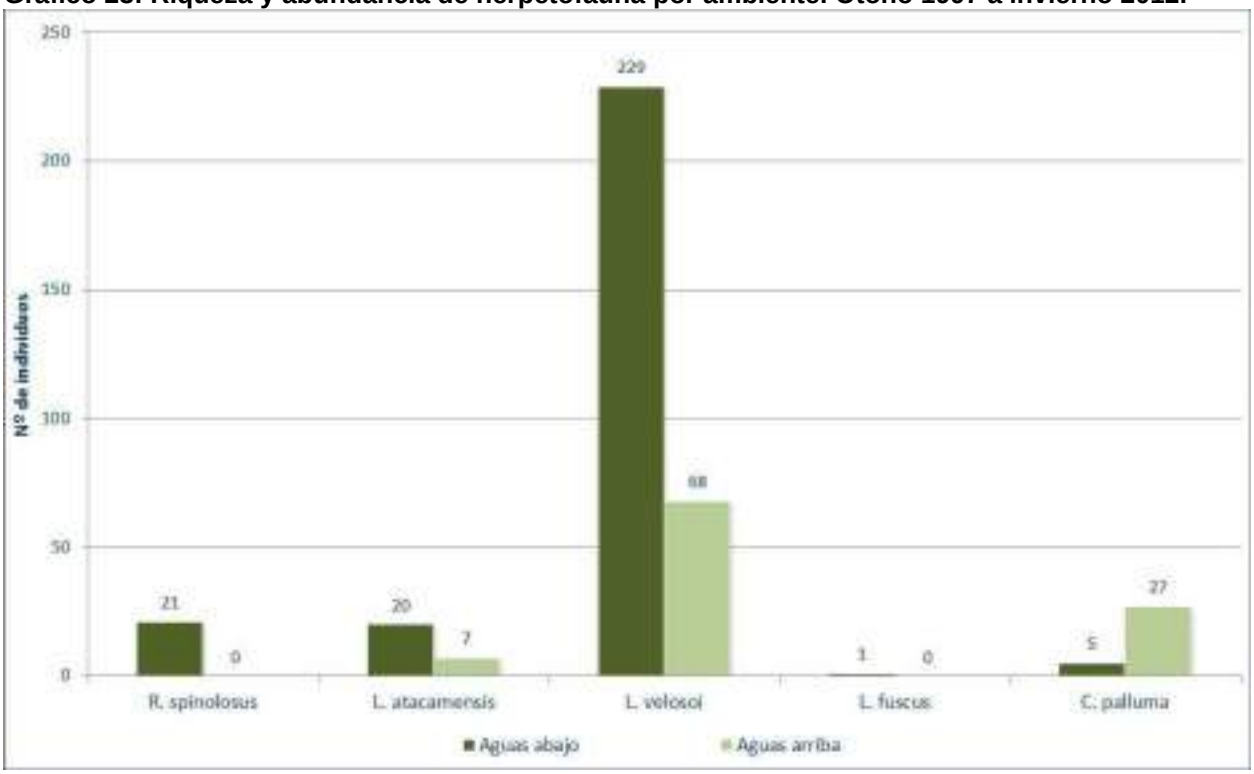
5.2.3 Herpetozoos

Para la presente temporada de invierno 2012, se registraron 14 individuos, correspondientes a dos especies, 2 ejemplares (aguas arriba) de *Callopistes palluma* (Iguana) y 12 individuos de *Liolaemus velosoi.*

Durante todo el monitoreo, se han registrado un total de cinco especies de herpetozoos, cuatro pertenecientes al grupo de reptiles *Callopistes palluma, Liolaemus atacamensis, Liolaemus velosoi y Liolaemus fuscus* y uno al grupo de anfibios, *Rhinella spinulosa*. La especie con la abundancia acumulada más alta corresponde a *L. velosoi* y la especie con la abundancia acumulada más baja a *Liolaemus fuscus* (Gráfico 23).

L. velosoi, es la especie cuya abundancia promedio observada en los monitoreos de la quebrada es la más alta, presentando una abundancia promedio mayor aguas abajo (5,33 individuos promedio) con respecto a aguas arriba de la descarga (1,58 individuos promedio). Consecuentemente con estos resultados, en la presente campaña, esta especie fue la más avistada en los sitios de monitoreo observándose igual abundancia en ambos sectores de muestreo. Por su parte, *Callopistes palluma*, sólo fue registrada por huellas en el sector de aguas arriba, zona donde presenta una distribución de la abundancia inversa, con la mayor abundancia promedio arriba de la descarga (0,63 individuos promedio).

Gráfico 23: Riqueza y abundancia de herpetofauna por ambiente. Otoño 1997 a invierno 2012.

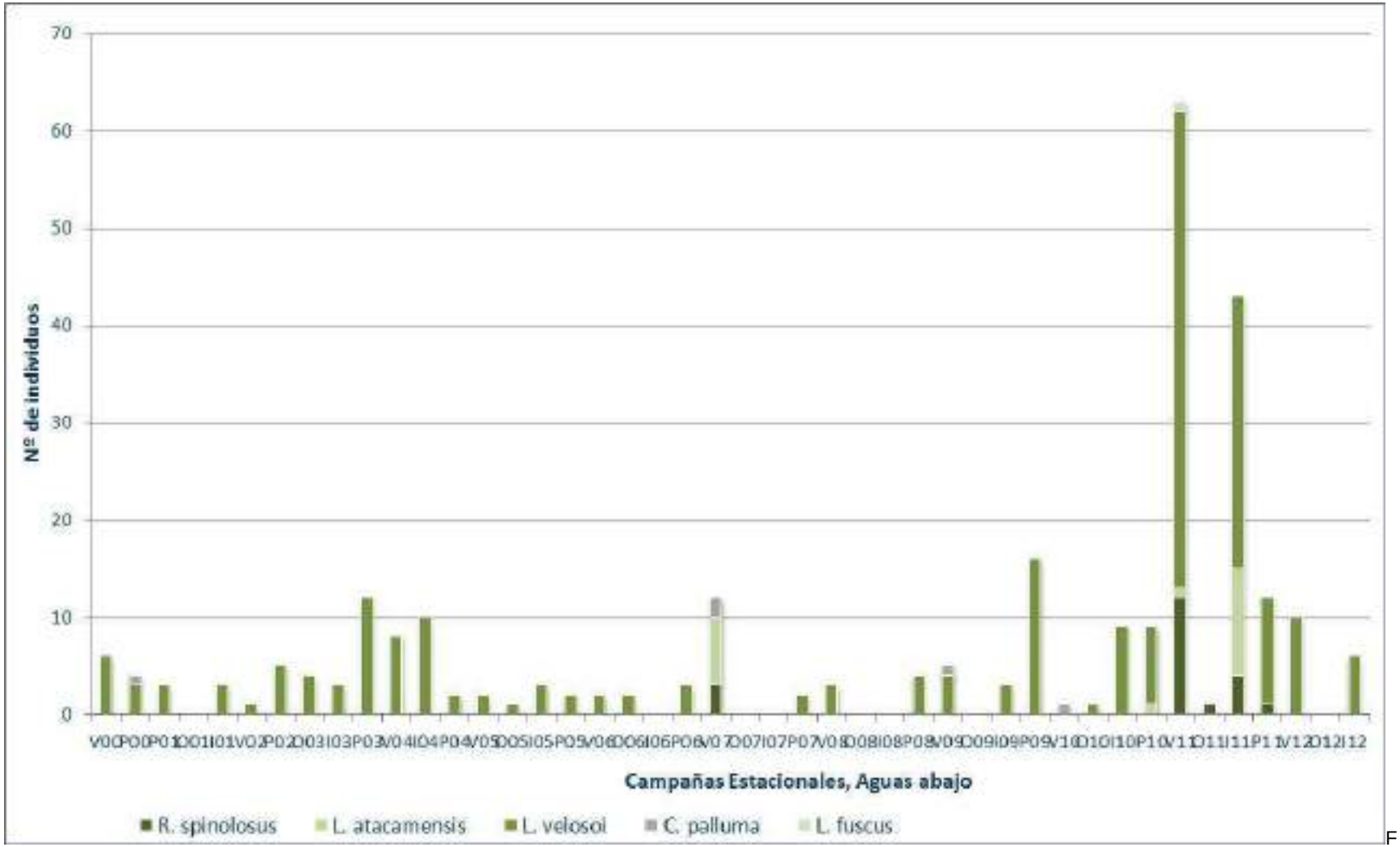


Fuente: Elaboración propia.

A lo largo del monitoreo se ha podido observar que *L. velosoi* ha sido más abundante estacionalmente, sobre todo aguas abajo, sin embargo, a partir de la primavera de 2006 se puede apreciar un aumento de su abundancia aguas arriba. No obstante esto último, en la presente temporada, se registró la misma cantidad de individuos en aguas arriba como aguas abajo. En tanto, *C. palluma*, es más

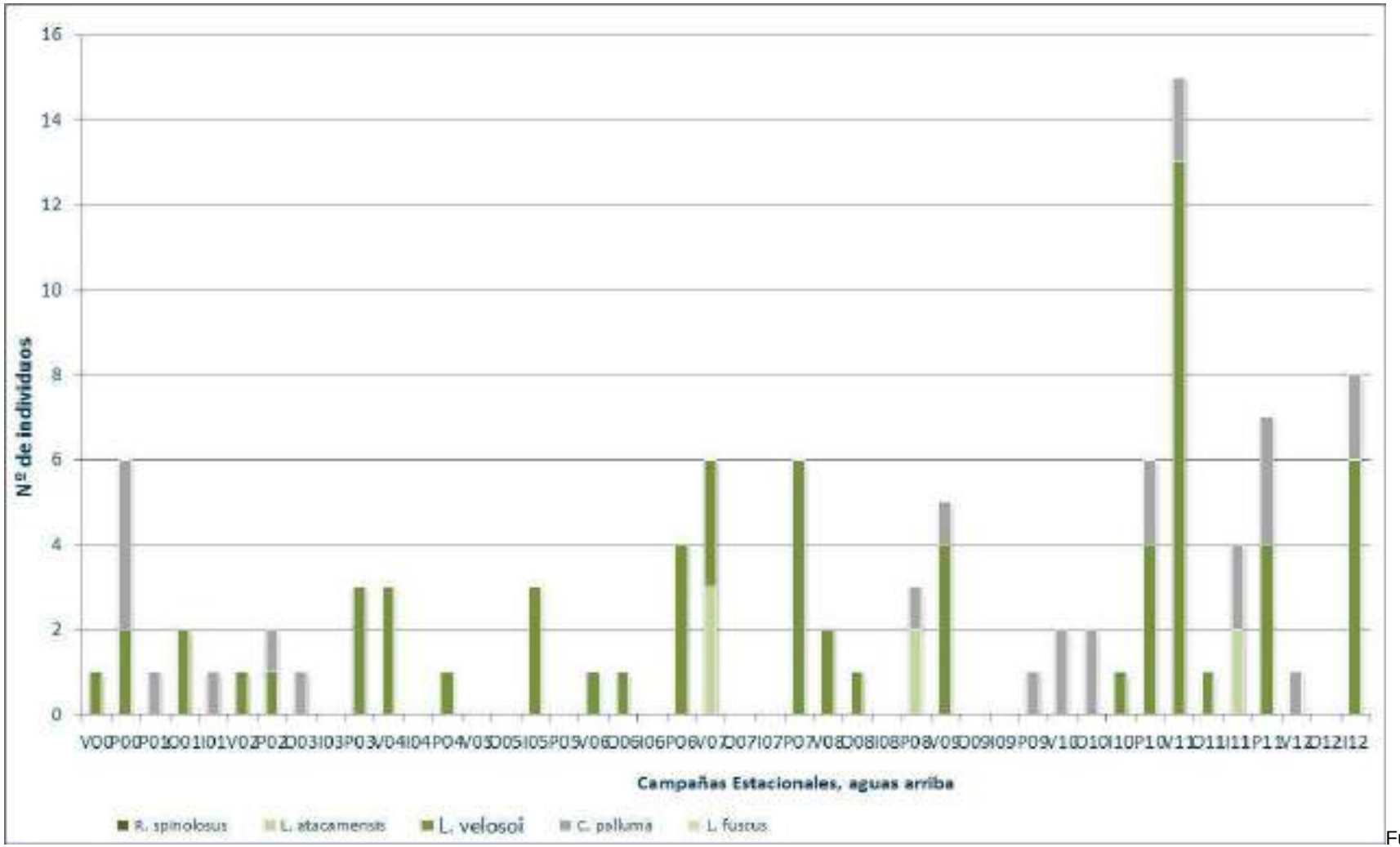
frecuente aguas arriba de la descarga, coincidiendo con lo observado en la actual campaña de invierno 2012 (Gráfico 24 y Gráfico 25).

Gráfico 24: Riqueza y abundancia de herpetofauna. Verano 2000 a invierno 2012. Aguas abajo.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 25: Riqueza y abundancia de herpetofauna. Verano 2000 a invierno 2012. Aguas arriba.



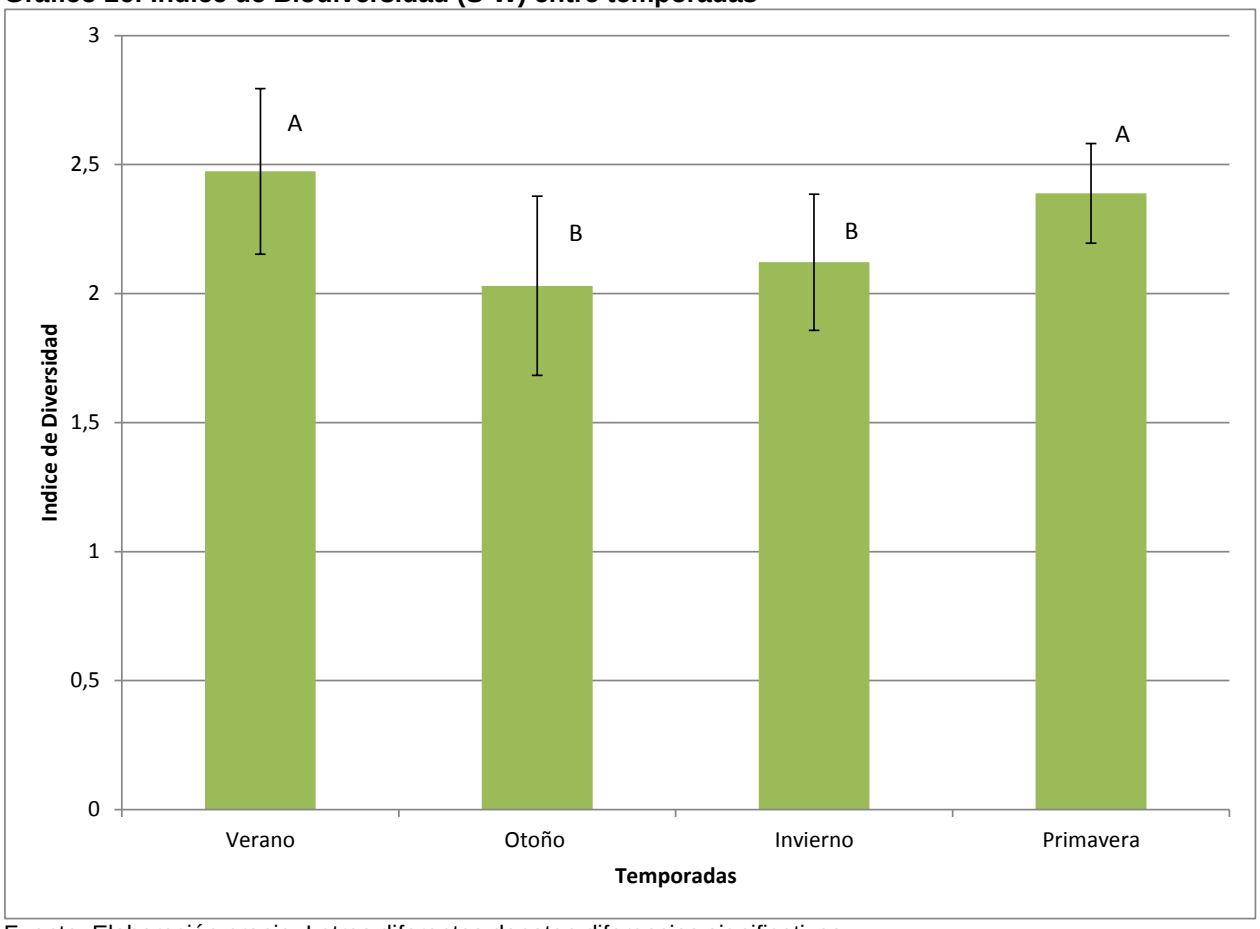
Fuente: Elaboración propia.

5.2.4 Índices de Biodiversidad de Shannon-Wiener y Equidad

Se observaron diferencias significativas en los valores de diversidad entre las temporadas monitoreadas (ANOVA; F=5,887; p=0,002). Así, los valores mayores de diversidad se presentan en verano y primavera, sin diferencias significativas entre ellas pero diferenciándose de lo encontrado en invierno y otoño, que presentan significativamente menor diversidad (Gráfico 26).

Por otra parte, entre el otoño e invierno no se encuentran diferencias significativas.

Gráfico 26: Índice de Biodiversidad (S-W) entre temporadas



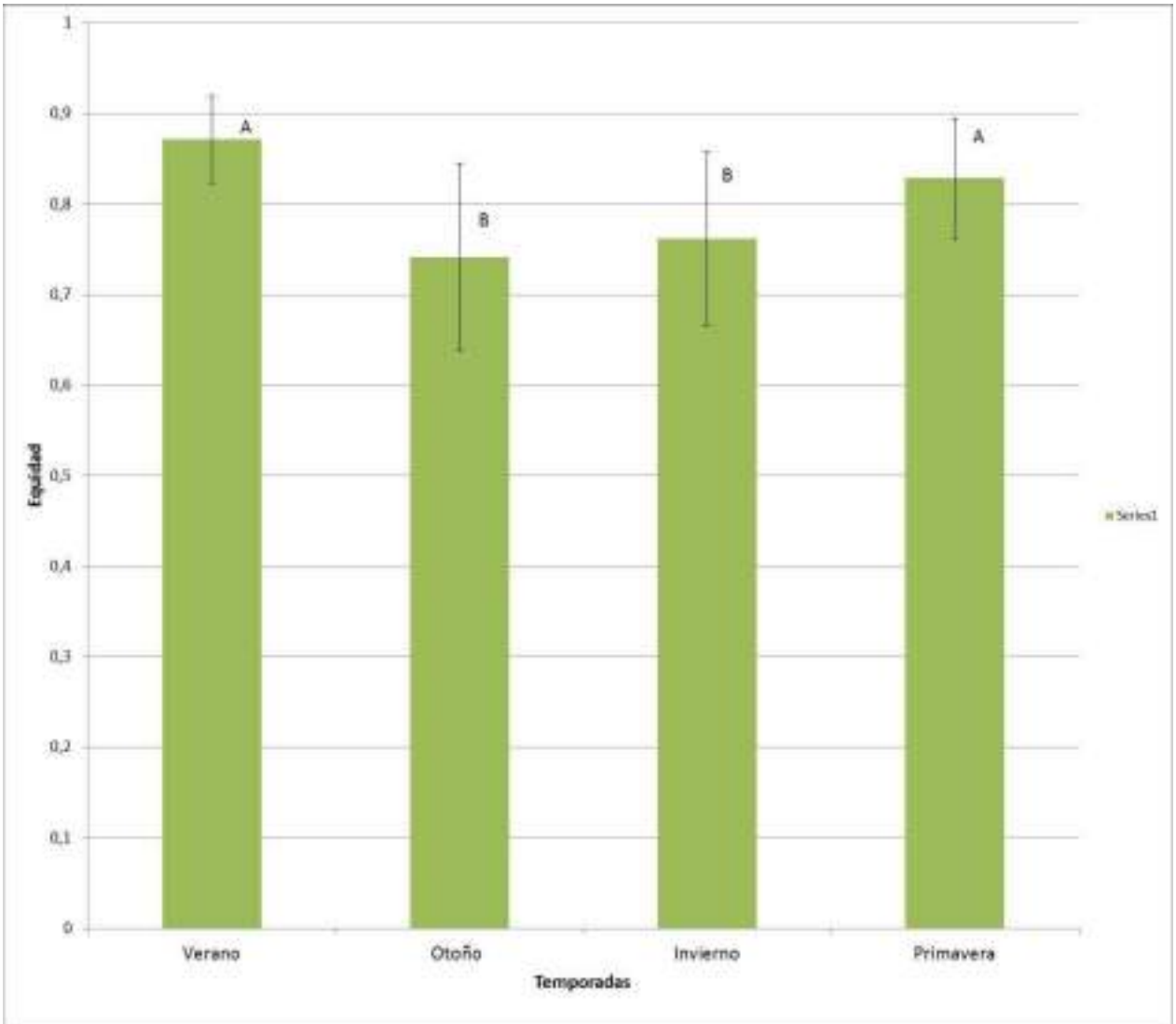
Fuente: Elaboración propia. Letras diferentes denotan diferencias significativas.

Al analizar el índice de Equidad, se observan diferencias significativas entre las temporadas de verano con las de otoño e invierno, indicando mayor homogeneidad en la distribución de las especies en verano. Por otra parte, no hubo

diferencias estadísticas entre el verano y la primavera, y entre el otoño, el invierno y la primavera, mostrando distribuciones semejantes de las especies entre estas temporadas (F=7,05; P=0,001) (Gráfico 27).

El detalle de los resultados estadísticos se presenta en el Anexo IV.

Gráfico 27: Índice de Equidad entre temporadas



Fuente: Elaboración propia. Letras diferentes denotan diferencias significativas.

6. CONCLUSIONES

A la luz del análisis integral de los resultados del monitoreo a largo plazo de la Quebrada El Jardín, se puede concluir que la descarga de RILes, asociada a la Fundición Potrerillos, no evidencia efectos generales en cuanto a la riqueza y abundancia de los componentes flora y fauna terrestre. Por otra parte, la disminución, desde el año 2009, de las aguas descartadas por mejora en la recirculación y sistemas de captación no implicaron cambios en la riqueza y abundancia de la flora y fauna del sector lo que permite evidenciar la relativa independencia de estos componentes frente a la descarga. Esta independencia se explica por la presencia natural de cursos de aguas superficiales y sub-superficiales en la Quebrada El Jardín y la adaptación de la vegetación del sector al déficit hídrico que disminuyen la importancia de estos aportes externos para el ecosistema de la zona.

6.1 Flora y vegetación

Con respecto a la flora y vegetación, el análisis de la temporada de invierno 2012, indica que la riqueza y abundancia mantienen el comportamiento observado durante los monitoreos anteriores, los cuales son mayores en el sector agua abajo de la descarga respecto al sector agua arriba (testigo de referencia en el estudio). Considerando las fluctuaciones anuales de la vegetación se observa una disminución en el número de especies vegetales del sector B, y también una leve disminución en la cobertura vegetal en la presente temporada de invierno en comparación con las campañas de monitoreo de primavera y verano anteriores. Esta situación se asocia al receso vegetativo natural de la gran mayoría de las especies anuales en este periodo del año.

Por otra parte, el análisis integral de los resultados de toda la temporada del monitoreo (1998-2012), apoyado con herramientas estadísticas, permite evidenciar que los sistemas vegetacionales de los sectores aguas abajo y aguas arriba presentan coberturas vegetales y condiciones fitosociológicas estables en el tiempo.

Esto permite concluir que no se evidencian efectos significativos de la descarga sobre el componente flora y que las fluctuaciones observadas entre campañas de muestreo, tanto en términos de cobertura como de riqueza específica, corresponden a variaciones naturales tales como las fluctuaciones climáticas. Por otra parte, cabe mencionar que la disminución del volumen de descarga desde el año 2009 acompañado por modificaciones cualitativas (disminución de los aportes de materia orgánica asociada a la entrada en operación de la planta de tratamiento de aguas servidas de potrerillos) no se refleja en la dinámica de la vegetación del sector. Esta situación indica la autosustentabilidad del componente vegetal del sector y su baja sensibilidad frente a los aportes de la descarga de RILes.

6.2 Fauna

El análisis integral de los resultados de todas la temporadas del monitoreo (1998-2012) muestran, a parte de las fluctuaciones naturales, una relativa estabilidad de las poblaciones de vertebrados terrestres presentes en la zona de estudio. Sin embargo, dos clases de vertebrados demostraron variaciones significativas de abundancia y riqueza: Las aves acuáticas y los micromamíferos.

Respecto a las aves acuáticas, la disminución de la descarga desde el año 2009 implicó la desaparición de la laguna ubicada en el sector agua abajo. Lo anterior corresponde a una disminución significativa de los hábitats para este grupo de fauna y se relaciona con una disminución de la abundancia del pato juarjual (*L. specularoides*) que hoy en día se observa solamente de manera ocasional en la zona de estudio. Antes de la desaparición de la laguna, se registraba de manera permanente 5 a 7 individuos de esta especie en la cercanía de este espejo de agua.

Respecto a los micromamíferos, se observa un aumento de sus abundancias con el paso de los años. Cabe destacar que este aumento es más significativo agua arriba de la descarga lo que indica que esta evolución no corresponde a una consecuencia de la descarga de RILes y refleja variaciones de la dinámica poblacional natural de esta clase de vertebrados.

En cuanto a la herpetofauna, si bien se mantuvo la riqueza de especies observada en la campaña anterior (verano 2012), de 2 especies, al comparar con la misma temporada del año anterior (invierno 2011), esta disminuyo de 4 a 2. Pudiendo estar asociado a una hibernación más prolongada de reptiles el presente año, encontrándose una menor riqueza de especies.

Las variaciones poblacionales intra e interanuales en ambientes naturales, se encuentran muy descritas en la literatura. Estas se dan por muchos factores, donde las principales causas de estas dinámicas poblacionales son debidas a factores ambientales, como temperatura, precipitación, humedad, entre otros. La principal razón de esto, es que, fluctúa la capacidad de carga de los ambiente, generan variaciones en la disponibilidad de recursos como cantidad de alimentos y sitios de refugio, por la composición florística y formaciones vegetacionales que se desarrollen en cada periodo del año. Esto, estaría explicando las variaciones inter anuales e interestacionales de los distintos componentes de fauna (aves, mamíferos y herpetozoos).

Por otra parte, la ausencia del piuquén (*Cholephaga melanoptera*) desde la primavera 2011, no se puede relacionar con la disminución de la descarga de RILes dado que el territorio de la pajera antiguamente registrada se ubicaba en las orillas del estero de la Quebrada El Jardín que está sustentado mayoritariamente por aguas naturales del sector. La desaparición de los dos individuos de esta especie podría atribuirse a factores naturales o antrópicos tales como la casa ilegal o la depredación de los perros vagos.

Si bien la actividad minera implica un aumento de la presencia humana en el sector de la Quebrada, cabe mencionar que la mayoría de los impactos antrópicos observados en el área de estudio corresponden a actividades humanas históricas: ganadería de equinos y caprinos, fuegos, presencia de depredadores domésticos como perros, entre otros.

7. BIBLIOGRAFÍA

ARAYA, B. & G. MILLIE .1986. Guía de campo de las aves de Chile. Editorial Universitaria. Santiago, Chile, 404 pp.

ARAYA B. & G. MILLIE. 1998. Guía de campo de las aves de Chile. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 406 pp.

ARAYA, B. & M. BERNAL. 1995. Aves. Pp 350-360, en: Simonetti JA, MTK Arroyo, A Spotorno & E Lozada (Eds). Diversidad Biológica de Chile. Comisión Nacional de de Investigación Científica y Tecnológica, Santiago, Chile.

ARAYA B., M. BERNAL, R. SCHLATTER & M. SALLABERRY. 1995. Lista patrón de las aves de Chile. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 35 pp.

BENOIT, I. (ed.). 1989. Libro rojo de la flora terrestre de Chile (primera parte). Corporación Nacional Forestal, Santiago. 157 pp.

CEI, J.M. 1962. Batracios de Chile. Ed. Universidad de Chile. Santiago. 128 pp.

CLAVER, I. 1991. Guía para la Elaboración de Estudios del Medio Físico. Contenido y Metodología. Secretaría General Técnica Ministerio de Obras Públicas y Transportes de España. Tercera Edición 572 pp.

CONAMA. 2007. Primera lista de especies biológicas clasificadas. Diario oficial.

CONTRERAS, L.C. & J.L. YAÑEZ. 1995. Mamíferos. Pp 336-349, en Simonetti JA, MTK Arroyo, AE Spotorno & E Lozada (eds.) Diversidad biológica de Chile. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, Santiago. xii + 364 pp.

CORREA, C.L., SALLABERRY, M., GONZÁLEZ, B.A., SOTO, E.R. Y M.A. MÉNDEZ. 2007. Amphibia, Anura, Leiuperidae, *Pleurodema thaul*: Latitudinal and altitudinal distribution extensión in Chile. Check List 3: 267-270.

DAVIS, T.; BLASCO, D.; CARBONELL, M.(1996) Manual de la Convención de Ramsar: Una guia a la convención sobre los humedales de importancia internacional.. Oficina de la Convención de Ramsar. Gland, Suiza. 211 p.

DÍAZ-PÁEZ, H. & J.C. ORTIZ. 2003. Evaluación del estado de conservación de los anfibios en Chile. Revista Chilena de Historia Natural 76: 509-525

DONOSO-BARROS, R. 1966. Reptiles de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile. Santiago. 458 pp.

ETIENNE, M. & PRADO, C. 1982. Descripción de la vegetación mediante cartografía de ocupación de tierras Conceptos y manual de uso básico. Ciencias Agrícolas Nº10. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. 120 pp.

FORMAS, JR. 1995. Anfibios. En: Simonetti JA, MTK Arroyo, AE Spotorno & E Lozada (eds) Diversidad biológica de Chile: 314-325. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, Talleres de Artegrama, Santiago, Chile.

GAJARDO, R. 1994. La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Ed. Universitaria, Santiago. 165 pp.

GASTÓ J., F. COSIO & D. PANARIO. 1993. Clasificación de ecorregiones y determinación de sitio y condición. Manual de aplicación a municipios y predios rurales. Red de Pastizales Andinos. Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (CIID-Canadá), Santiago, Chile. 254 p.

GLADE, A. (ed). 1993. Libro rojo de los vertebrados terrestres de Chile. Corporación Nacional Forestal (CONAF), Santiago. 2ºEdición. 67 pp.

GOODALL, J.J., A.W. JOHNSON, & R.A. PHILIPPI B. 1946. Las aves de Chile, su conocimiento y sus costumbres. Vol. 1 Buenos Aires: Platt Establecimientos Gráficos S.A. 358pp.

GOODALL, J.D., A.W. JOHNSON & R.A. PHILIPPI. 1957. Las Aves de Chile. Tomo I. Platt Establecimientos Gráficos S.A. Buenos Aires. 445 pp.

IRIARTE, A. 2008. Mamíferos de Chile. Lynx Edicions. Barcelona, España, 420 pp.

JARAMILLO, A. 2003. Princeton Field Guides Birds of Chile. Princeton University Press, United States. 240pp.

JOHNSON, A.W. 1967. The Birds of Chile and Adjacent Regions of Argentina; Bolivia and Peru. Vol II. Buenos Aires: Platt Establecimientos Gráficos. 447 pp.

LUEBERT, F. & PLISCOFF, P. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Ed. Universitaria, Santiago. 316 pp.

MANN, G. 1978. Los pequeños mamíferos de Chile (marsupiales, quirópteros, edentados y roedores). Gayana Zoologia (Chile) 40: 1-342.

MARQUET, P., F. BOZINOVIC, G.A. BRADSHAW, C. CORNELIUS, H. GONZÁLEZ, J.R. GUTIERREZ, E.R. HAJEK, J.A. LAGOS, F. LÓPEZ-CORTEZ, L. NÚÑEZ, E.F. ROSELLO, C. SANTORO, H. SAMANIEGO, V.G. STANDEN, J.C. TORRES-MURA & F.M. JAKSIC. 1998. Los ecosistemas del desierto de Atacama y área andina adyacente en el norte de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 71: 593-617.

MELLA, J.E. 2005. Guía de campo de Reptiles de Chile Zona central. APG Peñaloza, F Novoa & M Contreras (eds.). Ediciones del Centro de Ecología Aplicada Ltda. 147 pp + xii.

MELLA, J.E., J.A. SIMONETTI, A.E. SPOTORNO & L.C. CONTRERAS 2002. Mamíferos de Chile, en G. Cevallos & J.A. Simonetti (eds.). Diversidad y Conservación de los mamíferos neotropicales. CONABIO-UNAM, México. 151-183.

MÉNDEZ, M., SOTO, E.R., TORRES-PÉREZ, F. Y A. VELOSO. 2005. Anfibios y reptiles de los bosques de la Cordillera de la costa (X Región, Chile). En: Smith-Ramírez C, JJ Armesto

y C Valdivianos (eds), Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile: 441-451. Editorial Universitaria, Santiago.

MUELLER-DUMBOIS, D. & H, ELLEMBERG. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. Wiley, New York.

MUÑOZ, M., H. NUÑEZ & J. YÁÑEZ (eds.) 1996. Libro Rojo de los sitios prioritarios para la conservación de la Diversidad Biológica de Chile. Corporación Nacional Forestal, Santiago.

MUÑOZ-PEDREROS, A. & J. YAÑEZ. 2000. Mamíferos de Chile. CEA ediciones. 463 pp.

MYERS, N., MITTERMEIER, R. A., MITTERMEIER, C. G., DA FONSECA, G. & A. B., KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403: 853-858.

NUÑEZ, H., V. MALDONADO & R. PÉREZ. 1997. Reunión de trabajo con especialistas en herpetología para categorización de especies según estados de conservación. Noticiario Mensual del Museo Nacional de Historia Natural 329: 12-19.

NÚÑEZ, H. & F. JAKSIC. 1992. Lista comentada de los reptiles terrestres de Chile continental. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile. 43: 73-91.

ORMAZABAL, C. 1989. Sitios de Interés botánico y tipos vegetacionales con riesgo de extinción en Chile. En: LIBRO ROJO DE LA FLORA VASCULAR DE CHILE. Corporación Nacional Forestal.

OSGOOD, W.H. 1943. The mammals of Chile.Field Mus. Nat. Hist. Zool. Ser. 30:1-268.

PAILLISSON, J.; REEBER, S.; MARION, L. (2002) Birds assemblages as bio-indicators of water regime management and hunting disturbance in natural wet grasslands. Biological Conservation. 106: 115-127.

PEÑALOZA, A.P.G., FRANKLIN, J., DONOSO, C., ARROYO, M.T.K., ARMESTO, J.J., MURÚA, R., PISANO, E., SCHLATTER, R. & I. SEREY. 1997. Monitoring for long term sustainability on the Rio Condor property, Tierra del Fuego, Chile. II Southern Connection Congress: Southern Temperate Biota and Ecosystems: Past, Present and Future.

PINCHEIRA-DONOSO, D. & H. NÚÑEZ. 2005. Las especies chilenas del género Liolaemus Wiegmann, 1834 (Iguania: Tropiduridae: Liolaeminae). Taxonomía, Sistemática y Evolución. Publicación Ocasional del Museo Nacional de Historia Natural, Chile 59: 7-486.

PRADO, C. & M. ALVAREZ. 1994. Estado de Conservación de la Vegetación y Flora de Chile. En: Perfil Ambiental de Chile. Comisión Nacional del Medio Ambiente. pp. 335-364.

POLLOCK, K., J. NICHOLS, T. SIMONS, G. FARNSWORTH, L. BAILEY & J, SAUER. 2002. Large scales wildlife monitoring studies: statistical methods for designs and analysis. Environmetric 13: 105-119.

REDFORD, K.H. & J.F. EISENBERG. 1992. Mammals of the Neotropics: the southern cone. University of Chicago Press, Chicago, Illinois. 430 pp.

RIPLEY, T. H. 1987. La Planificación de la Gestión de la Vida Silvestre, Investigaciones y Proyectos. Pp. 1-7 en: Schemnitz, S. D. (ed.) Manual de Técnicas de Gestión de Vida Silvestre. 4a. Ed. Traducida por B. Orejas M. y A. Fontes R., World Wildlife Fund-The Wildlife Society, Bethesda, MD, 703 pp.

SAG. 1998. Cartilla de Caza. Servicio Agrícola y Ganadero. División de Protección de los Recursos Naturales Renovables.

SAG. 2009. Ley de Caza y su Reglamento. Servicio Agrícola y Ganadero. División de Protección de los Recursos Naturales Renovables.

SIMONETTI, J.A. 2002. Diversidad Biológica. En: O. Sunkel (ed) Informe País: Estado del medio ambiente en Chile – 2002. LOM Ediciones. Santiago, Chile. pp 161-196.

SEPULVEDA, M., VIDAL, M. Y J.M. FARIÑA. 2006. Microlophus atacamensis. Predation. Herpetoloical Review 37: 224-225.

SQUEO F, ARANCIO G & GUTIÉRREZ J. 2008. Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena. 456 pp.

SUTHERLAND, W. 1996. Ecological census techniques a handbook. Cambridge university press. 335 pp.

TAMAYO, M & D. FRASSINETTI. 1980. Catálogo de los mamíferos fósiles y vivientes de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile) 37: 323-399.

TANSLEY, A.G., CHIPP, T.F. 1926. Aims and methods in the study of vegetation. Br. Emp. Veg. Comm., Whitefriars Press, London. 383 pp.

VELOSO, A. & J. NAVARRO. 1988. Lista sistemática y distribución geográfica de anfibios y reptiles. Bolletino del Museo Regionale di Scinze Naturali. Torino. 6: 481-539.

VELOSO, A. 2006. Batracios de las cuencas hidrográficas de Chile: Origen, diversidad y estado de conservación. I. Vila, A. Veloso, R Schlatter y C. Ramírez (Eds). 187 pp.

VIDAL, M.A. y A. LABRA. 2008. Herpetología de Chile. Primera Edición. Santiago, Chile. 593 pp.

WHITTAKER, R.H. 1965. Dominance and diversity in land plant communities. Science, 147: 250-259.

WHITTAKER, R.H. 1967. Dominance and Diversity in Land Plant Communities. Science 147:250-261.

ZAR, J.H. 1996. Biostatistical Analysis. 3th Ed. Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River. New Jersey. 662.

MONITOREO DE FLORA Y FAUNA
QUEBRADA EL JARDÍN - EL SALVADOR, III REGIÓN

PROYECTO
PLANTA DE ÁCIDO SULFÚRICO FUNDICIÓN POTRERILLOS



CAMPAÑA PRIMAVERA 2012

INFORME REV P

NOVIEMBRE 2012

MONITOREO DE FLORA Y FAUNA
QUEBRADA EL JARDIN – EL SALVADOR, III REGION

Preparado para:

CODELCO
Salvador

Elaborado por:

SGS

Juan Carlos Fernández
Ingeniero Forestal

Mario Alvarado Rybac
Medico Veterinario

Noviembre – 2011

Revisiones					
0					
C					
B	30-11-12	Revisión Interna	JCF / MA	JCY	JCY
REV	**FECHA**	**EMITIDO PARA**	**POR**	**Aprobó**	**J.Proyectos**

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 1
2. ANTECEDENTES GENERALES 2
2.1 Flora 2
2.1.1 Matorral Ripario de Quebradas y Oasis 2
2.1.2 Desierto Estepario de El Salvador 3
2.2 Fauna 5
3. OBJETIVOS 7
3.1 Objetivo general 7
3.2 Objetivos específicos 7
3.2.1 Flora y vegetación 7
3.2.2 Fauna de vertebrados terrestres 7
4. METODOLOGÍA 9
4.1 Flora y vegetación 9
4.1.1 Forma de vida, origen fenológico y estado de conservación 10
4.1.1.1 Forma de vida 10
4.1.1.2 Origen 11
4.1.1.3 Estado de conservación 11
4.1.1.4 La diversidad florística 12
4.2 Fauna terrestre 14
4.2.1 Mamíferos 16
4.2.1.1 Micromamíferos (Roedores, Marsupiales) 16
4.2.1.2 Macromamíferos 16
4.2.2 Aves 17
4.2.3 Herpetozoos 17
4.2.4 Categoría de conservación de Especies 18
4.2.5 Índices de Biodiversidad 18
5. RESULTADOS 20
5.1 Flora y vegetación 20
5.1.1 Flora 20
5.1.1.1 Riqueza florística exclusiva. 20
5.1.1.2 Abundancia vegetacional 25
5.1.1.3 Diversidad 31
5.1.1.4 Flora con problemas de conservación 32
5.1.1.5 Fenología de las especies 32
5.1.2 Vegetación 33

5.1.2.1 Caracterización vegetacional del sector aguas abajo (A) 33
5.1.2.2 Caracterización vegetacional del sector aguas arriba (B) 38
5.2 Fauna terrestre 43
5.2.1 Mamíferos 47
5.2.2 Aves 54
5.2.3 Herpetozoos 63
5.2.4 Índices de Biodiversidad de Shannon-Wiener y Equidad 68
6. CONCLUSIONES 70
6.1 Flora y vegetación 70
6.2 Fauna 71
7. BIBLIOGRAFÍA 73

Anexo I Fotografías Flora y Fauna
Anexo II Listados Flora y Vegetación
Anexo III Listados Fauna Terrestre
Anexo IV Análisis Estadísticos Flora y Fauna
Anexo V Planos

1. INTRODUCCIÓN

Codelco Chile División Salvador ingresó al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental su proyecto de Planta de Ácido Sulfúrico Fundición Potrerillos, este proyecto fue aprobado según la Resolución Exenta N°25 del 09/04/1998. En esta resolución se acordó efectuar un Programa de Seguimiento y Monitoreo de Flora y Fauna de las especies presentes en la quebrada El Jardín, para evaluar el impacto que los residuos industriales líquidos pudiesen generar, considerando las cuatro estaciones del año.

El presente informe entrega los resultados de la campaña de monitoreo estacional de Primavera 2012, para los componentes ambientales requeridos realizada entre los días 14 y 16 de noviembre. Además, se entrega un análisis que integra las campañas realizadas por Codelco Chile División Salvador, desde la primavera del año 1998 hasta la fecha.

Estos registros permiten estimar fluctuaciones poblacionales inter e intra anuales, además de comparar el comportamiento de los componentes estudiados respecto a la situación de Línea Base (otoño de 1997). La metodología empleada para este seguimiento, ha consistido en muestreos de los componentes de Flora y Vegetación, registrando los ambientes asociados aguas arriba de la descarga de RILes y aguas abajo de ésta, por medio de cinco transectos lineales anteriores y posteriores a la descarga. Para el caso del componente Fauna, los registros se han obtenido de 10 estaciones (cinco aguas abajo y cinco aguas arriba de la descarga) de avistamiento de aves, micromamíferos, macromamíferos y herpetozoos.

Dado que el presente monitoreo considera un seguimiento de larga duración, es posible evidenciar tendencias de comportamiento de los diferentes componentes ambientales (Sutherland, 2002), determinar si existen cambios asociados a fenómenos naturales sobre dichos componentes, por causas externas al proyecto o por respuestas y condicionantes dadas por la influencia del proyecto.

2. ANTECEDENTES GENERALES

2.1 Flora

La quebrada El Jardín se encuentra ubicada sobre los 2.500 m.s.n.m. en las cercanías del Recinto Industrial Potrerillos con las siguientes coordenadas geográficas: 447.321 E 7.080.276 N (Datum WGS 84; Huso 19S). La zona corresponde a la Región del Desierto, Sub Región del Desierto Absoluto y Andino, ubicado en las laderas occidentales de la Cordillera de Los Andes y representa el piso vegetacional superior, presentando mayores posibilidades de desarrollo vegetal gracias a la acción marginal de las precipitaciones que ocurren en la alta cordillera andina. Se señala para esta zona la presencia de las formaciones vegetales Matorral Ripario de las Quebradas y Oasis y Desierto Estepario de El Salvador, las que se encuentran en la cadena montañosa extendida al Sur y al Oeste de la Cordillera de Domeyko. Estas formaciones estarían representadas en el área de estudio por la asociación vegetal que crece asociada a los salares y vegas salinas. Otras asociaciones posibles de encontrar corresponden a especies generalmente cercanas a las aguadas en altura, pertenecientes principalmente a la formación del desierto montañoso de la cordillera de Domeyko.

La descripción de las formaciones y las comunidades presentes según Gajardo (1994) en el área de estudio se presentan a continuación.

2.1.1 Matorral Ripario de Quebradas y Oasis

Formación vegetal de origen antrópico, se le encuentra en los grandes valles y quebradas y en los lugares más favorables que dan asiento a cultivos intensivos y plantaciones. Presenta una gran cantidad de especies de plantas introducidas con comportamiento de malezas, que son de origen tropical y mediterráneo. En este ambiente no existe información para establecer la vegetación original, debido al fuerte grado de alteración causado por cultivos y la presencia humana.

2.1.2 Desierto Estepario de El Salvador

Corresponde a la cadena montañosa que se extiende hacia el sur y al oeste de la Cordillera de Domeyko. Existe escasa información sobre las características de su vegetación, pero algunas indicaciones demuestran que existirían comunidades con algún grado de desarrollo estético asociados a los sectores de mayor altitud.

2.1.2.a.1 Tessaria absinthioides – Distichlis spicata (Brea – Grama salada)

Las especies representativas para esta comunidad corresponden a *Tessaria absinthioides* (brea) y *Distichlis spicata* (grama salada).

Las especies comunes corresponden a: *Atriplex atacamensis* (cachiyuyo), *Baccharis juncea* (suncho), *Baccharis petiolata* (chilca). Las especies ocasionales están representadas por *Flaveria bidentis* (dasdaqui), *Pluchea chingoyo* (chingoyo) y *Lycopersicon chilense* (tomatillo).

2.1.2.a.2 Atriplex atacamensis – Tessaria absinthioides (cachiyuyo – brea)

Comunidad que se encuentra ligada a la presencia de agua en forma permanente, la presencia de brea indica un carácter ruderal de la comunidad asociado a las actividades antrópicas. Las especies representativas corresponden a *Atriplex atacamensis* (cachiyuyo) y *Tessaria absinthioides* (brea). Las especies acompañantes corresponden a *Baccharis juncea* (suncho) y *Distichlis spicata* (grama salada).

El área de estudio según la clasificación bioclimática y vegetacional de Luebert & Pliscoff (2006) corresponde al Matorral Desértico Tropical Interior de *Atriplex atacamensis* y *Tessaria absinthioides*, el cual corresponde a un matorral alto freatófilo dominado por los arbustos *Atriplex atacamensis*, *Tessaria absinthioides* y la graminea *Distichlis spicata*. Su presencia asociada a los salares está determinada por la existencia de una napa freática que proporciona la humedad suficiente para compensar el déficit hídrico de la escasez de las precipitaciones.

Según el Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Benoit, 1989), existen 16 especies con problemas de conservación en la Región de Atacama, 8 especies en categoría de Vulnerable, 3 especies catalogadas como Raras y 2 especies Insuficientemente Conocidas. Por otro lado, el Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación de la Región de Atacama (Squeo et al., 2008) señala que la flora vascular de la Región de Atacama comprende 1099 especies, de las cuales 980 son nativas y 119 adventicias. Del total de especies nativas el 56,2% fue clasificada en alguna categoría de conservación: en Peligro (EP, 26 especies), Vulnerable (VU, 68 especies) o Fuera de Peligro (FP, 457 especies), mientras que el 41,9% se encuentra clasificado en la categoría Insuficientemente Conocida (IC, 411 especies) y un 1,8% no fue evaluada. En el Libro Rojo de la Región de Atacama se cambia el estado de conservación de algunas especies respecto a lo señalado por Benoit. El detalle de las especies en categoría de conservación señaladas por ambos autores se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 1: Especies en categoría de conservación de la Región de Atacama según Benoit (1989) y su nueva clasificación según Squeo (2008).

Especie	Nombre común	Tipo biológico	Estado de conservación (Benoit 1989)	Estado de conservación (Squeo et. al 2008)
Aesteriscium vidalii	Anisillo	Arbusto	Rara	Fuera de peligro
Azorella compacta	Llareta	Arbusto	Vulnerable	-
Balsamocarpon brevifolium	Algarrobilla	Arbusto	Vulnerable	Vulnerable
Bulnesia chilensis	Retamo	Arbusto	Rara	Fuera de peligro
Cordia decandra	Carbonillo	Arbusto	Vulnerable	Fuera de peligro
Deuterocohnia chrysanta	Chagual del jote	Suculenta	Vulnerable	En peligro
Heliotropium glutinosum	Palo negro	Arbusto	Insuficientemente conocida	Vulnerable
Krameria cistoidea	Pacul	Arbusto	Vulnerable	Fuera de peligro
Laretia acaulis	Llaretilla	Arbusto	Vulnerable	Insuficientemente conocida (potencialmente Fuera de peligro)
Monttea chilensis	Uvilla	Arbusto	Vulnerable	-
Pintoa chilensis	Pintoa	Arbusto	Rara	En peligro
Prosopis alba	Algarrobo blanco	Árbol	Vulnerable	Insuficientemente conocida (potencialmente Extinta)
Prosopis chilensis	Algarrobo	Árbol	Vulnerable	En peligro

Especie	Nombre común	Tipo biológico	Estado de conservación (Benoit 1989)	Estado de conservación (Squeo et. al 2008)
Prosopis flexuosa	Algarrobo	Árbol	Vulnerable	En peligro
Prosopis strombulifera	Retortón	Arbusto	Vulnerable	Fuera de peligro
Schinus pearcei	-	Arbusto	Rara	Insuficientemente conocida (potencialmente Extinta)

Fuente: Benoit (1989), Squeo *et al*. (2008)

2.2 Fauna

La fauna de vertebrados de la Región de Atacama presenta valores de endemismo relativamente altos, principalmente en reptiles donde 16 de las 17 especies registradas para esta región administrativa están descritas como endémicas de Chile (Simonetti, 2002). A la vez, el número de especies con problemas de conservación en esta región no es bajo, siendo los mamíferos los que presentan el mayor porcentaje de especies (75%) con problemas de conservación (Simonetti, 2002).

El inventario de la herpetofauna de Chile ha sido fluctuante debido a la inestabilidad taxonómica de sus especies, especialmente en el grupo de los reptiles (Donoso-Barros 1966, Veloso y Navarro 1988, Nuñez y Jaksic 1992, Pincheira-Donoso y Nuñez 2005). En este contexto, la distribución geográfica de muchas especies ha sido poco esclarecida, debido entre otros factores, a que existen especies que sólo se conocen en sus localidades tipo (Formas 1995) y a una falta de muestreo en algunas zonas (Méndez et al. 2005), lo que podría afectar el conocimiento que se tiene acerca del rango total de distribución de muchas especies. Sin embargo, las colecciones herpetológicas en el país (Nuñez y Jacsic 1992) y las publicaciones obtenidas a partir de ellas, han permitido incrementar el conocimiento acerca de los rangos de distribución de muchas especies (Sepúlveda et al. 2006, Correa et al. 2007).

Para el caso de los anfibios, el área norte muestra una alta aridez y escasa vegetación, encontrándose sólo vegetación permanente en las cercanías de los ríos. En esta región destacaría la presencia de especies del género Bufo, Pleurodema y

Telmatobius. Es interesante destacar que en términos de especies de anfibios, existe aquí un mayor número de especies exclusivas, fundamentalmente del género Telmatobius, descritas para sectores de altura (Donoso-Barros 1966; Vidal y Labra 2008).

Para el caso de los reptiles, el área norte se caracteriza por la presencia de especies de los géneros Callopistes, Homonota, Liolaemus, Microlophus, Phyllodactylus, Philodryas y Tachymenis. De las 60 especies registradas en esta área, 87% de éstas son exclusivas de esta zona y sólo ocho especies (13%), son compartidas con el área central (Vidal y Labra 2008).

El área de monitoreo, Quebrada el Jardín, se encuentra inmersa en la formación ecológica Desierto Estepario del Salvador (Gajardo 1994). Actualmente clasificado como Matorral desértico tropical interior de *Huidobra chilensis y Nolana leptophylla* (Luebert y Pliscoff, 2006). La fauna potencial asociada a esta formación ecológica estaría compuesta, según la distribución longitudinal y altitudinal de las especies, por tres anfibios (Veloso & Navarro 1988), seis reptiles (Veloso & Navarro 1988, Mella 2005, Pincheira-Donoso & Nuñez 2005), 80 aves (Araya & Millie 1996, Jaramillo 2003) y 16 mamíferos (Mann 1978, Muñoz – Pedreros & Yañez 2000, Iriarte 2008), representando en su conjunto el 41% de las especies presentes en la región.

El endemismo en esta formación ecológica estaría representado por un anfibio (Formas, 1995), cinco reptiles, dos aves y dos mamíferos (Contreras & Yáñez, 1995), mientras que las especies con problemas de conservación serían tres anfibios, cinco reptiles, cuatro aves y siete mamíferos (Glade 1993; SAG 1998; CONAMA 2007). Estas especies, en particular, tendrían un valor ambiental relativamente mayor que el resto de los vertebrados, ya que el endemismo y el grado de amenaza son considerados criterios principales para priorizar la conservación de la biodiversidad (Myers et al., 2000).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Desarrollar un seguimiento ambiental de los componentes flora y vegetación y fauna terrestre en el área de influencia del proyecto, el cual da cumplimiento al compromiso ambiental establecido en la Resolución Exenta N°25 del 09/04/1998.

3.2 Objetivos específicos

3.2.1 Flora y vegetación

- Determinar la riqueza florística del lugar (listado de especies presentes).
- Estimar las coberturas de las especies encontradas en los diferentes sectores señalados (abundancia).
- Identificar el estado de conservación de las especies encontradas.
- Identificar el estado fenológico de las especies.
- Realizar una comparación con resultados de línea base y levantamientos realizados como parte del monitoreo desarrollado.

3.2.2 Fauna de vertebrados terrestres

- Determinar los potenciales impactos (positivos o negativos) que se manifiesten en el ecosistema de la quebrada El Jardín, a través de los cambios que se producen en la comunidad de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) que ahí habitan, mediante el análisis de variables poblacionales tales como la riqueza y la abundancia.
- Realizar una comparación con resultados de línea base y levantamientos realizados como parte del monitoreo desarrollado, que permitan diagnosticar cambios que estén afectando la calidad de los hábitats de la quebrada El Jardín.
- Identificar cuáles son las características de los hábitats que están modelando la comunidad de vertebrados a través de campañas estacionales.

- Identificar la distribución y estado de las poblaciones de especies de interés para la conservación.
- Identificar el estado de conservación de las especies registradas.

4. METODOLOGÍA

El seguimiento del área de estudio se ha llevado a cabo mediante el registro estacional de los componentes flora, vegetación y fauna terrestre en relación a dos situaciones ambientales claramente diferenciables respecto del punto de confluencia de la descarga del RIL, proveniente de Potrerillos, con el eje hidráulico de la quebrada El Jardín. Este punto conforma los siguientes ambientes de monitoreo:

- Sector A: Aguas abajo del punto de confluencia.
- Sector B: Aguas arriba del punto de confluencia.

Como metodología general, se han mantenido las estaciones definidas en monitoreos anteriores de modo de asegurar una adecuada continuidad de los registros. En forma particular para cada componente se presenta a continuación una metodología específica.

4.1 Flora y vegetación

El registro del presente componente se desarrolló durante los días 14 al 16 de noviembre de 2012. El estrato herbáceo y arbustivo se determinó mediante análisis lineal, el cual corresponde a la identificación de las especies a lo largo de un transecto de longitud establecida en 20 m. En cada transecto se determinaron las intersecciones verticales y horizontales cada 10 cm, de modo de registrar variaciones de las condiciones de homogeneidad de la vegetación. Las intersecciones verticales indican las especies presentes en cada punto, las intersecciones horizontales (número de contacto) generan la cobertura para cada especie en cada punto de medición. El registro se desarrolla en ambas áreas de seguimiento: Sectores A y B en las siguientes estaciones:

Tabla 2: Estaciones de muestreo componente flora y vegetación.

Transecto	Coordenadas		Altura (m.s.n.m.)	Pendiente (%)	Longitud de Transecto (m)
	Este	Norte			
Sector A: aguas abajo de confluencia					
E1	445.630	7.079.986	2.037	Plano	20
E2	445.699	7.080.028	2.043	Plano	20
E3	446.476	7.080.312	2.062	Plano	20
E4	446.757	7.080.329	2.068	Plano	20
E5	447.077	7.080.331	2.077	Plano	20
Sector B: aguas arriba de confluencia					
E1	451.694	7.080.952	2.184	Plano	20
E2	451.903	7.080.929	2.185	Plano	20
E3	451.920	7.080.942	2.190	Plano	20
E4	452.181	7.080.883	2.201	Plano	20
E5	452.409	7.080.880	2.195	Plano	20

Fuente: Elaboración propia, DATUM: WGS 84 Huso 19S (ver plano, Anexo V).

En cada estación se identificó el estado fenológico de las especies el cual se estableció en: latencia, crecimiento, floración, fructificación y semillación según sea el caso.

4.1.1 Forma de vida, origen fenológico y estado de conservación

a) Forma de vida

Categoría dentro de la cual se incluyen los vegetales de cualquier posición sistemática, que concuerdan fundamentalmente en su estructura morfológico-biológica y de un modo especial en los caracteres relacionados con la adaptación al ambiente ecológico.

Arbóreo (Ab): Son plantas de tronco leñoso, normalmente ramificado a cierta altura del suelo, y capaces de sobrepasar 4 a 6 metros de altura.

Arbustiva(A): Se consideran arbustivas todas las plantas leñosas que en estado de adultez no superan los 4m de altura.

Herbácea (H): Son plantas que no forman tallo leñoso por lo que en general no alcanzan grandes alturas.

Herbácea acuática (HA): corresponden a aquellas plantas herbáceas que sus estructuras se desarrollan parte o completamente en el medio acuático.

b) Origen

Según procedencia lugar o área geográfica donde crece naturalmente una planta se clasifican en:

Endémicas (E): Son todas aquellas especies propias o exclusivas de un área o país determinado.

Nativas (N): Se refiere a aquellas especies que viven naturalmente en un área, la que puede incluir a más de un país, por ello no son exclusivas, sino indígenas.

Introducidas o Exóticas (Ex): Se denomina a aquellas especies que fueron transportados a un nuevo hábitat por los seres humanos o por cualquier circunstancia fortuita.

c) Estado de conservación

Categorías de cuantificación directa e indirecta del nivel de riesgo de extinción de una especie. Estas categorías corresponden a:

Extinta (EX): Una especie se considerará Extinta cuando, efectuada su búsqueda exhaustiva, mediante métodos y en lugares y tiempos adecuados, no exista duda razonable de que ningún individuo de la misma existe en la región.

En Peligro (EP): Una especie está en Peligro cuando enfrenta un muy alto riesgo de extinción en el estado silvestre en un futuro inmediato o cercano. Determinado a través de un análisis cuantitativo (p.e., un análisis de viabilidad poblacional, AVP), En Peligro de extinción se considera a una especie que presenta una probabilidad de extinción en el estado silvestre de por lo menos un 20% dentro de los siguientes 20 años o 5 generaciones, en organismos de gran tamaño o longevidad mayor a 3 años, o durante los siguientes 10 años o 10 generaciones en organismos de menor

tamaño o longevidad menor a 3 años, seleccionando la estimación que entregue la mayor probabilidad de extinción.

Vulnerable (VU): Una especie se considerará Vulnerable cuando, aún sin poder ser clasificada en la categoría En Peligro, manifieste un retroceso numérico que puede conducirla al peligro de extinción en el estado silvestre en el mediano plazo. Una especie se considera Vulnerable cuando tiene una probabilidad de extinción en el estado silvestre de por lo menos un 10% dentro de los siguientes 100 años o 5 generaciones, en organismos de longevidad mayor a 3 años, o durante los siguientes 100 años o 10 generaciones en organismos de longevidad menor a 3 años, seleccionando la estimación que entregue la mayor probabilidad de extinción.

Fuera de Peligro (FP): Una especie se considerará como Fuera de Peligro cuando exista evidencia de que no experimentará riesgo de extinción en un futuro cercano. Se considerará que una especie se encuentra Fuera de Peligro si la especie tiene una probabilidad de extinción en el estado silvestre menor a un 10% dentro de los siguientes 100 años o 5 generaciones, en organismos de longevidad mayor a 3 años, o durante los siguientes 100 años o 10 generaciones en organismos de longevidad menor a 3 años, seleccionando la estimación que entregue la mayor probabilidad de extinción.

Insuficientemente Conocida (IC): Una especie se clasificará como Insuficientemente Conocida si no existe información suficiente que permita categorizarla como Extinta, En Peligro, Vulnerable, o Fuera de Peligro y un panel de expertos concluye que el taxón en cuestión no es conocido adecuadamente como para asignarle una categoría en base a los criterios antes mencionados

No Evaluada (NE): Una especie se categorizará como No Evaluada cuando no ha sido sometida al proceso de evaluación.

d) La diversidad florística

La diversidad florística se estimó a partir de los parámetros de riqueza (número de especies presentes en las estaciones) y equidad, que relaciona el

número de especies y su abundancia relativa (porcentaje de cobertura) a través del índice de Shannon-Wiener. Las especies se reconocieron en terreno y en caso de no poder identificar la especie en terreno, se realizó una posterior identificación en gabinete mediante literatura especializada.

Una comunidad vegetal es compleja cuando tiene un número elevado de especies y una abundancia homogénea, a esta complejidad se le llama diversidad. Existen varios índices alternativos para medir la diversidad, entre los más utilizados podemos mencionar a Simpson, Shannon – Wiener y Pielou. Dichos índices son llamados medidas de concepto dual de diversidad debido a que son sensibles a cambios tanto de número de especies (componente "riqueza de especies"), como a la distribución de individuos de una especie presente (componente de "emparejamiento" o "equidad").

Para la determinación de diversidad vegetal, se utilizó los índices de diversidad de Shannon y Wiener de concepto dual, propuesto por Shannon (1948), citado por Zar, J.H. (1996). Estos índices miden la biodiversidad alfa (H'), la biodiversidad alfa máxima potencial (Hmax) y la equidad (J'). Los índices de Shannon-Wiener se calculan en base a proporciones de cada especie, lo que permite, en el caso de la vegetación, usar los porcentajes de cobertura de cada especie como parámetro de medición de la diversidad.

La formulas utilizadas son:

$$H' = -\sum_{i=1}^{n} p_i \log p_i$$

$$H_{\max} = \log n$$

$$J' = \frac{H'}{H_{\max}}$$

Donde: n: número de especie; pi: proporción asociada a la especie *i*

El análisis de la dinámica inter-estacional de las especies presentes en el área de estudio, se realizó a través de comparaciones entre los promedios y la

desviación estándar de los valores registrados durante todos los muestreos establecidos en las campañas de monitoreo, llevadas a cabo hasta la fecha.

En relación con la identificación de especies vegetales sensibles, se identificó la flora en estado de conservación según el Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Benoit, 1989) y los datos actualizados de los D.S. del MINSEGPRES (151/2007, 50/2008, 51/2008 y 23/2009), correspondientes al primer, segundo, tercer y cuarto proceso del Sistema de Clasificación de Especies Silvestres (CONAMA). Adicionalmente se revisaron los D.S N°40 y 41 ambos del 2012 aprobados por el Ministerio del Medio Ambiente

4.2 Fauna terrestre

Con el objetivo de evaluar la diversidad de especies de fauna del área del estudio, la metodología utilizada en terreno apunta a identificar la riqueza, composición y abundancia relativa de las especies. De forma complementaria, se identifica mediante bibliografía, todas las especies que estuviesen asociadas al ambiente presente.

Para inferir la distribución de la fauna, en anfibios se utilizaron las distribuciones definidas por Cei (1962), Veloso & Navarro (1988), para reptiles se utilizó Donoso – Barros (1966; 1970), Veloso & Navarro (1988), Mella (2005) y Vidal & Labra (2008). En aves se utilizó a Jaramillo (2005) y en mamíferos las descripciones de Muñoz-Pedreros & Yáñez (2009). Para todos los grupos en estudio se consultaron los textos de Marquet et al. (1998), Ramírez & Pincheira-Donoso (2005) e Iriarte (2008).

Este programa de monitoreo fue diseñado para obtener resultados mediante el análisis de la variación espacial de las poblaciones (en la cual se seleccionan puntos dentro del área de estudio e infiere sobre lo que sucede dentro de ésta) y mediante la detectabilidad, con la que se pretende obtener información de la situación más real de las poblaciones, mediante la estimación de cambios en la riqueza y la abundancia (Pollock et al. 2002).

El análisis de los resultados tiene por objetivo comparar los registros de la presente temporada con los anteriores, reconocer la existencia de patrones, proponer hipótesis explicativas de los eventuales cambios poblacionales y comunitarios en los diferentes hábitats afectados y determinar las causas de los cambios registrados, incluyendo su magnitud e importancia. La identificación de las causas, tiene por objetivo, proponer medidas para la prevención de riesgos ambientales que puedan modificar las condiciones del hábitat y de algunos rasgos de la historia de vida (Ej. reproducción, migraciones, interacciones tróficas) de la fauna terrestre del área de estudio.

Con el fin de poder comparar los resultados de la campaña de primavera de 2012 con las anteriores, y proyectar el monitoreo biológico en el tiempo, la información biológica fue levantada en terreno en los mismos 10 puntos o áreas definidos con anterioridad y bajo la misma división operativa de la quebrada, ambiente aguas arriba de la descarga de la fundición Potrerillos y ambiente aguas abajo de la descarga de Potrerillos. En la Tabla 3 se presenta la ubicación geográfica de las estaciones representativas de los ambientes monitoreados para este componente.

Tabla 3: Estaciones de muestreo componente fauna

Estación representativa	Coordenadas		Altura (msnm)	Clase registrada			
	Este	Norte		Aves	Reptiles	Anfibios	Mamíferos
Sector A: aguas abajo de confluencia							
F1	445090	7080053	2.015	x	x	x	x
F2	445757	7079970	2.036	x	x		
F3	446547	7080294	2.040	x	x	x	x
F4	446686	7080413	2.059	x	x		
F5	446818	7080515	2.083	x	x		x
Sector B: aguas arriba de confluencia							
F6	447489	7080281	2.075	x	x		
F7	448366	7080377	2.100	x	x	x	
F8	449478	7080432	2.149	x	x	x	x
F9	450178	7080678	2.201	x	x		x
F10	451490	7080881	2.184	x	x		x

Fuente: Elaboración propia, DATUM: WGS 84 Huso 19S

4.2.1 Mamíferos

a) Micromamíferos (Roedores, Marsupiales)

Las poblaciones de micromamíferos fueron monitoreadas, mediante la captura viva en trampas tipo Sherman, las cuales permiten liberar al animal capturado una vez identificado. Se establecieron 80 trampas, 40 aguas abajo de la descarga y 40 aguas arriba de la descarga; una de las filas de trampas fue ubicada en torno al curso de agua y la otra en los pies de los cerros más cercanos a la quebrada; las trampas se colocaron en forma dirigida en cada sitio, donde se evidenció la presencia de micromamíferos mediante la observación de fecas y/o cavidades. La Tabla 4, muestra las coordenadas y la ubicación de las trampas.

Tabla 4: Ubicación de grillas y trampas dirigidas para el trampeo de Micromamíferos.

Trampas Dirigidas	Unidades	Coordenadas		Altura m.s.n.m.
		Este	Norte	
F1	10	445090	7080053	2.015
F3	20	446547	7080294	2.040
F5	10	446818	7080515	2.083
F8	10	449478	7080432	2.149
F9	10	450178	7080678	2.201
F10	20	451490	7080881	2.184

Fuente: Elaboración propia, DATUM: WGS 84 Huso 19S

b) Macromamíferos

Para mamíferos mayores, se realizaron recorridos en diferentes ambientes del área de interés tras la búsqueda directa (avistamientos) o indirecta de evidencias (huellas, restos óseos y fecas). Además se establecieron trampas de huellas o “trampas olfativas”, estableciéndose cuatro de este tipo, dos aguas abajo, asociadas al Punto 2 y Punto 3, y dos aguas arriba asociadas al Punto 9 y 10.

La determinación taxonómica de las especies de mamíferos observados en el área, se realizó utilizando las claves y descripciones de Acosta y Simonetti (1999), Osgood (1943), Mann (1978) Tamayo y Frassinetti (1980), Redford y Eisenberg (1992), Yañez (1995) e Iriarte (2008).

4.2.2 Aves

En el caso de las aves, grupo definido como de mayor abundancia, se establecieron 10 estaciones (5 aguas arriba de la descarga y 5 aguas abajo de la descarga). Se registraron todas las aves dentro de un radio de 50 m, en los cuales se identificó cada individuo avistado (directamente o con binoculares de 50x20) o escuchado durante 10 minutos (para la identificación por canto, se utilizó la clave de Egli).

Dada su capacidad de movilidad, las especies de aves registradas para el periodo 1997-2012, fueron clasificadas de acuerdo a su frecuencia de aparición en los muestreos. Así, especies observadas en menos del 10% de los muestreos se consideraron como ocasionales, entre un 10 y 25% como raras, entre un 25 – 75% como frecuentes, mientras que aquellas observadas en más de un 75% de los muestreos se consideraron como habitantes permanentes de los sectores estudiados. De igual manera, las especies fueron clasificadas en función de sus abundancias. A partir de la especie con la mayor abundancia acumulada, éstas se clasifican como sigue: aquellas cuyas abundancias representan menos del 10% serán clasificadas como bajamente abundantes, entre un 10 y 25% poco abundantes, entre un 25 y 75% abundantes y finalmente aquellas especies que tienen abundancias superiores a 75% fueron clasificadas como muy abundantes.

La determinación taxonómica de las especies observadas se realizará utilizando las descripciones de Goodall et al. (1957), Araya y Millie (1986) y Araya y Bernal (1995). Los nombres de las especies serán actualizados según Araya et al. (1995) Jaramillo, (2005).

4.2.3 Herpetozoos

Para este grupo se utilizó el método de transectos, realizando un muestreo exhaustivo a lo largo de una superficie de 200 m de largo y 3 m de ancho, capturando y liberando a los ejemplares. Se realizaron transectos para reptiles en cada sitio de muestreo, cada uno recorrido en 10 minutos. En el caso de los anfibios

se realizaron levantamientos por encuentros visuales (VES, Visual Encounter Survey) y transectos auditivos.

En total se realizaron cuatro transectos de 100x10 m (2 transectos aguas abajo y 2 aguas arriba) recorridos cada uno en 10 minutos.

4.2.4 Categoría de conservación de Especies

Se clasificaron las especies de acuerdo a su conservación, siguiendo lo propuesto por el Reglamento de la Ley de Caza (D.S. N° 5/98 modificado por el D.S. Nº 53/04 del Ministerio de Agricultura) y según los D.S. Nº 151/07; 50/08; 51/08 y 23/09, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

Adicionalmente se revisaron los D.S N°40 y 41 ambos del 2012 aprobados por el Ministerio del Medio Ambiente

Todos estos son los documentos legales que catalogan a las especies de acuerdo a su estado de conservación.

4.2.5 Índices de Biodiversidad

Para la determinación de diversidad faunística, se utilizaron los índices de diversidad de Shannon y Wiener (Shannon, 1948). Estos índices miden la biodiversidad alfa (H') y la equidad (J'). Los índices de Shannon-Wiener se calculan en base a proporciones de cada especie, lo que permite usar los porcentajes de abundancia relativa de cada especie como parámetro de medición de la diversidad.

Las fórmulas utilizadas son:

$$H' = -\sum_{i=1}^{n} p_i \log p_i$$

$$H_{\max} = \log n$$

$$J' = \frac{H'}{H_{\max}}$$

Donde: *n*: número de especie; *pi:* proporción asociada a la especie *i*

Además, se realizaron pruebas estadísticas para identificar diferencias significativas en los valores de estos índices entre las temporadas (verano, otoño, invierno y primavera) prospectadas a lo largo del monitoreo. Las pruebas realizadas corresponden a Anova de una vía, Kruskal-Wallis y pruebas a posteriori de Dunn's. El intervalo de confianza fue de un 95%.

5. RESULTADOS

5.1 Flora y vegetación

5.1.1 Flora

a) Riqueza florística exclusiva.

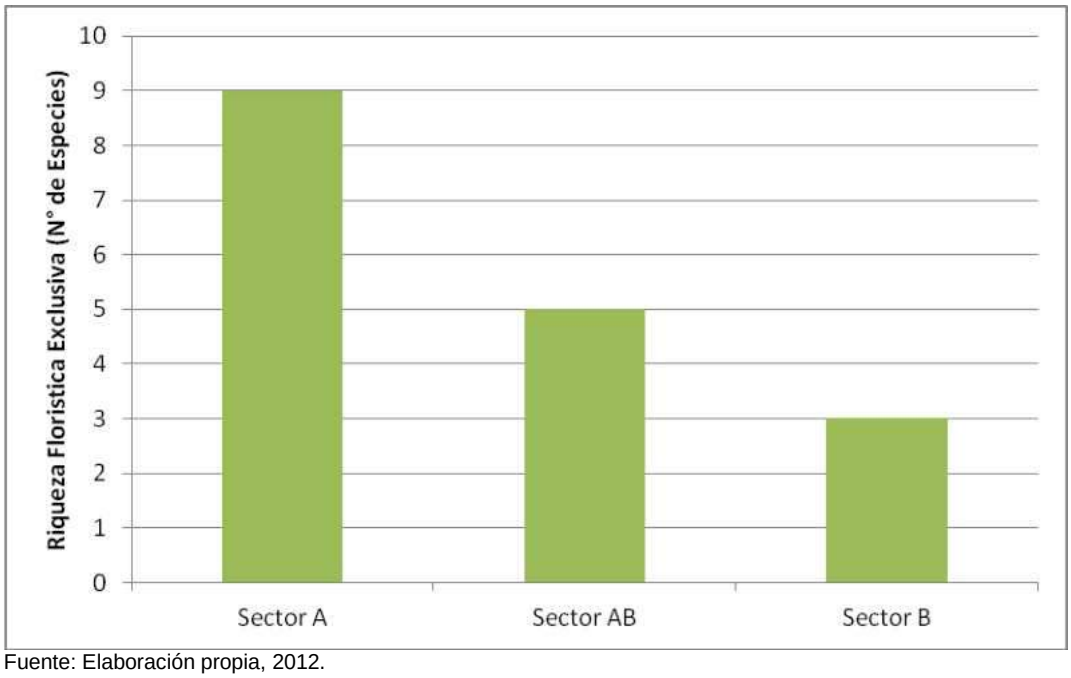
Durante la presente campaña de primavera de 2012 se registró mediante transecto y observación directa un total de 17 especies pertenecientes a 16 géneros y 10 familias (Tabla 5). 6 de ellas se encontraron en las estaciones de monitoreo, es decir, en el transecto de medición de cobertura y abundancia o su entorno inmediato, 11 especies se encontraron en la zona de estudio y fuera de las estaciones de monitoreo (fondo y laderas de la quebrada).

Tabla 5: Listado de especies encontradas mediante transectos y observación directa en la zona de estudio (campaña de Primavera de 2012).

Nº	Sector	Familia	Especie	Forma de vida	Origen	Estado de conservación	Localización
1	A	Asteraceae	*Polyachyrus carduoides*	A	E	FP	Zona de estudio
2		Asteraceae	*Baccharis juncea*	H	N	FP	Zona de estudio
3		Juncaceae	*Schoenoplectus americanus*	H	N	FP	Estación
4		Poaceae	*Phragmites australis*	H	Ex	FP	Zona de estudio
5		Solanaceae	*Lycium Deserti*	A	N	FP	Zona de estudio
6		Apiaceae	*Gymnophyton spinosissimum*	A	E	FP	Zona de estudio
7		Juncaceae	*Juncus acutus*	H	N	FP	Estación
8		Ranunculaceae	*Ranunculus cymbalaria*	HA	N	FP	Zona de estudio
9		Solanaceae	*Salpiglossis spinescens*	A	E	FP	Zona de estudio
10	AB	Asteraceae	*Tessaria absinthioides*	A	N	FP	Estación
11		Chenopodiaceae	*Atriplex deserticola*	A	N	FP	Estación
12		Ephedraceae	*Ephedra breana*	A	N	FP	Zona de estudio
13		Fabaceae	*Adesmia argentea*	A	E	FP	Zona de estudio
14		Poaceae	*Distichlis spicata*	H	N	FP	Estación
15	B	Asteraceae	*Cotula coronopifolia*	HA	Ex	FP	Zona de estudio
16		Fabaceae	*Adesmia atacamensis*	A	E	FP	Zona de estudio
17		Nolanaceae	*Nolana salsoloides*	A	E	FP	Estación

Fuente: Elaboración propia, 2012; A: Arbusto; HA: Herbácea acuática, H: Herbácea; N: Nativa; E: Endémica, Ex: Exótica. FP: Fuera de Peligro.

Gráfico 1: Riqueza exclusiva por sector de monitoreo (Campaña Invierno 2012).



Fuente: Elaboración propia, 2012.

El gráfico anterior muestra que sector A presenta mayor especialización. Para el sector A la cantidad de especies específicas fue de 9, en cambio para el sector B fue sólo de 3. El número total de especies para cada sector fue de 14 y 8 respectivamente.

En la Tabla 6, se puede observar un resumen del número de especies encontradas en los transectos y observaciones directas realizadas durante la presente campaña, según su origen y forma de vida.

Tabla 6: Especies vegetales según tipo biológico y origen (campaña de Invierno 2012).

Forma de vida	Nativa	Endémica	Exótica	No identificada	Total	%
Arbusto	4	6	0	0	**10**	**58,8%**
Herbácea	4	0	1	0	**5**	**29,4%**
Herbácea acuática	1	0	1	0	**2**	**11,8%**
Total	**9**	**6**	**2**	**0**	**17**	**100**
%	**52,9%**	**35,3%**	**11,8%**	**0,0%**	**100**	

Fuente: Elaboración propia, 2012.

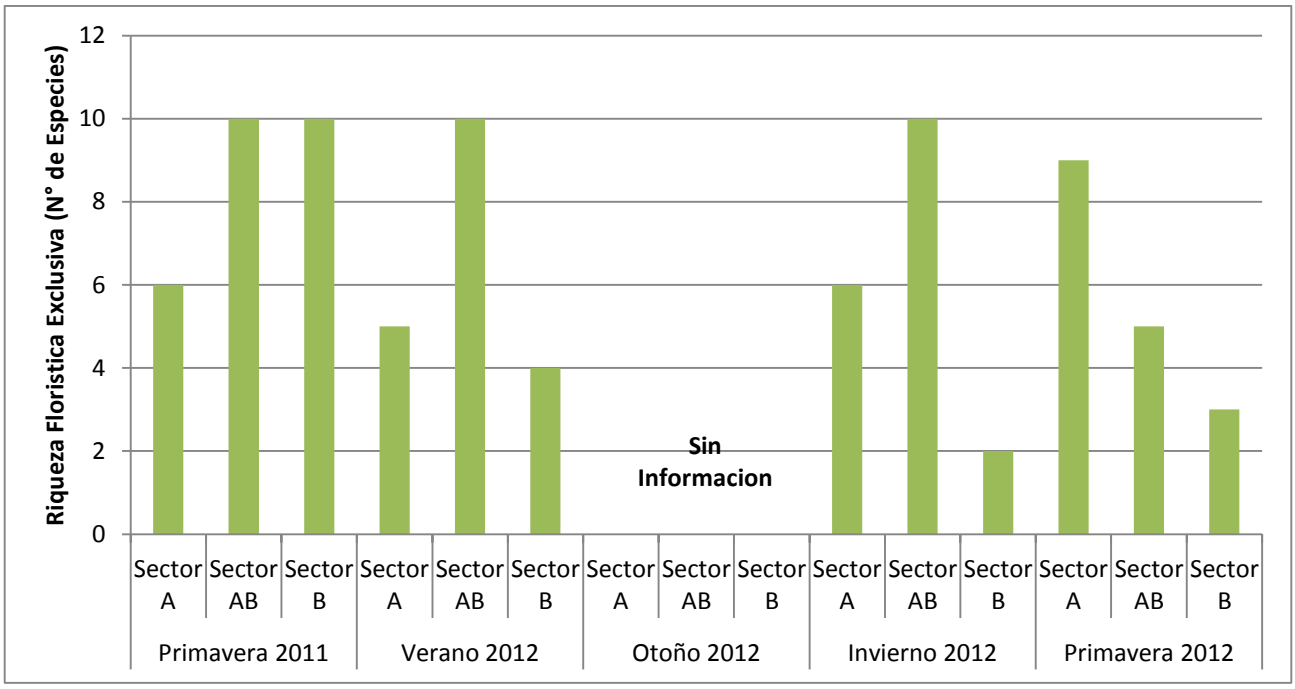
Según Squeo et al. (2008), se aprecia que 9 de las especies encontradas son nativas y 6 endémicas, lo que representa respectivamente un 52,9% y 35,3%.

Al clasificar las especies según su tipo biológico, se observó una predominancia de especies arbustivas y herbáceas (58,8% y 29,4%, respectivamente).

El Gráfico 2, presenta la comparación de los sectores A y B para las 5 últimas campañas (primavera 2011 hasta primavera 2012). Desde primavera de 2011 a primavera de 2012, se observa una riqueza variable de las especies del sector B, aumentando en gran cantidad en primavera 2011, pudiendo deberse principalmente a las especies anuales presentes. En invierno y primavera de2012 se puede apreciar una clara disminución por la misma razón: finalización de los ciclos de algunas especies. En el sector A se puede apreciar un patrón similar en la cantidad especies a lo largo del tiempo presentando aumentos no significativos en la última campaña ejecutada en primavera de 2012.

Cabe destacar, que estas diferencias pueden estar sujetas a variaciones a nivel específico (aparición y desaparición de especies asociadas a los ciclos de vida de estas y a la temporada de monitoreo).

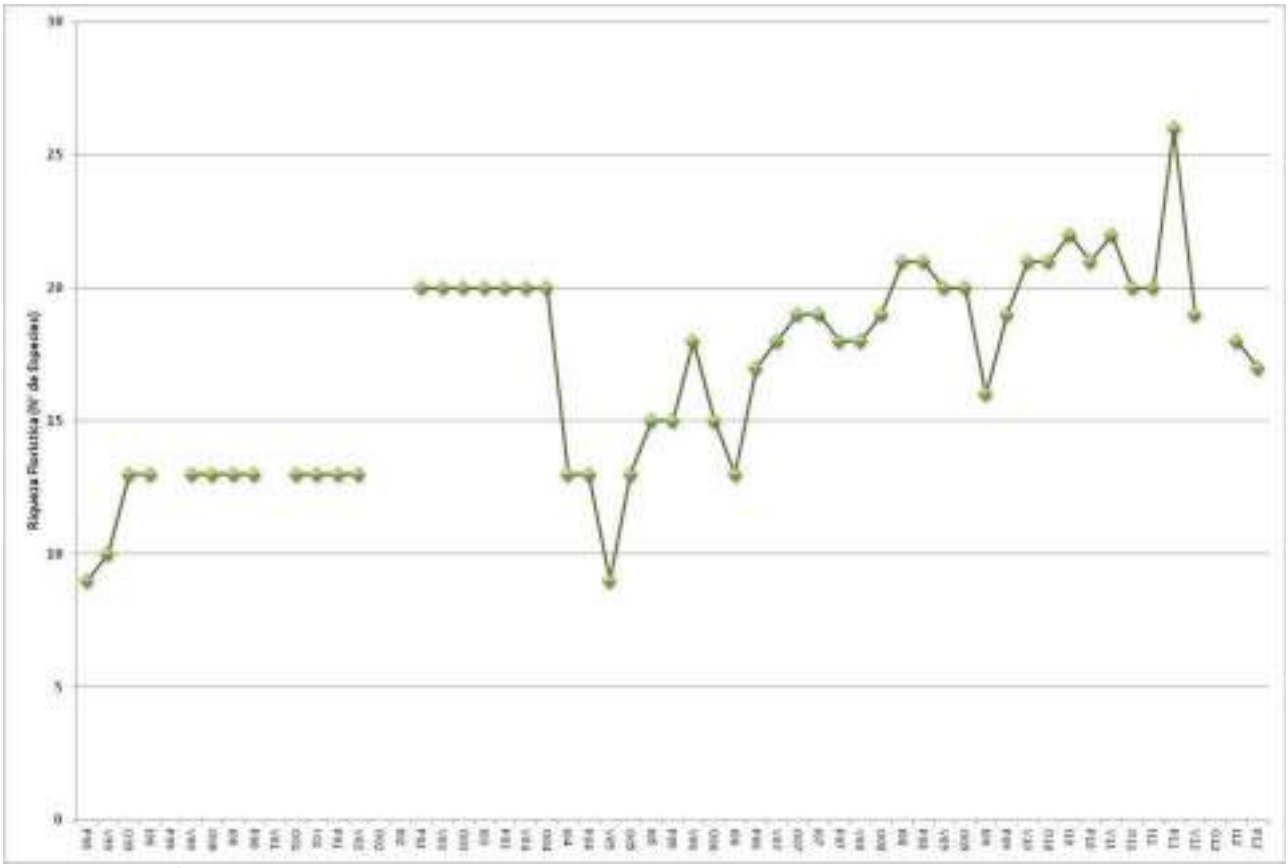
Gráfico 2: Riqueza florística por sector (Comparación período primavera 2011 - primavera 2012).



Fuente: Elaboración propia, 2012.

En la Tabla Nº 1 del Anexo II y Gráfico 3, se presenta el número de especies vegetales encontradas en las áreas de estudio de los sectores A y B de la Quebrada El Jardín, a lo largo del monitoreo (Primavera 1998 – Primavera 2012), en función de cada fecha de muestreo. En la presente campaña, se encontraron 17 especies en la zona de estudio. En el siguiente gráfico se observan los resultados en Nº de especies obtenidos a lo largo del monitoreo.

Gráfico 3: Riqueza florística período 1998 – 2012.



Fuente: Elaboración propia, 2012.

Como se observa en el gráfico anterior, en la presente campaña (primavera 2012) se observó una leve disminución en la cantidad de especies en comparación al monitoreo anterior, esto se puede atribuir a la aridez presentada en el periodo del monitoreo. Adicionalmente a esto, la mayoría de las especies observadas se encontraban en un receso vegetativo o latencia. Estás fluctuaciones se atribuyen a los ciclos de desarrollo de las especies vegetales que son altamente dependiente de las variaciones climáticas e hídricas específicas de cada año.

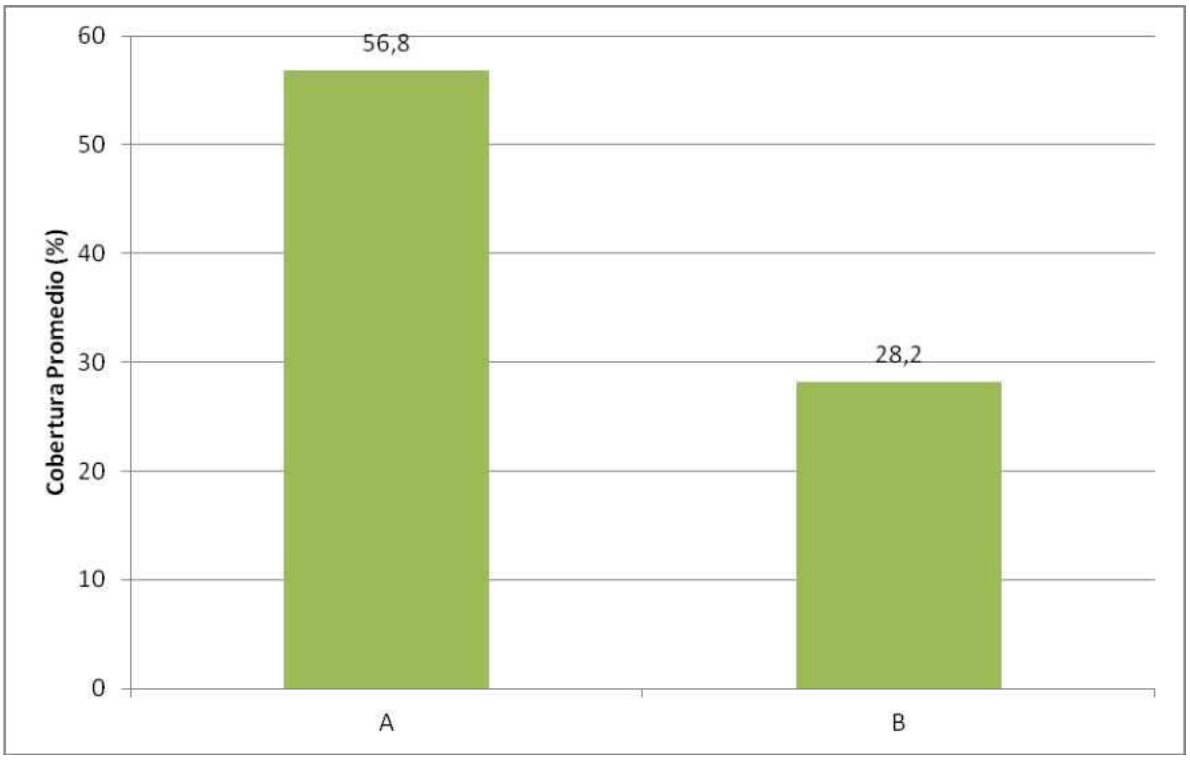
b) Abundancia vegetacional

5.1.1.b.1 Abundancia de los sectores A y B

Para caracterizar la abundancia de la vegetación en los sectores A y B, se utilizó como parámetro, la cobertura vegetal promedio.

De acuerdo al análisis lineal (transectos), en la campaña de monitoreo de primavera de 2012, el sector A presenta mayor abundancia (56,8% de cobertura vegetal promedio) que el sector B (28,2,0% de cobertura vegetal promedio), como se ilustra en el Gráfico 4.

Gráfico 4: Abundancia según cobertura total promedio de la vegetación (campaña primavera 2012).

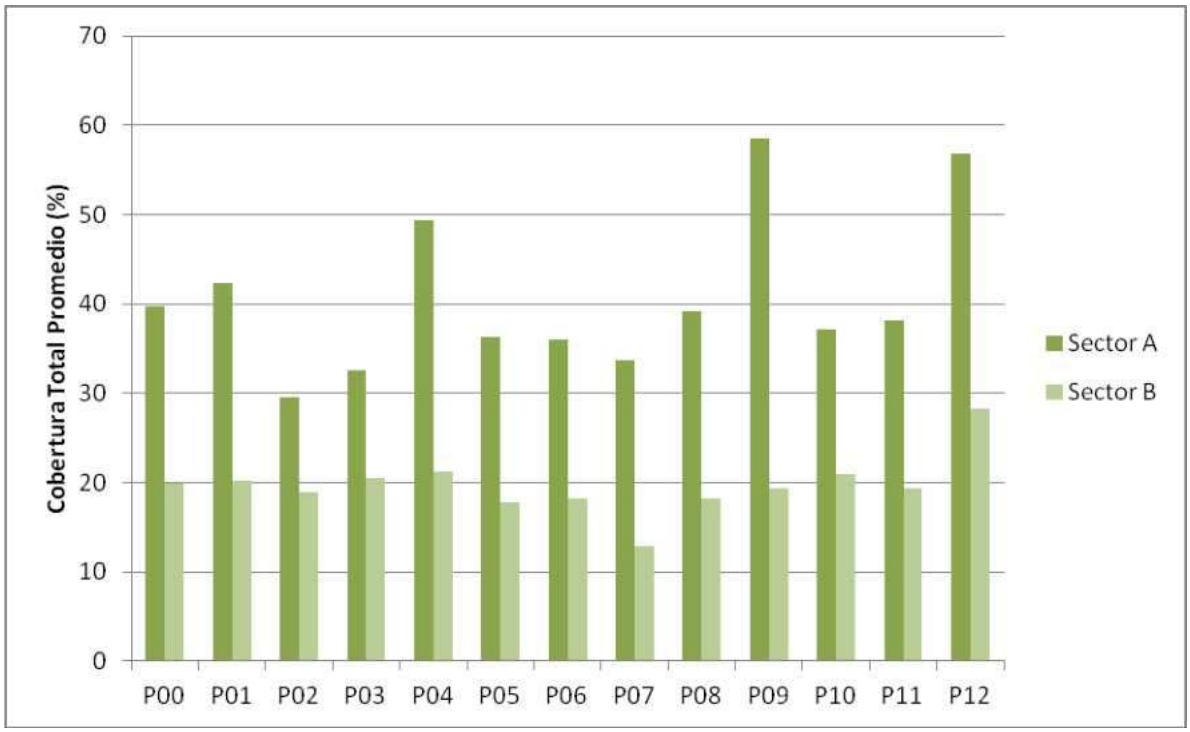


Fuente: Elaboración propia, 2012.

El mismo comportamiento, donde el sector A presenta una mayor abundancia que el sector B, ha sido descrito en los monitoreos de las primaveras 2000 a 2012 (Gráfico 5). Este comportamiento se relaciona directamente con la mayor

disponibilidad de agua en los sitios de monitoreo del sector A, situación que favorece el desarrollo de la mayoría de las especies vegetales.

Gráfico 5: Abundancia por sectores, Primaveras 2000-2012.

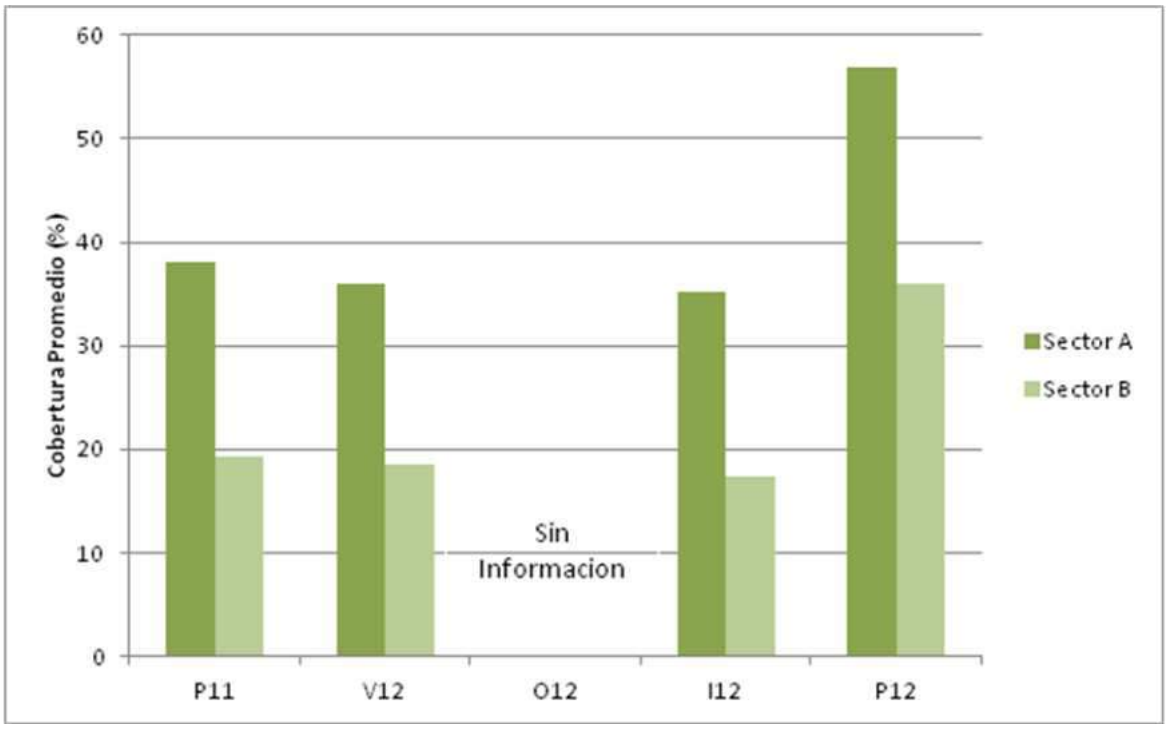


Fuente: Elaboración propia, 2012.

Como se puede observar en el gráfico anterior, el sector A es caracterizado por ambientes que presentan mayor fluctuación de cobertura, en comparación al sector B.

Evaluando las fluctuaciones trimestrales del último ciclo vegetativo de la flora (período Primavera 2011 a Primavera 2012) se observa en general una estabilidad de la cobertura (Gráfico 6) con unas fluctuaciones máximas de magnitud media: 33% y 46% para el sector A y B atribuibles a variaciones naturales del sistema y al aumento en la cobertura en la estación de Primavera de 2012. Esta variación indica que las condiciones naturales de la vegetación del área de monitoreo son independientes de las actividades mineras en la zona y que no están siendo influidas negativa o positivamente por éstas.

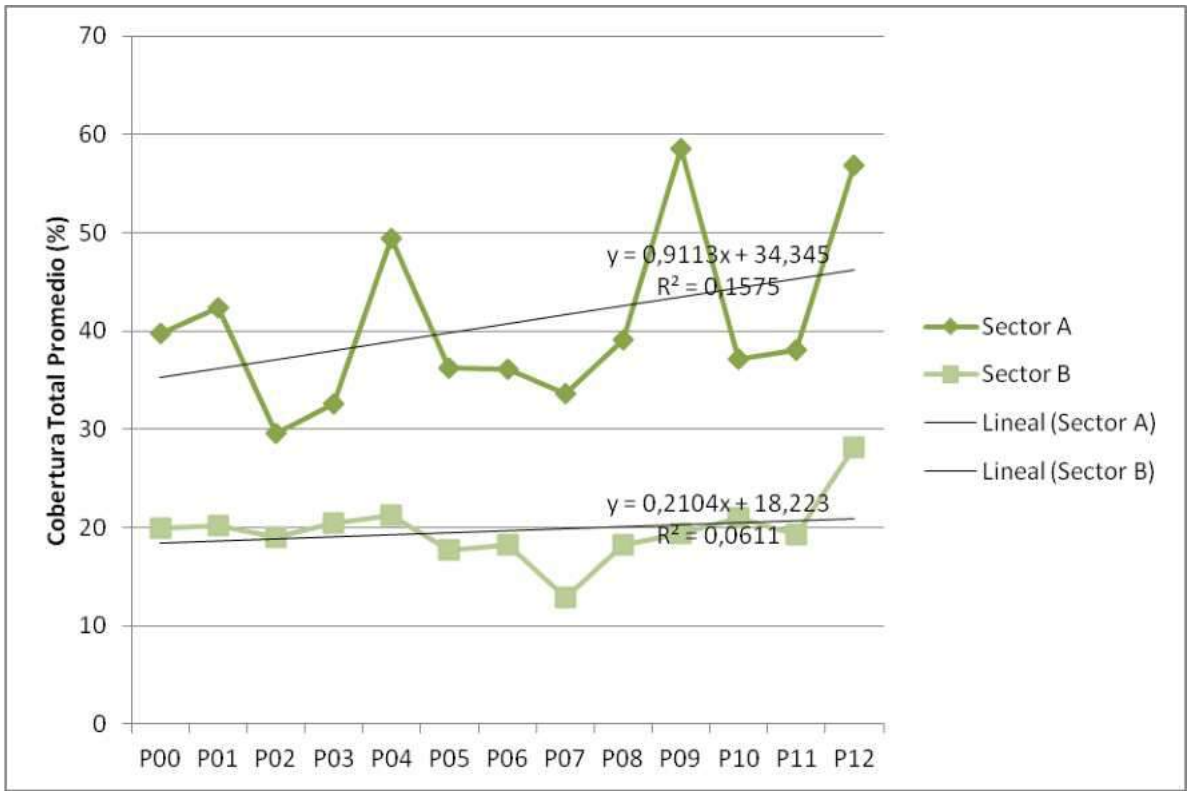
Gráfico 6: Abundancia trimestral por sectores, período Primavera 2011 – Primavera 2012.



Fuente: Elaboración propia.

Si se analizan las tendencias de las coberturas vegetacionales de los sectores A y B para todos las primaveras (2000-2012), el análisis de tendencia ilustrada en el Gráfico 7 indica que tanto para el sector A, como para el sector B existe una varianza residual importante de la variable dependiente (% de cobertura) que se traduce por valores bajos del coeficiente de determinación (R^2 = 0,1575 para el sector A y R^2 = 0,0611 para el sector B).

Gráfico 7: Tendencia de la abundancia por sectores período Primavera 2000-2012.



Fuente: Elaboración propia.

Realizando el mismo análisis e incorporando todas las campañas de medición, no se evidencian tendencias similares para los sectores A y B (

Gráfico 8), es decir que tanto para el sector A, como para el sector B existe una varianza residual importante de la variable dependiente (% de cobertura) que se traduce por valores bajos del coeficiente de determinación (R^2 = 0,043 para el sector A y R^2 = 0,0037 para el sector B).

La ausencia de tendencia significativa de la cobertura vegetal a través del tiempo, tanto en el sector sometido a la descarga (A) como en el sector de referencia (B) indica que las condiciones naturales de la vegetación del área de monitoreo son independientes de las actividades mineras en la zona y que no están siendo influidas negativa o positivamente por éstas.

Gráfico 8: Tendencia de la abundancia por sectores, período 1999-2012.



Fuente: Elaboración propia.

La comparación entre ambos sectores (A v/s B), considerando todas las campañas de monitoreo de Primavera (2000 a 2012), se concluye que existe una diferencia significativa de cobertura vegetal entre ambos sectores (prueba Mann-Whitney; t=239,5; P<0,071). En el Anexo IV, se presentan las pruebas estadísticas realizadas en este acápite.

5.1.1.b.2 Abundancia al nivel específico

Con fines de caracterizar la abundancia al nivel de las especies, se determinó la frecuencia relativa de cada una de ellas mediante el cálculo del porcentaje de encuentro en la parcela de análisis lineal. Las especies fueron clasificadas según los siguientes detalles (Gajardo 1994):

Tabla 7: Clases de abundancia por frecuencia relativa.

Clase	Frecuencia relativa (%)
Representativas	>75
Comunes	50 – 75
Acompañantes	25 – 50
Ocasionales	<25

Fuente: Gajardo (1994).

En las Tabla 8 y Tabla 9, se presenta la frecuencia relativa de las especies en cada una de las parcelas de análisis lineal en los sectores A y B.

Se puede apreciar que en el Sector A, *Distichlis spicata* se registró en 4 de los 5 transectos del análisis lineal. Las estaciones E1, E2 y E3 presentan características similares en cuanto a composición. En ellas predomina la especie *Distichlis spicata* y se asocia a *Schoenoplectus americanus* en borde de estero, la que se cataloga como especie "ocasional". La estación E4 presenta *Juncus acutus* como especie "acompañante". En relación con la estación E5, se destaca la dominancia del estrato arbustivo con la especie *Tessaria absinthioides*, clasificada como representativa con 100% de frecuencia relativa.

En el Sector B, *Atriplex deserticola* se encontró en 4 de las 5 parcelas, catalogándose como especie "representativa" en todas las estaciones presentes. La estación E1 se destaca por la presencia única de *Tessaria absinthioides* y en la estación E5 se registró la presencia de *Gymnophyton spinosissimum* como especie "ocasional".

Tabla 8: Frecuencia relativa de las especies presentes en el Sector A.

Sector A			
Estación	**Especie**	**Frecuencia relativa (%)**	**Clase**
E1	*Distichlis spicata*	100	Representativa
E2	*Distichlis spicata*	100	Representativa
E3	*Distichlis spicata*	96	Común
	Schoenoplectus americanus	4	Ocasional
E4	*Distichlis spicata*	44	Comunes
	Juncus acutus	56	Acompañante
E5	*Tesssaria absinthioides*	100	Representativa

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9: Frecuencia relativa de las especies presentes en el Sector B.

Sector B			
Estación	**Especie**	**Frecuencia relativa (%)**	**Clase**
E1	*Tessaria absinthioides*	100	Representativa
E2	*Atriplex deserticola*	100	Representativa
E3	*Atriplex deserticola*	100	Representativa
E4	*Atriplex deserticola*	100	Representativa
E5	*Atriplex deserticola*	97	Representativa
	Gymnophyton spinosissimum	3	Ocasional

Fuente: Elaboración propia.

c) Diversidad

En general el área de estudio presenta una baja diversidad florística, levemente superior a la constatada por levantamientos anteriores.

La Tabla 10 presenta los índices de diversidad de Shannon-Wiener H' y Hmax, y el índice de equidad de Pielou J'.

Tabla 10: Diversidad por sector (Índices de Shannon-Wiener).

Índice	Agua abajo (sector A)	Agua arriba (sector B)
H'	0,99	0,43
Hmax	1,39	1,09
J'	0,7	0,39

Fuente: Elaboración propia; índices calculados en base al logaritmo natural.

El índice H' revela una mayor diversidad en el Sector A en comparación al Sector B. El índice Hmax que representa la diversidad máxima potencial para cada sector, al igual que el índice H', es superior en el Sector A, debido a un número total de especies superior en comparación al Sector B.

En relación con el índice de equidad J', este es más bajo en el Sector B debido a la dominancia extrema de *Atriplex deserticola* en 4 de los 5 transectos de monitoreo.

La diversidad mayor del Sector A se puede atribuir a la mayor presencia de agua en éste, lo que ofrece condiciones menos restrictivas para el establecimiento y la sobrevivencia de muchas especies vegetales.

d) Flora con problemas de conservación

En todas las campañas de monitoreo, no se detectaron especies vegetales con problemas de conservación, según el Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Benoit, 1989) y los D.S. del MINSEGPRES (151/2007, 50/2008, 51/2008, 23/2009 de Clasificación de Especies según Estado de Conservación).

e) Fenología de las especies

El estado fenológico de las especies prospectadas en el último monitoreo se presenta en la Tabla 11. Se puede apreciar que 2 especies se encuentran en etapa de floración, 7 en etapa de semillación, 14 en estado de latencia y 2 en estado de crecimiento.

Tabla 11: Fenología de las especies prospectadas en la campaña de Primavera 2012.

Nº	Especie	Floración	Semillación	Latencia	Crecimiento
1	*Adesmia argentea*		X		
2	*Adesmia atacamensis*		X		
3	*Atriplex deserticola*		X		
4	*Baccharis juncea*		X		
5	*Cotula coronopifolia*				X
6	*Distichlis spicata*			X	
7	*Ephedra breana*			X	
8	*Gymnophyton spinosissimum*			X	
9	*Juncus acutus*		X		
10	*Lycium Deserti*			X	
11	*Nolana salsoloides*	X	X		
12	*Phragmites australis*		X		
13	*Polyachyrus carduoides*			X	
14	*Ranunculus cymbalaria*	X	X		
14	*Salpiglossis spinescens*		X		X
14	*Schoenoplectus americanus*		X		X
14	*Tessaria absinthioides*		X		X

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2 Vegetación

Mediante la metodología de la Carta de Ocupación de Tierras (COT) de Etienne y Prado (1982), se definieron 8 unidades homogéneas de vegetación (UHV) (Tabla 13) para el área en estudio, en cuanto a formación vegetal y especies dominantes. Por su parte, en la Tabla 13 se presentan las estaciones de monitoreo asociadas a cada formación vegetal.

Tabla 12: Tipos fisionómicos y formaciones vegetales presentes en los Sectores A y B.

Tipo vegetacional	Nº de unidades COT	Formación vegetal
Matorral	2	Leñosa baja herbácea densa
	1	Leñosa baja densa
	1	Leñosa baja poco densa
	1	Leñosa baja clara
Vegas, praderas y pastizales	3	Herbácea densa

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13: Estaciones de monitoreo asociadas a cada formación vegetal.

Sector	Estaciones de monitoreo	Formación vegetal
A	E1 y E2	Herbácea densa (U-1)
	E3	Leñosa baja herbácea densa (U-2)
	E4	Herbácea densa (U-3)
	E5	Leñosa baja densa (U-4)
B	-[1]	Herbácea densa (U-5)
	-[1]	Leñosa baja herbácea densa (U-6)
	E1	Leñosa baja poco densa (U-7)
	E2, E3, E4 y E5	Leñosa baja clara (U-8)

Fuente: Elaboración propia; 1: Estas formaciones vegetales no se encuentran asociadas a estaciones de monitoreo.

a) Caracterización vegetacional del sector aguas abajo (A)

5.1.2.a.1 Formación vegetal herbácea densa (U-1)

Esta formación presenta un estrato herbáceo conformado por *Distichlis spicata y Schoenoplectus americanus* de hasta 50 cm. de altura y 30 a 100 % de cobertura. Según las evidencias encontradas, existe una alteración antrópica importante debido al sobrepastoreo del ganado caprino y equino. A continuación se presenta la caracterización de las estaciones E1 y E2 que pertenecen a esta formación.

5.1.2.a.1.1 Estación de monitoreo E1

En la Tabla 14 se presenta la abundancia y cobertura de las especies del estrato herbáceo presente en la estación de monitoreo. Se puede apreciar que el 56,5% del suelo se encuentra con cobertura vegetal; el 43,5% restante sin cobertura corresponde principalmente a sustrato. La especie más abundante es *Distichlis spicata* (100%), representando el 100% de la cobertura vegetal. También, aunque el transecto no pasa por el estero, se registraron varios puntos con agua de afloramiento (9 %) (Fotografías 1, Tabla 1, Anexo I).

Tabla 14: Análisis lineal estación de muestreo E1.

E1					
Suelo sin cobertura vegetal	**43,5%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Sustrato		68	78%	68	-
Mantillo		11	13%	11	-
Agua		8	9%	8	-
Feca		0	0%	0	-
Total		**87**	**100%**	**87**	**-**
Suelo con cobertura vegetal	**56,5%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Distichlis spicata		113	100%	113	100%
0		0	0,0	0	0%
0		0	0,0	0	0%
0		0	0,0	0	0%
0		0	0,0	0	0%
Total		**113**	**100,0**	**113**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

La especie ocasional que se encontró en esta estación sin contacto fue *Schoenoplectus americanus.*

5.1.2.a.1.2 Estación de monitoreo E2

En la Tabla 15 se presenta la abundancia y cobertura de las especies del estrato herbáceo presente en la estación de monitoreo. Se observa que el 39,0% del suelo se encuentra con cobertura vegetal y el 61,0% sin cobertura, corresponde principalmente a sustrato. La especie más abundante es *Distichlis spicata* (100%), con una cobertura vegetal de 100% (Fotografías 2, Tabla 1, Anexo I).

Tabla 15: Análisis lineal estación de muestreo E2.

E2					
Suelo sin cobertura vegetal	**61,0%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Sustrato		109	89%	109	-
Mantillo		7	6%	7	-
Agua		6	5%	6	-
Feca		0	0%	0	-
Total		**122**	100%	**122**	**-**
Suelo con cobertura vegetal	**39,0%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Distichlis spicata		78	100%	78	1,0
0		0	0%	0	0,0
0		0	0%	0	0,0
0		0	0%	0	0,0
0		0	0%	0	0,0
Total		**78**	**100%**	**78**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia..

La especie acompañante en esta estación fue *Schoenoplectus americanus*

5.1.2.a.2 Leñosa baja herbácea densa (U-2)

Corresponde a un estrato arbustivo de *Tessaria absinthioides* y a uno herbáceo de *Schoenoplectus americanus*, y *Distichlis spicata*, de 1 a 2 m y 0 a 25 cm. de altura, respectivamente; la cobertura de la formación varía entre 75 y 100 %. Según las evidencias encontradas, existe una alteración antrópica importante debido al sobrepastoreo del ganado caprino y equino. A continuación se expone la caracterización de la estación de monitoreo E3 que pertenece a esta formación.

5.1.2.a.2.1 Estación de monitoreo E3

En la Tabla 16 se presenta la abundancia y cobertura de las especies del estrato herbáceo presente en la estación de monitoreo. Se observa que el 58% del suelo se encuentra con cobertura vegetal; el 42% restante sin cobertura corresponde principalmente a sustrato (70%). La especie más abundante es *Distichlis spicata* (96%), representando el 96% de la cobertura vegetal. El resto de la cobertura es ocupado por la especie *Schoenoplectus americanus* (Fotografías 3, Tabla 1, Anexo I).

Tabla 16: Análisis lineal estación de muestreo E3.

E3					
Suelo sin cobertura vegetal	**42,0%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Sustrato		59	70%	59	-
Mantillo		16	19%	16	-
Agua		9	11%	9	-
Feca		0	0%	0	-
Total		**84**	100%	**84**	**-**
Suelo con cobertura vegetal	**58,0%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Distichlis spicata		111	96%	111	96%
Schoenoplectus americanus		5	4%	5	4%
0		0	0%	0%	0%
0		0	0%	0	0%
0		0	0%	0	0%
Total		**116**	**100,0**	**116**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

La especie acompañantes que se observaron en esta estación fue *Tessaria absinthioides.* Esta última, a pesar que no fue registrada en el transecto, presenta una importancia significativa dado que su participación en la composición define la estructura arbustiva-herbácea de la formación.

5.1.2.a.3 Formación herbácea densa (U-3)

Corresponde a un estrato herbáceo de *Distichlis spicata, Juncus acutus* y *Schoenoplectus americanus* de 0 a 1,5 m de altura y cobertura de 60 y 100%. Según las evidencias observadas, existe una alteración antrópica media debido al pastoreo del ganado caprino y equino. A continuación se expone la caracterización de la estación de monitoreo E4 que pertenece a esta formación.

5.1.2.a.3.1 Estación de monitoreo E4

En la Tabla 17, se presenta la abundancia y cobertura de las especies del estrato herbáceo presente en la estación de monitoreo. Se observa que el 83,0% del suelo se encuentra con cobertura vegetal; el 17,0% restante sin cobertura

corresponde mantillo principalmente. Las especies tuvieron una abundancia parecida, al igual que la cobertura vegetal. (Fotografía 4, Tabla 1, Anexo I)

Tabla 17: Análisis lineal estación de muestreo E4.

E4					
Suelo sin cobertura vegetal	**17%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Sustrato		0	0%	0	-
Mantillo		33	97%	33	-
Agua		0	0%	0	-
Feca		1	3%	1	-
Total		**34**	**100%**	**34**	**-**
Suelo con cobertura vegetal	**83%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Distichlis spicata		73	44%	73	44%
Juncus acutus		93	56%	93	56%
0		0	0%	0	0%
0		0	0%	0	0%
0		0	0%	0	0%
Total		**166**	**100%**	**166**	100%

Fuente: Elaboración propia.

Se observó *Phragmites australis y Baccharis juncea,* como especie acompañante.

5.1.2.a.4 Formación leñosa baja densa (U-4)

Corresponde a un estrato arbustivo de *Tessaria absinthioides* de 1 a 2 m. de altura y 30 a 100 % cobertura. Al igual que las anteriores formaciones vegetales, presenta evidencias de acción antrópica por pastoreo.

5.1.2.a.4.1 Estación de monitoreo E5

En la Tabla 18 se presenta la abundancia y cobertura de la especie del estrato arbustivo presente en la estación de monitoreo. Se observa que el 46,5% del suelo se encuentra con cobertura vegetal; y el 53,5% restante sin cobertura, el cual corresponde principalmente a mantillo. (Fotografías 5, Tabla 1, Anexo I).

Tabla 18: Análisis lineal estación de muestreo E5.

E5					
Suelo sin cobertura vegetal	**53,5%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Sustrato		0	0%	0	-
Mantillo		107	100%	107	-
Agua		0	0%	0	-
Feca		0	0%	0	-
Total		**107**	100%	**107**	**-**
Suelo con cobertura vegetal	**46,5%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Tessaria absinthioides		93	100%	93	100%
0		0	0%	0	0%
0		0	0%	0	0%
0		0	0%	0	0%
0		0	0%	0	0%
Total		**93**	100%	**93**	100%

Fuente: Elaboración propia.

A parte de la especie registrada, se identificaron *Distichlis spicata* y *Phragmites australis* como especies acompañantes.

b) Caracterización vegetacional del sector aguas arriba (B)

5.1.2.b.1 Formación vegetal herbácea densa (U-5)

Corresponde a un estrato herbáceo compuesto por *Baccharis juncea - Schoenoplectus americanus - Distichlis spicata* de hasta 50 cm. de altura y 75 a 100 % de cobertura. Como especie acompañante se puede mencionar *Juncus acutus* y *Ranunculus cymbalaria.* Al igual que las anteriores formaciones vegetales, presenta evidencias de acción antrópica por pastoreo. El presente monitoreo no considera estaciones de monitoreo para esta formación.

5.1.2.b.2 Formación vegetal leñosa baja herbácea densa (U-6)

Presenta un estrato arbustivo de *Tessaria absinthioides* y uno herbáceo de *Juncus acutus - Distichlis spicata* de 50 a 100 cm. y hasta 25 cm. de altura, respectivamente. La cobertura fluctúa entre 75 y 100 %. Como especie acompañante se puede mencionar a *Baccharis juncea y Atriplex deserticola*. Al igual que las anteriores formaciones vegetales, presenta evidencias de acción antrópica

por pastoreo. El presente monitoreo no considera estaciones de monitoreo para esta formación.

5.1.2.b.3 Leñosa baja poco densa (U-7)

Corresponde a un estrato arbustivo formado por *Tessaria absinthioides* de 50 a 100 cm. de altura y 50 a 75 % de cobertura. Como especie acompañante se puede mencionar a *Atriplex deserticola*. A continuación se expone la caracterización de la estación de monitoreo E1 que pertenece a esta formación.

5.1.2.b.3.1 Estación de monitoreo E1

En la Tabla 19 se presenta la abundancia y cobertura de la especie del estrato arbustivo presente en la estación de monitoreo. Se observa que el 15,0 % del suelo se encuentra con cobertura vegetal; el 85,0% restante sin cobertura corresponde a sustrato y mantillo. La única especie presente corresponde a *Tessaria absinthioides* (Fotografía 6, Tabla 1, Anexo I).

Tabla 19: Análisis lineal estación de muestreo E1.

E1					
Suelo sin cobertura vegetal	**85,0%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Sustrato		76	45%	76	-
Mantillo		94	55%	94	-
Agua		0	0%	0	-
Feca		0	0%	0	-
Total		**170**	100%	**170**	**-**
Suelo con cobertura vegetal	**15,0%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Tessaria absinthioides		30	100%	30	100%
0		0	0,0	0	0,0
0		0	0,0	0	0,0
0		0	0,0	0	0,0
0		0	0,0	0	0,0
Total		**30**	**100,0**	**30**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

La especie acompañante que se observó en esta estación fue *Salpiglossis spinescen.*

5.1.2.b.4 Formación vegetal leñosa baja clara (U-8)

Corresponde a un estrato arbustivo formado por *Atriplex deserticola* de 50 a 200 cm. de altura y 25 a 50 % de cobertura. Como especie acompañante se puede mencionar a *Nolana salsoloides*. A continuación se expone la caracterización de las estaciones de monitoreo E2, E3, E4 y E5 incluidas en esta formación.

5.1.2.b.4.1 Estación de monitoreo E2

En la Tabla 20 se presenta la abundancia y cobertura de la especie del estrato arbustivo presente en la estación de monitoreo. Se observa que el 30,0% del suelo se encuentra con cobertura vegetal; el 63,0% restante sin cobertura corresponde principalmente a sustrato. La única especie presente corresponde a *Atriplex desertícola* (Fotografía 7, Tabla 1, Anexo I).

Tabla 20: Análisis lineal estación de muestreo E2.

E2					
Suelo sin cobertura vegetal	**70%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Sustrato		140	100%	62	-
Mantillo		0	0	0	-
Agua		0	0	0	-
Feca		0	0	0	-
Total		**140**	100%	**62**	**-**
Suelo con cobertura vegetal	**30%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Atriplex deserticola		60	100%	138	100%
0		0	0,0	0	0,0
0		0	0,0	0	0,0
0		0	0,0	0	0,0
0		0	0,0	0	0,0
Total		**60**	**100,0**	**138**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2.b.4.2 Estación de monitoreo E3

En la Tabla 21 se presenta la abundancia y cobertura de la especie del estrato arbustivo presente en la estación de monitoreo. Se observa que el 36,0% del suelo se encuentra con cobertura vegetal; el 65,0% restante sin cobertura

corresponde principalmente a sustrato. La única especie presente corresponde a *Atriplex desertícola* (Fotografía 8, Tabla1, Anexo I).

Tabla 21: Análisis lineal estación de muestreo E3.

E3					
Suelo sin cobertura vegetal	**65%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Sustrato		98	76%	98	-
Mantillo		31	24%	31	-
Agua		0	0%	0	-
Feca		0	0%	0	-
Total		**129**	100%	**129**	**-**
Suelo con cobertura vegetal	**36%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Atriplex deserticola		71	100%	71	100%
0		0	0,0	0	0,0
0		0	0,0	0	0,0
0		0	0,0	0	0,0
0		0	0,0	0	0,0
Total		**71**	**100,0**	**71**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

Aparte de la especie registrada, no se observó otra especie acompañante en esta estación.

5.1.2.b.4.3 Estación de monitoreo E4

En la Tabla 22 se presenta la abundancia y cobertura de la especie del estrato arbustivo presente en la estación de monitoreo. Se observa que el 43,5% del suelo se encuentra con cobertura vegetal; el 42,5% restante sin cobertura corresponde principalmente a sustrato. La única especie presente corresponde a *Atriplex desertícola* (Fotografía 9, Tabla 1, Anexo I).

Tabla 22: Análisis lineal estación de muestreo E4.

E4					
Suelo sin cobertura vegetal	**42,5%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Sustrato		85	75%	85	-
Mantillo		15	13%	15	-
Agua		0	0%	0	-
Feca		13	12%	13	-
Total		**113**	100%	**113**	**-**
Suelo con cobertura vegetal	**43,5%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Atriplex deserticola		87	100%	87	100%
0		0	0,0	0	0,0
0		0	0,0	0	0,0
0		0	0,0	0	0,0
0		0	0,0	0	0,0
Total		**87**	**100,0**	**87**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

A parte de la especie registrada, no se observó otra especie acompañante en esta estación.

5.1.2.b.4.4 Estación de monitoreo E5

En la Tabla 23 se presenta la abundancia y cobertura de la especie del estrato arbustivo presente en la estación de monitoreo. Se observa que el 32,5% del suelo se encuentra con cobertura vegetal; el 67,5% restante sin cobertura corresponde a sustrato. Dentro de esta estación, *Atriplex deserticola* presenta la mayor abundancia y cobertura. (Fotografía 10, Tabla 1, Anexo I).

Tabla 23: Análisis lineal estación de muestreo E5.

E5					
Suelo sin cobertura vegetal	**67,5%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Sustrato		122	90%	122	-
Mantillo		13	10%	13	-
Agua		0	0%	0	-
Feca		0	0%	0	-
Total		**135**	100%	**135**	**-**
Suelo con cobertura vegetal	**15,5%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Atriplex deserticola		30	97%	30	100%
Gymnophyton spinosissimum		1	3%	0	0,0
0		0	0%	0	0,0
0		0	0%	0	0,0
0		0	0%	0	0,0
Total		**31**	**100,0**	**30**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

La única especie acompañante fue *Gymnophyton spinosissimum*

5.2 Fauna terrestre

En la presente campaña de monitoreo (primavera 2012), se registró un total de 18 taxa de vertebrados terrestres: 2 reptiles, 9 aves, 2 micromamíferos y 5 macromamíferos (Tabla 1, Anexo III). De éstas, 14 corresponden a especies nativas, 3 a especies domesticas (burro, caballo y cabra) y una introducida (liebre). La riqueza de especies fue menor de la obtenida en la misma temporada del año anterior (primavera 2011 = 25), pero igual con el promedio para todas las temporadas de primavera de 18 taxa.

El promedio total de riqueza de especies registradas desde otoño de 1997 a primavera del 2012 por estación es de 17,2 especies, de esta manera, la actual temporada presentó un valor levemente mayor de riqueza que el promedio total de las campañas.

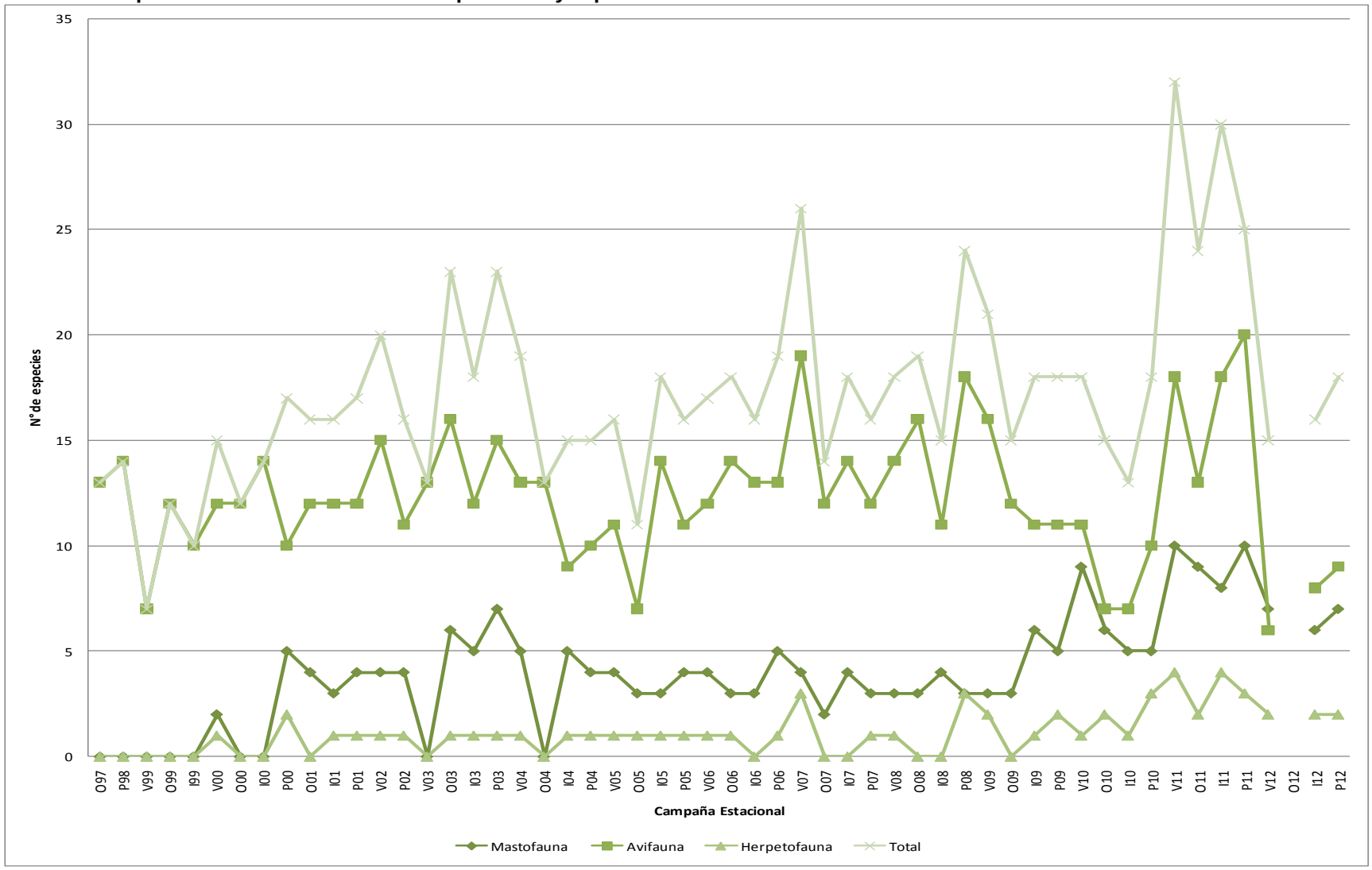
En el Gráfico 9, se observa un menor número de especies registradas al comparar con igual temporada del año anterior (primavera 2011) a la presente, esto, dado por una disminución en el número de especies de aves, mamíferos y herpetozoos. En promedio para todas las temporadas, las aves presentan la mayor

riqueza (12,0 sp.), seguida de mamíferos (3,83 sp.), y finalmente anfibios y reptiles (1,09 sp.).

El promedio histórico de especies aguas abajo es mayor que aguas arriba (14,2 sp. v/s 9,03 sp., respectivamente), dominancia que se mantiene en la presente campaña (12 y 6 sp. respectivamente), pero con una menor diferencia que la observada a lo largo del estudio (Gráfico 10). La avifauna acuática en tanto, sólo ha sido observada aguas abajo de la descarga, lo que está relacionado a un mayor recurso hídrico en ese ambiente, situación que se repite en la presente campaña.

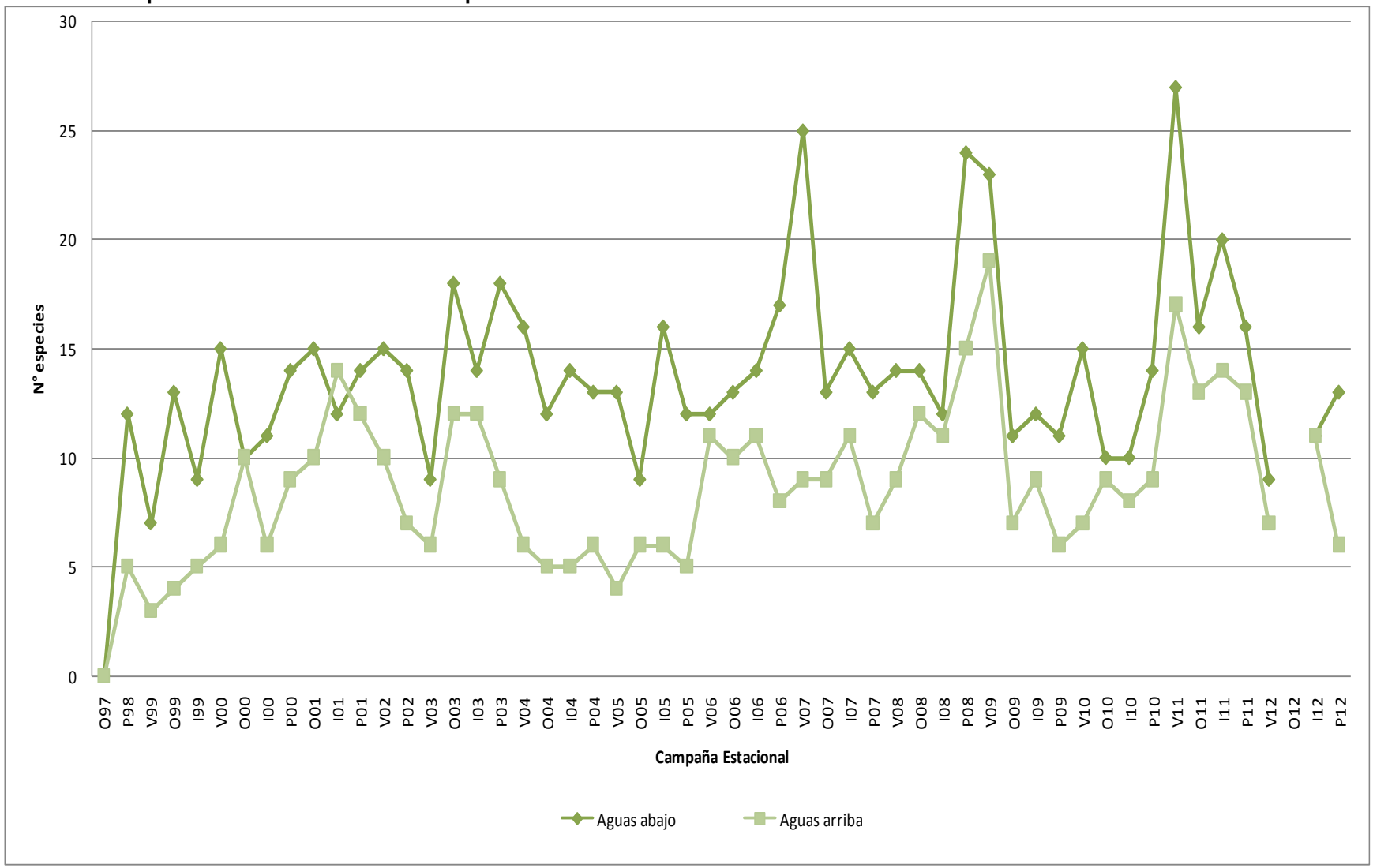
Con la información obtenida del período otoño 1997 a primavera 2012, de las 94 especies de vertebrados terrestres registrados, 16 (17,02%) presentan algún grado de amenaza (SAG 2012; ver Tabla Nº 1, Anexo III). Las fotografías presentadas para el componente fauna se exponen en Tabla 2 del Anexo I.

Gráfico 9: Riqueza de vertebrados terrestres por clase y riqueza total. Otoño 1997 a Primavera 2012.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 10: Riqueza de vertebrados terrestres por ambiente. Otoño 1997 a Primavera 2012.



Fuente: Elaboración propia.

5.2.1 Mamíferos

Se identificaron 7 especies de mamíferos durante la presente campaña (Tabla N° 1, Anexo III): ratón orejudo amarillento (*Phyllotis xanthopygus*) (Fotografía 1, Tabla 2, Anexo I), ratón andino (*Abrothrix andinus*) (Fotografía 2, Tabla 2, Anexo I), zorro culpeo (*Lycalopex culpaeus*), cabra (*Capra hircus*), caballo (*Equus caballus*) (Fotografía 3, Tabla 2, Anexo I), burro (*Equus asinus*) (Fotografía 4, Tabla 2, Anexo I) y la liebre (*Lepus europaeus*).

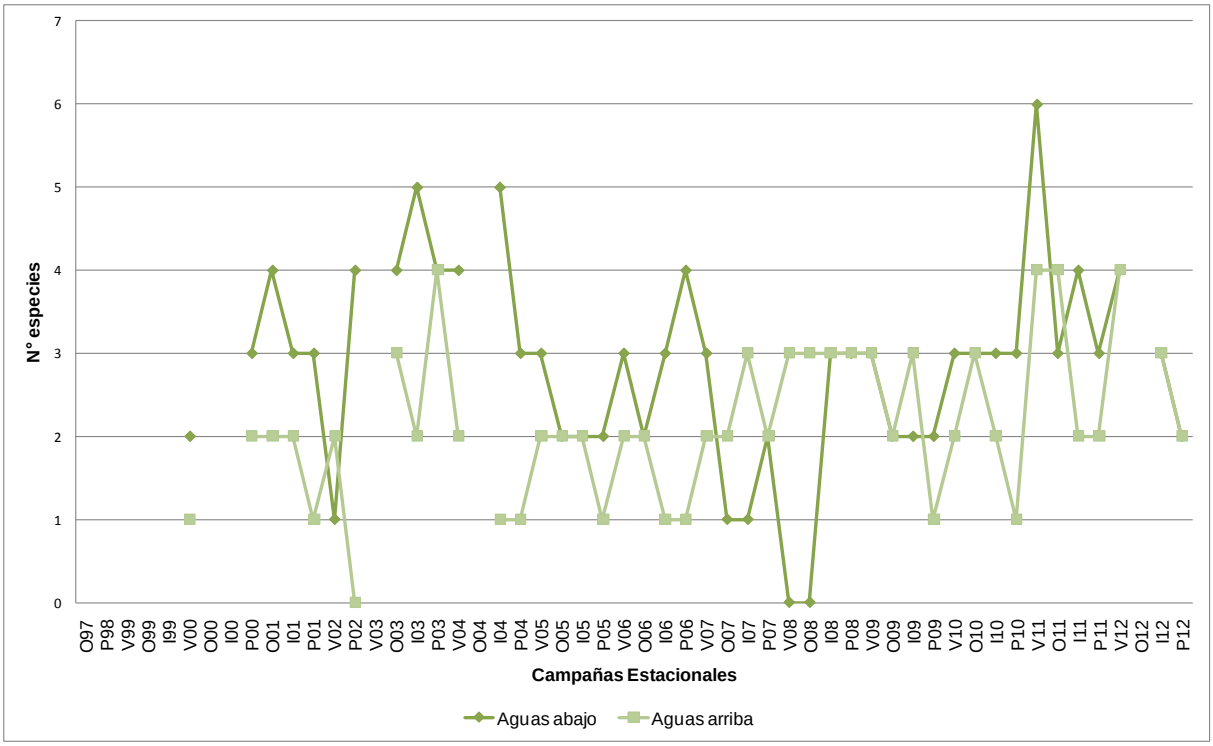
La riqueza de mamíferos fue igual en ambos sectores, registrándose 5 especies aguas arriba y 5 especies aguas abajo. Individuos de las especie *L. culpaeus,* fue registrado solamente aguas arriba. Individuos de la especie *A. andinus*, fue registrado solamente aguas abajo, mientras que individuos de *P. xanthopygus,* fueron registrados en toda el área de estudio. Por otra parte, *C. hircus, E. caballus y E. asinus* fueron registrados ya sea aguas arriba como aguas abajo, ya que estas especies se mueven a lo largo de toda el área de estudio.

El

Gráfico 11Gráfico 11, muestra la variación en la riqueza de especies de mamíferos aguas abajo y aguas arriba de la descarga, a través de las temporadas desde inicios del monitoreo; donde se puede observar que en la mayoría de los muestreos la mayor riqueza de especies de mamíferos se encuentran aguas abajo, con la excepción de los veranos del 2006 y 2008, invierno del 2007 y otoños de los años 2006, 2007, 2008 y 2011. En el presente monitoreo, se sigue encontró cinco especies aguas abajo y cinco especies aguas arriba. Previo al verano del 2006, la mayor riqueza de mamíferos se registraba aguas abajo, sin embargo a partir de dicha fecha esta relación no se observa.

La presente campaña, con un total de 7 especies de mamíferos, presentó un menor valor a la misma estación del año anterior (primavera 2011, n=8), sin embargo, de estas sólo 3 corresponden a especies nativas (ratón orejudo amarillento, ratón andino y zorro culpeo), mientras que 3 corresponden a especies domesticas (caballo, burro y cabra) y una introducida (liebre).

Gráfico 11: Riqueza de mastofauna, por ambiente. Otoño 1997 a Primavera 2012



Fuente: Elaboración propia.

La riqueza de especies de micromamíferos fue de 2 taxa aguas abajo y 1 taxa aguas arriba. En el sector de aguas arriba, solamente se registro *P. xanthopygus* y en el sector de aguas abajo se registró a *P. xanthopygus y A. andinus*. En cuanto a sus abundancias, el mayor número de individuos correspondió a *P. xanthopygus,* con un total de 7 ejemplares versus los 3 registrados de *A. andinus*. A diferencia de la campaña pasada de primavera 2011, las mayores abundancias para *P. xanthopygus* fue en el sector de aguas arriba con 6 individuos, coincidiendo con la tendencia que se comenzó a registrar desde el verano 2010, donde las mayores abundancias de estas especies se registraban aguas arriba (Tabla 24).

En cuanto a macromamíferos, se identificó sólo una especie nativa: el zorro culpeo (*L. culpaeus*), registrado solamente aguas arriba. La presencia de este mamífero fue registrada mediante la presencia de material fecal en el suelo de algunos sitios de muestreo. Con respecto a las 3 especies domesticas identificadas, en el sector de aguas abajo y aguas arriba, se constató la presencia de *C. hircus, E.*

asinus y E. caballus. Estas especies fueron identificadas visualmente y mediante la presencia de huellas y material fecal, mostrando el uso de toda la quebrada en busca de forraje.

Del análisis de la abundancia acumulada para la mastofauna nativa, se desprende que la especie *P. xanthopygus* presenta la mayor cantidad de individuos, aguas arriba y *A. andinus* presenta una mayor cantidad de individuos aguas abajo (Gráfico 12).

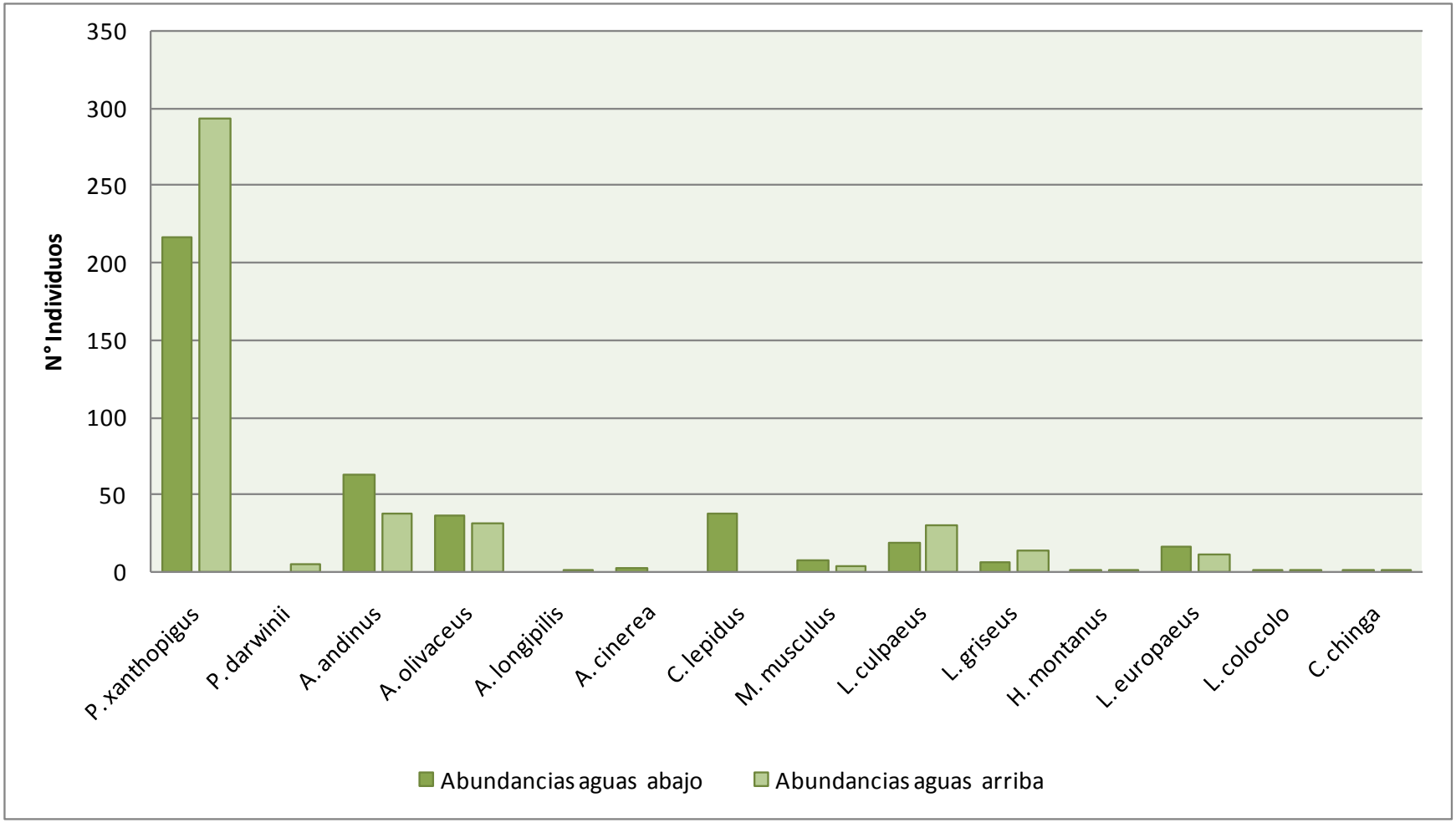
En el Gráfico 13, se presentan las abundancias estacionales de micromamíferos, aguas abajo entre verano del 2000 a primavera del 2012, mientras que el Gráfico 14 presenta las abundancias estacionales de micromamíferos, aguas arriba entre verano del 2000 a primavera del 2012.

Tabla 24: Abundancias Mastofauna por especie campaña Primavera 2012

Especie	Nombre común	Aguas Abajo	Aguas Arriba	Total
Micromamíferos				
Abrothrix andinus	Ratón andino	3	0	3
Phyllotis xanthopygus	Ratón orejudo amarillo	1	6	7
	Total Micromamíferos	**4**	**6**	**10**
Macromamíferos				
Lycalopex culpaeus	Zorro culpeo	0	2	2
Equus caballus	Caballo	4	5	9
Capra hircus	Cabra	5	4	9
Equus asinus	Burro	0	1	1
Lepus europaeus	Liebre	3	0	3
	Total Macromamíferos	**12**	**12**	**24**
Total Mastofauna		**16**	**18**	**34**

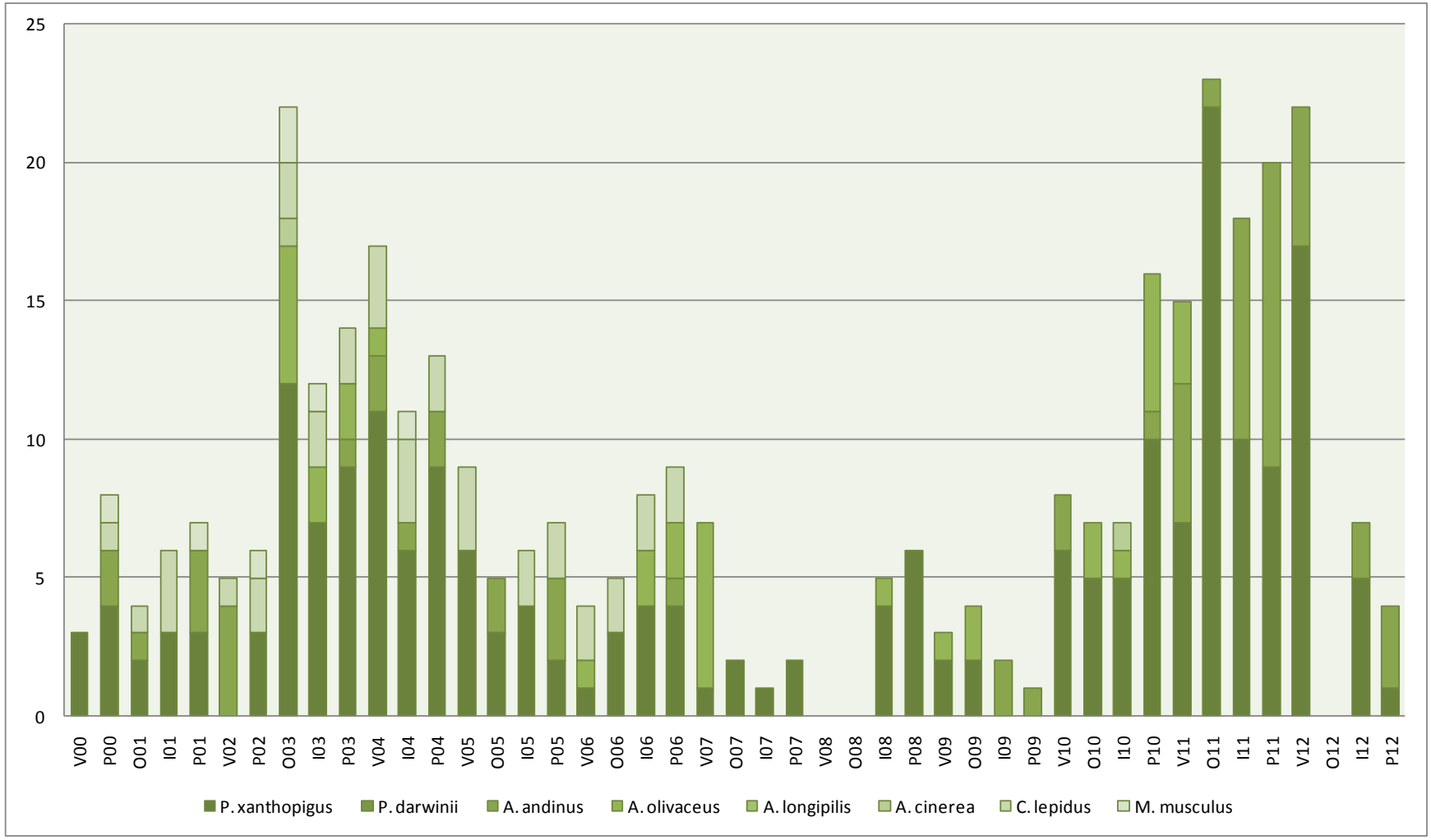
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 12: Abundancia acumulada para las especies de mastofauna, Verano 2000 a Primavera 2012.



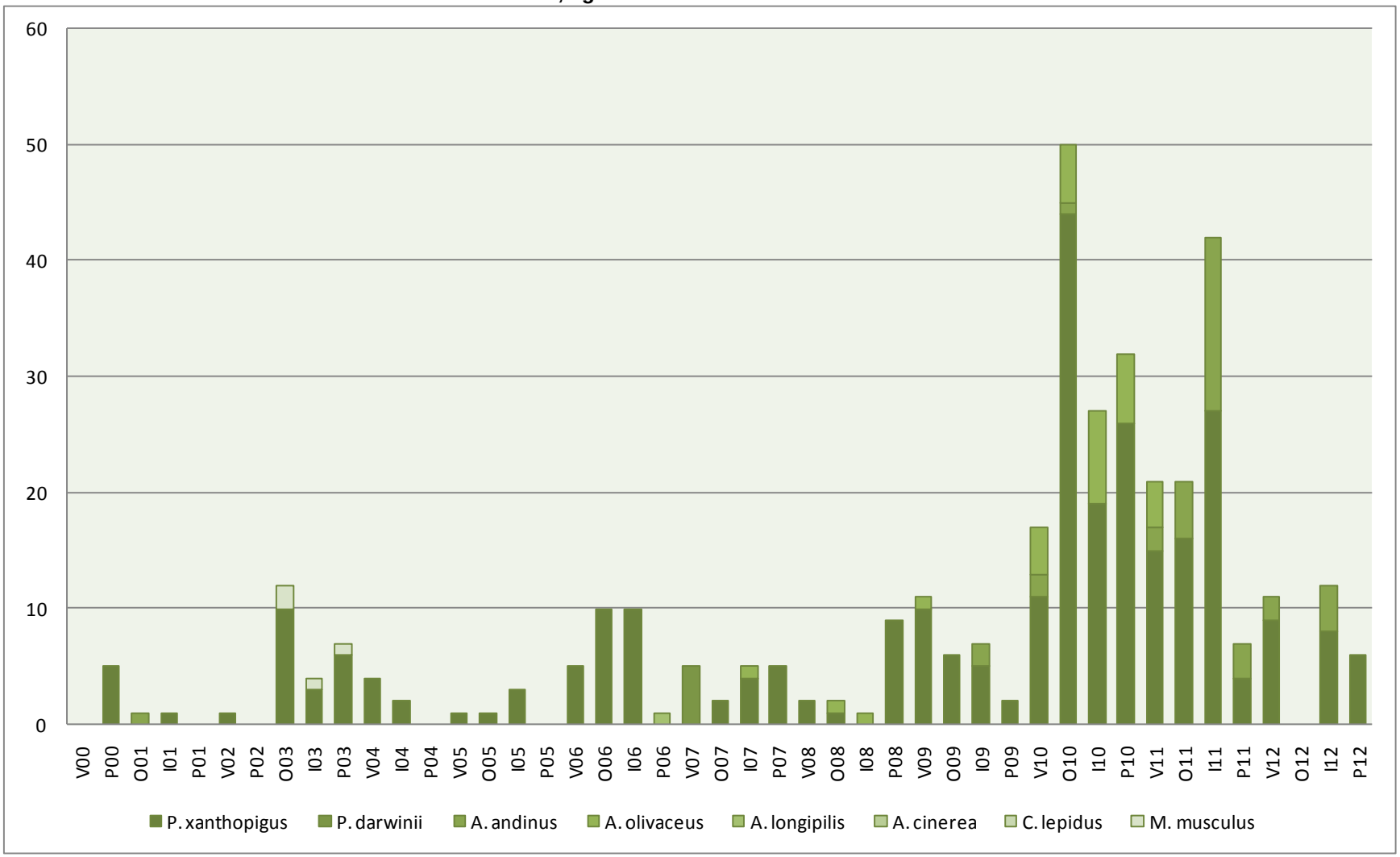
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 13: Abundancia estacional de micromamíferos, aguas abajo. Verano 2000 a Primavera 2012.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 14: Abundancia estacional de micromamíferos, aguas arriba. Verano 2000 a Primavera 2012.



Fuente: Elaboración propia.

De las especies de mamíferos registrados en esta campaña, *L. culpaeus*, es la única que se encuentra en categoría de conservación "Inadecuadamente Conocida" (SAG, 2012). *P. xanthopygus*, no se encuentra amenazada, sin embargo es una especie catalogada con densidades poblacionales reducidas (SAG, 2012). Finalmente *A. andinus,* no presenta problemas de conservación.

En la Tabla 2 del Anexo III se encuentra el resumen de las categorías de conservación de las especies avistadas a lo largo de este estudio según la Ley de Caza (D.S. N°5/98 D.O. 7/12/98 del MINAGRI), específicamente para la zona central y a la clasificaciones de especies lideradas por CONAMA (MINSEGPRES 2007, 2008a, 2008b, 2009, 2012a, 2012b y 2012c).

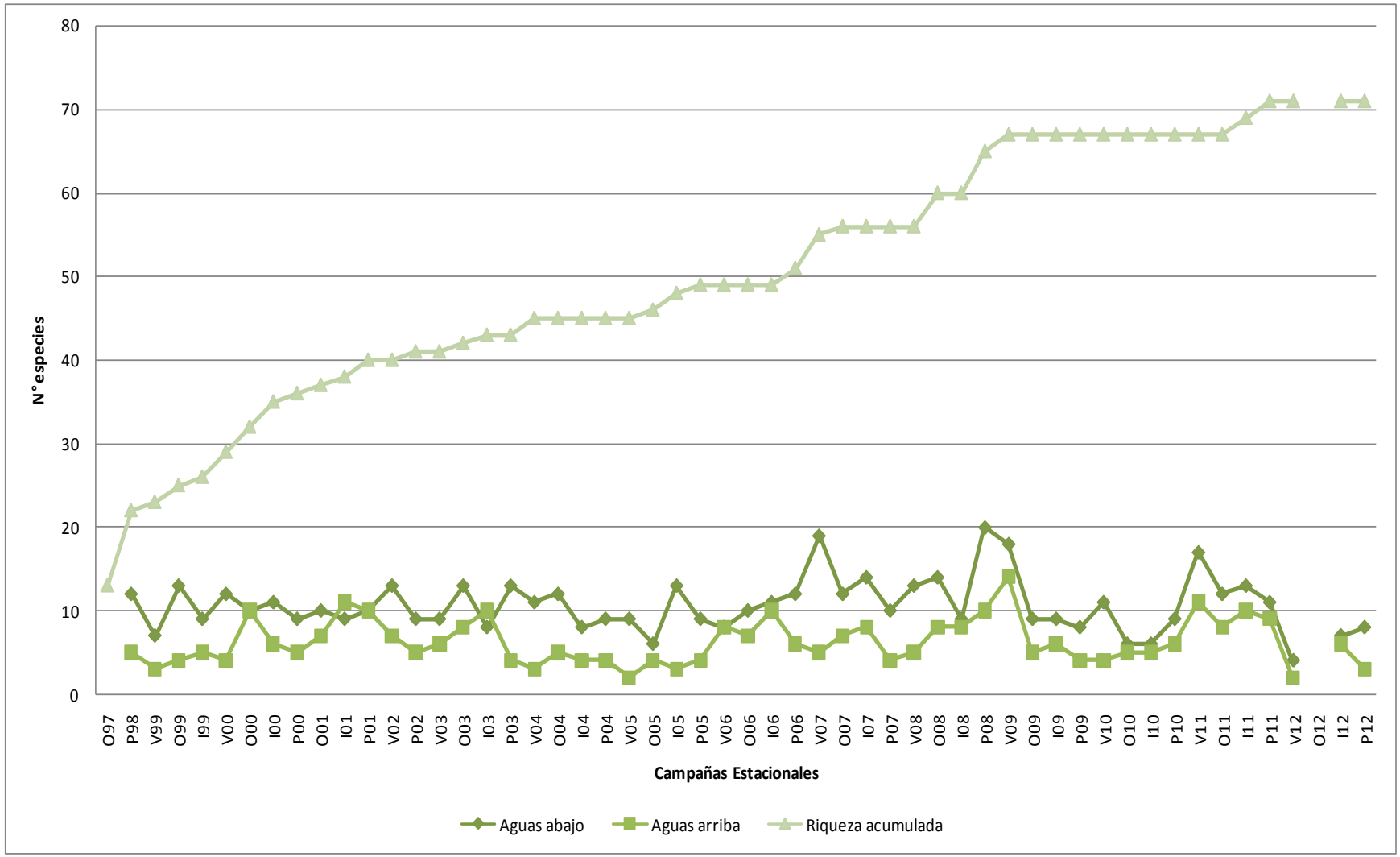
5.2.2 Aves

Durante la campaña de primavera 2012, se registró la presencia directa de 9 especies de aves dentro de toda el área de estudio, las cuales todas han sido registradas en monitoreos anteriores. Así, para todos los monitoreos de la Quebrada el Jardín, se han identificado un total de 71 especies de aves (Gráfico 15).

Con respecto a la primavera pasada (2011), la riqueza de especies disminuyó de 14 a 9 especies, así como también disminuyó la abundancia (primavera 2011=180; primavera 2012=99). Por otra parte, 8 (88,8%) especies fueron registradas en el ambiente aguas abajo (5 passeriformes, 1 falconiforme, 1 anseriforme y 1 charadriiforme), mientras que aguas arriba se identificaron 3 especies (33,3%) (3 paseriformes).

La riqueza de aves por sector, ha sido históricamente mayor en el sector A (aguas abajo), exceptuando las campañas de invierno 2001 y 2003. Esta mayor riqueza de especies se debería a la presencia de hábitats acuáticos abajo de la descarga, situación que no ocurre aguas arriba de ésta (Gráfico 15).

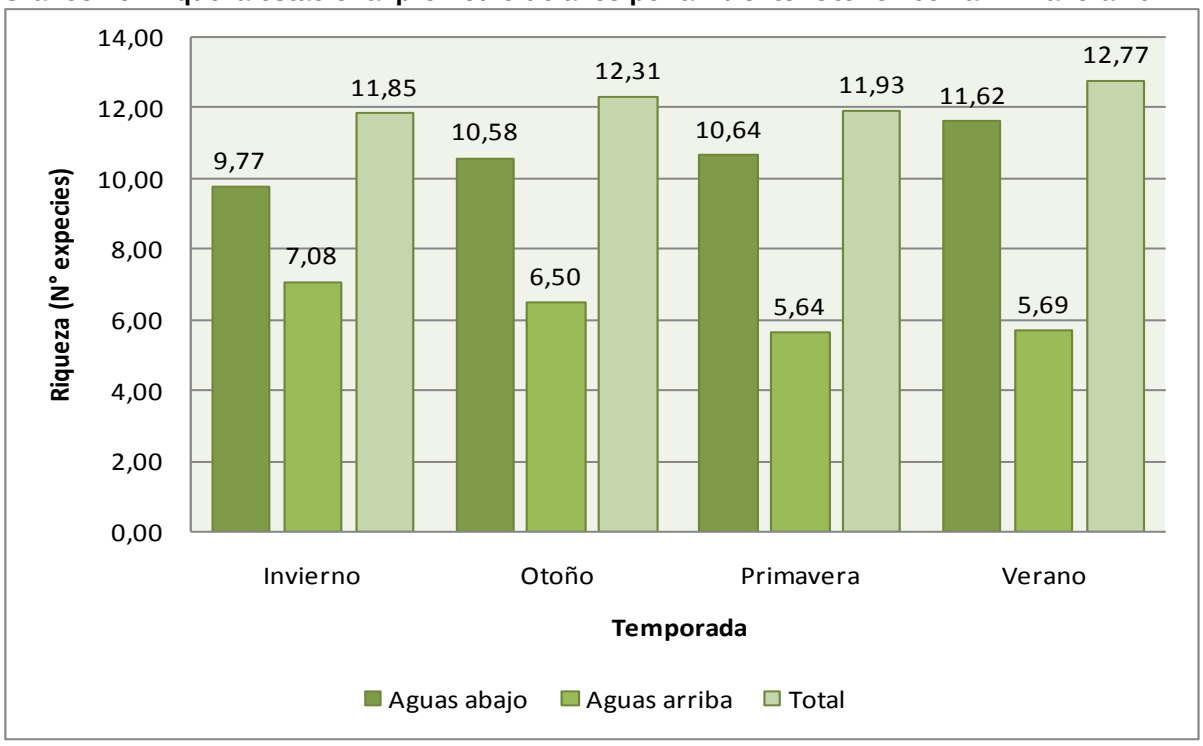
Gráfico 15: Riqueza de avifauna acumulada. Otoño 1997 a Primavera 2012.



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al promedio de la riqueza de especies por temporada, para el área de estudio, esta se mantiene estable (el promedio de riqueza para todas las temporadas es de 12,2 especies). Analizando cada sector, a lo largo del año, se observa que aguas abajo presenta siempre una mayor riqueza de especies comparado con el sector de aguas arriba (Gráfico 16), situación que se repitió en la campaña de primavera 2012.

Gráfico 15: Riqueza estacional promedio de aves por ambiente. Otoño 1997 a Primavera 2012.



Fuente: Elaboración propia.

Entre las aves asociadas a la quebrada El Jardín, en la presente temporada, la abundancia total asciende a 99 individuos. Aguas abajo, se contabilizaron 59 ejemplares y aguas arriba 40. Las especies más abundantes correspondieron al cometocino de Gay (*Phrygilus gayi*, Fotografía 5, Tabla 2, Anexo I) con un 71,72% de abundancia relativa, seguida por el chincol (*Zonotrichia capensis*), con un 15,15%, el chercán (*Troglodytes musculus*) la golondrina de dorso negro (*Pygochelidon cyanoleuca*), chirihue verdoso (*Sicalis olivecens*) y el pato juarjual (*Lophonetta specularioides*, Fotografía 6, Tabla 2, Anexo I) con un 2,02% cada uno. Finalmente el el aguilucho (*Geranoaetus polysoma*), la dormilona de nuca rojiza

(*Muscisaxicola rufivertex,* Fotografía 7, Tabla 2, Anexo I) y el pitotoy grande (*Tringa melanoleuca*) con un 1,01% de abundancia relativa (Tabla 25).

Entre las especies de aves asociadas a ambientes acuáticos, sólo se observaron e individuos de *L. specularioides* (pato juarjual) y *T. melanoleuca* (pitotoy grande).

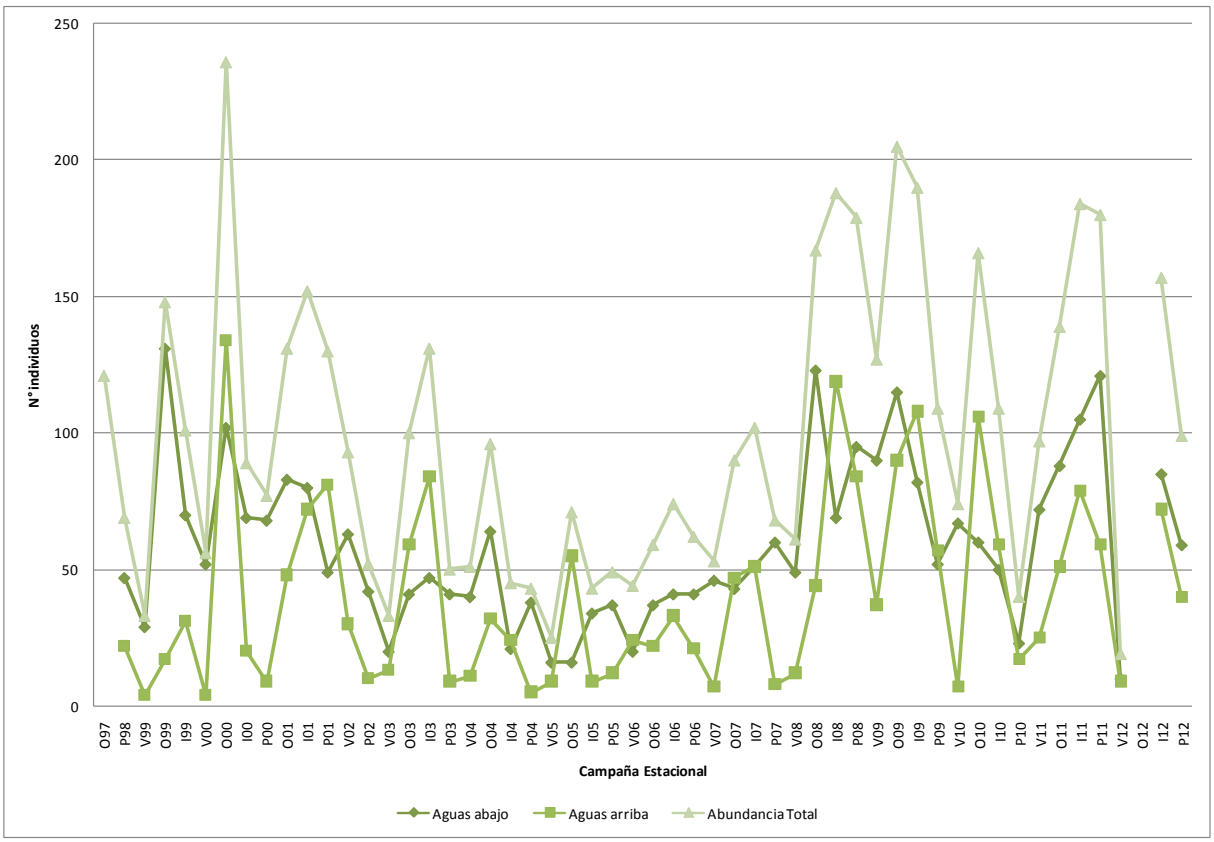
Tabla 25: Abundancia total y relativa de aves, campaña de Primavera 2012

Especie	Nombre común	N° de individuos		Total	Abundancia relativa (%)
		Sitio A	Sitio B		
Geranoaetus polysoma	Aguilucho	1	0	1	1,01
Muscisaxicola rufivertex	Dormilona nuca rojiza	1	0	1	1,01
Pygochelidon cyanoleuca	Golondrina de dorso negro	2	0	0	2,02
Sicalis olivacens	Chirihue verdoso	0	2	2	2,02
Troglodytes musculus	Chercán	4	0	4	4,04
Lophonetta specularioides	Pato juarjual	2	0	3	2,02
Phrygilus gayi	Cometocino de Gay	36	35	71	71,72
Zonotrichia capensis	Chincol	12	3	15	15,15
Tringa melanoleuca	Pitotoy grande	1	0	1	1,01
Abundancia		**59**	**40**	**99**	**100,00**

Fuente: Elaboración propia.

En general, en el área de estudio, existe una menor abundancia en el ambiente aguas arriba, debido a que en este ambiente no existen mayores recursos hídricos como aguas abajo, lo que no permite la colonización de aves acuáticas. Durante esta temporada se observó una disminución en la abundancia de aves, comparado con la misma estación del año anterior (primavera 2011) (Gráfico 17)

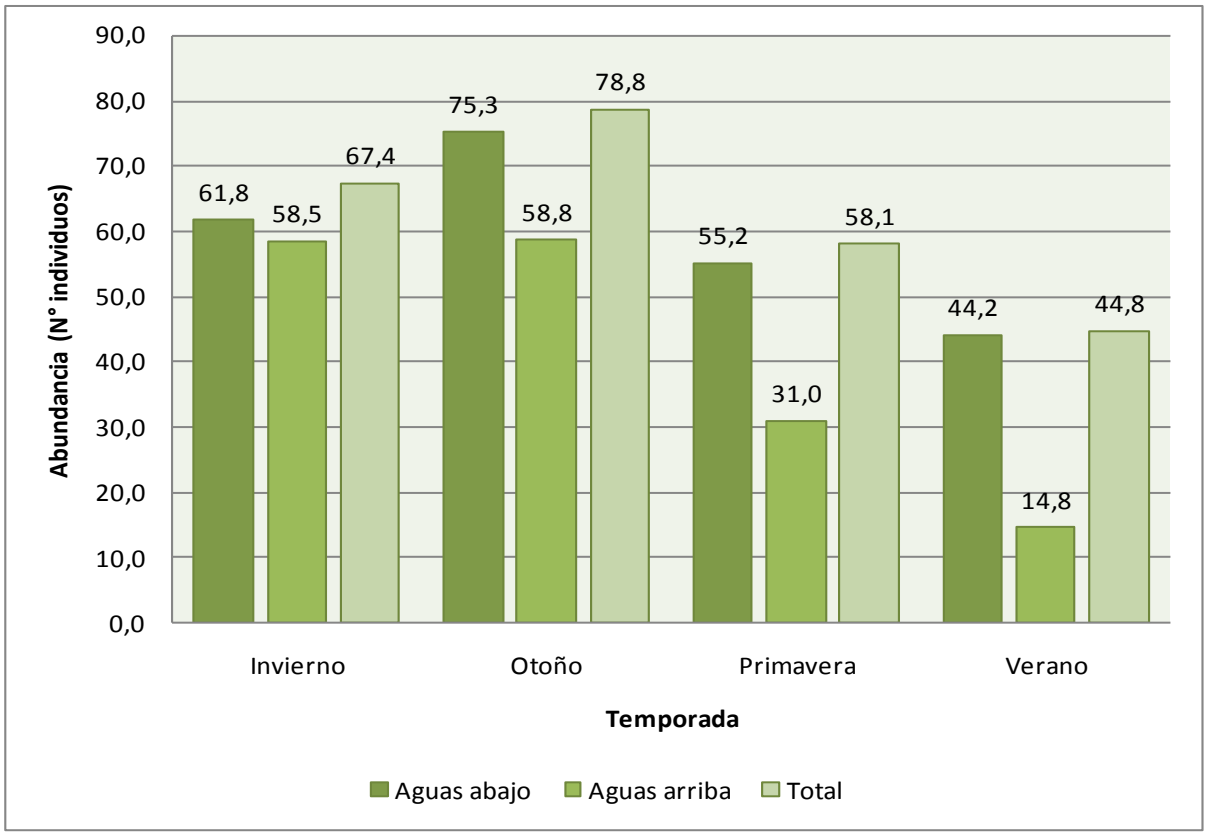
Gráfico 17: Abundancia de aves por ambiente. Otoño 1997 a Primavera 2012.



Fuente: Elaboración propia.

Al comparar las temporadas en función de las abundancias totales para las aves, las temporadas de otoño e invierno, presentan las mayores abundancias promedios para el área de estudio; el sector aguas abajo presenta siempre mayor abundancia que el sector aguas arriba. Mientras que la temporada de verano, es la que presenta menor abundancia para ambos sitios de muestreo (Gráfico 18), situación que se vio reflejada claramente en la presente campaña de primavera 2012, donde se registró una baja abundancia comparada con la temporada de primavera 2011 (99 individuos).

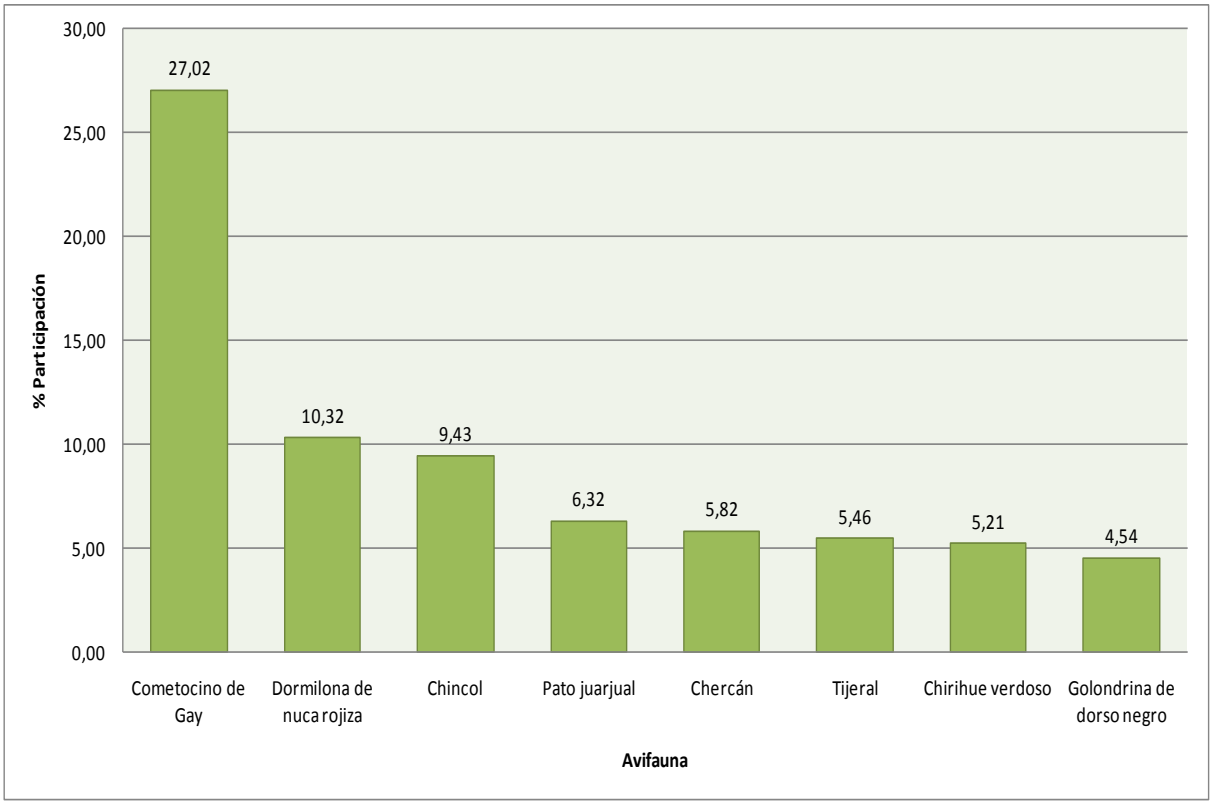
Gráfico 16: Abundancia estacional promedio de aves, otoño 1997 a Primavera 2012.



Fuente: Elaboración propia.

A lo largo de todo el monitoreo, se han identificado a las especies con mayor participación en la comunidad de aves de la Quebrada El Jardín, es decir, aquellas que respecto de su abundancia acumulada, demuestran su importancia en la frecuencia de observación estacional. De acuerdo a este concepto, la temporada de primavera del 2012, el cometocino de Gay presentó la mayor participación en la comunidad; esta especie junto a las especies chincol y chercán, son las únicas identificadas en la presente campaña, que no se clasifican como de baja abundancia. Las restantes especies, en su mayoría, son de baja abundancias pero frecuentes de encontrar en el área de estudio (Gráfico 19)

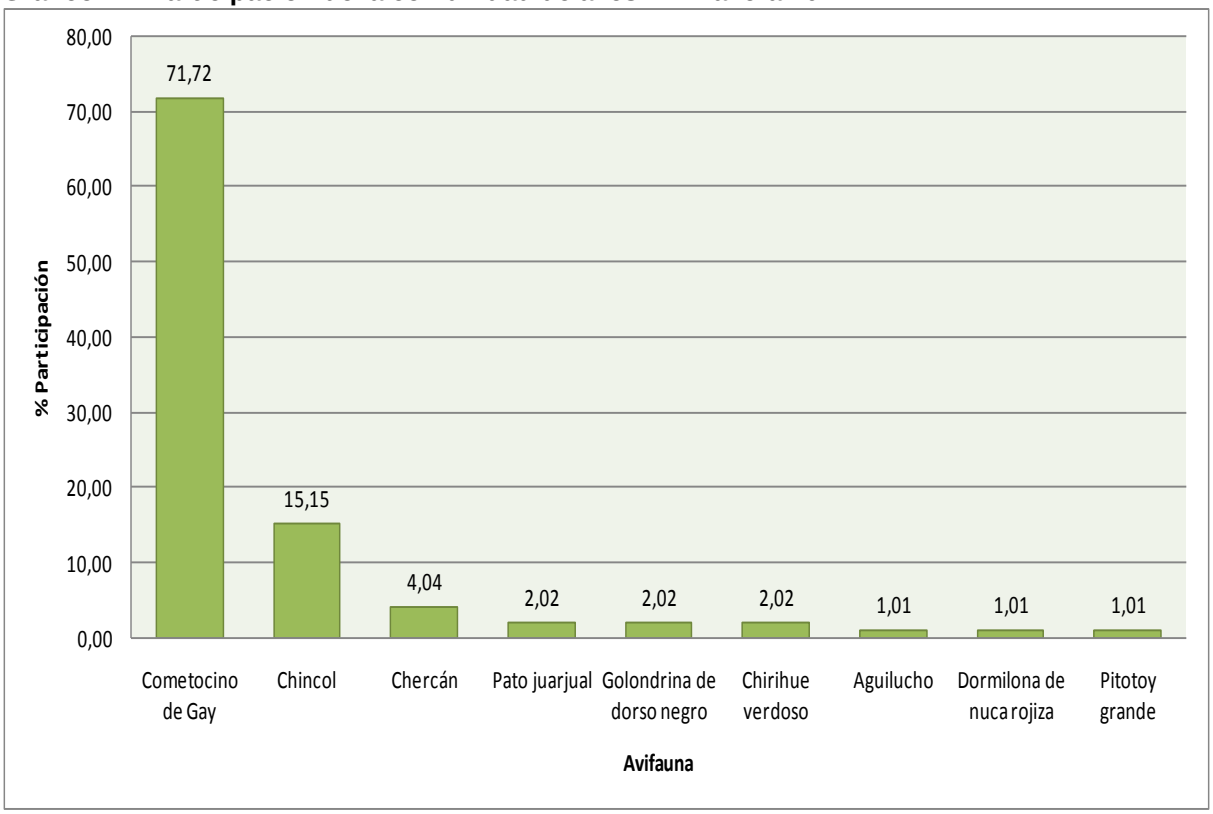
Gráfico 19: Abundancia relativa de la comunidad de aves. Otoño 1997 a Primavera 2012.



Fuente: Elaboración propia.

En la presente campaña, se observan diferencias en el porcentaje de participación de especies en la comunidad de aves con respecto al monitoreo en general, siendo el cometocino de Gay (P. gayi) la especie con mayor participación (25,75%). El Gráfico 17, muestra la participación de las especies que se identificaron durante esta campaña de terreno.

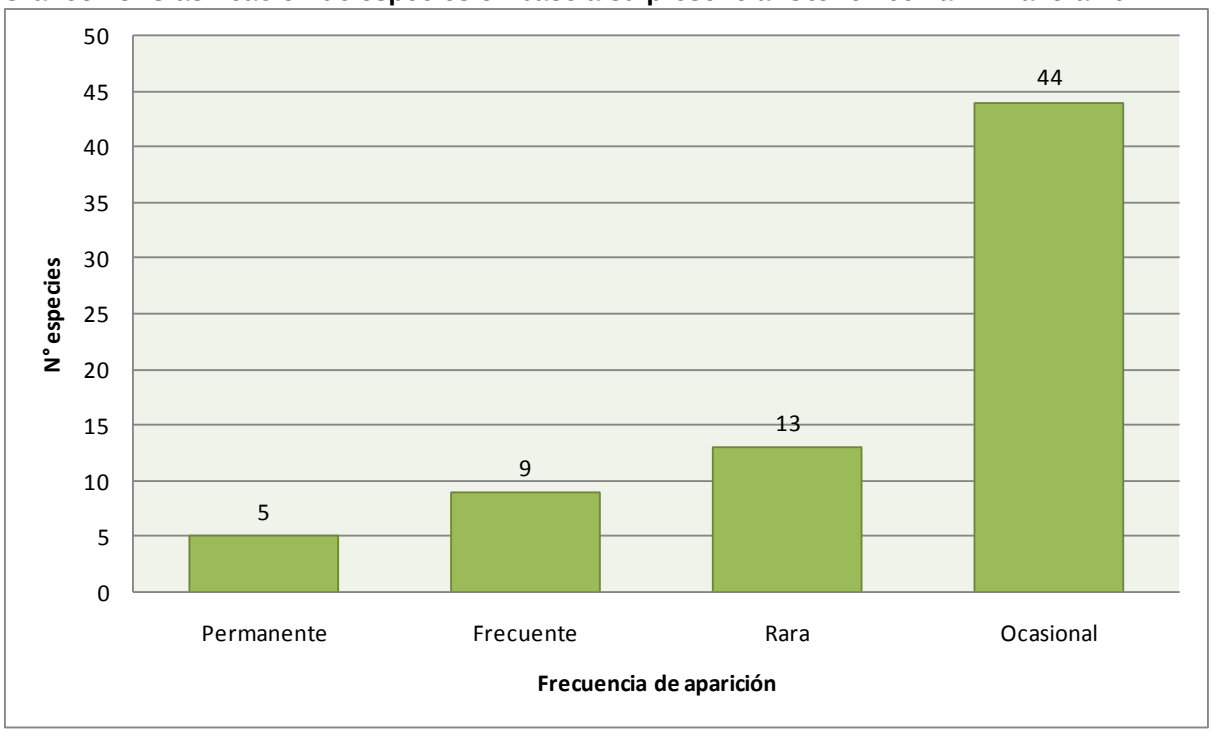
Gráfico 17: Participación de la comunidad de aves. Primavera 2012.



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la frecuencia de aparición, tomando en cuenta todas las temporadas muestreadas desde otoño 1997 a primavera 2012, se determinó que existen 5 especies permanentes, 9 especies frecuentes, 13 especies raras y 44 especies ocasionales (Gráfico 18).

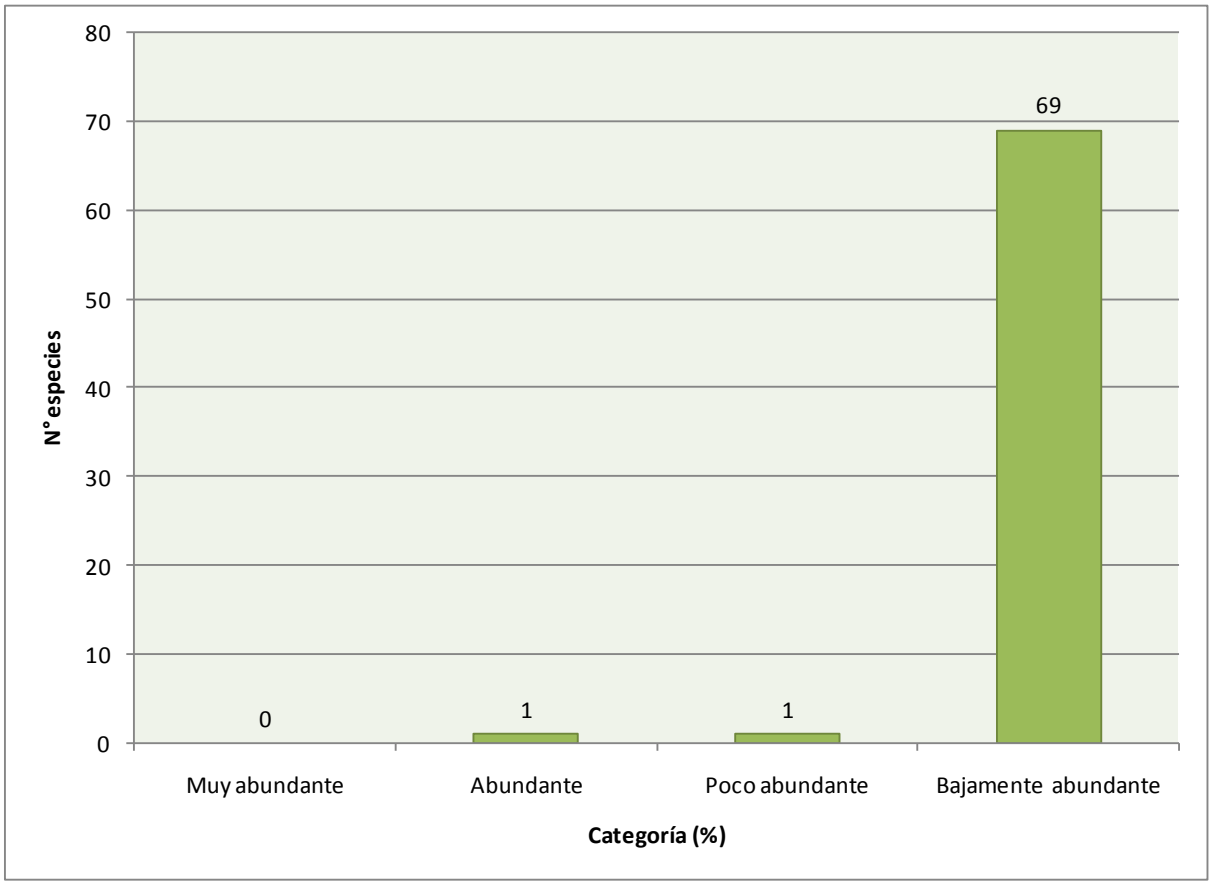
Gráfico 18: Clasificación de especies en base a su presencia. Otoño 1997 a Primavera 2012.



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la clasificación por abundancias, gran parte de las especies presentan baja abundancia en el sistema (n=69), mientras que las poco abundantes y abundantes, presentan sólo 1 taxa cada una. No se registran en tanto, especies muy abundantes (Gráfico 19).

Gráfico 19: Clasificación de especies en base a su abundancia. Otoño 1997 a Primavera 2012



Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a las especies de aves identificadas en esta campaña, ninguna de ellas presenta problemas de conservación.

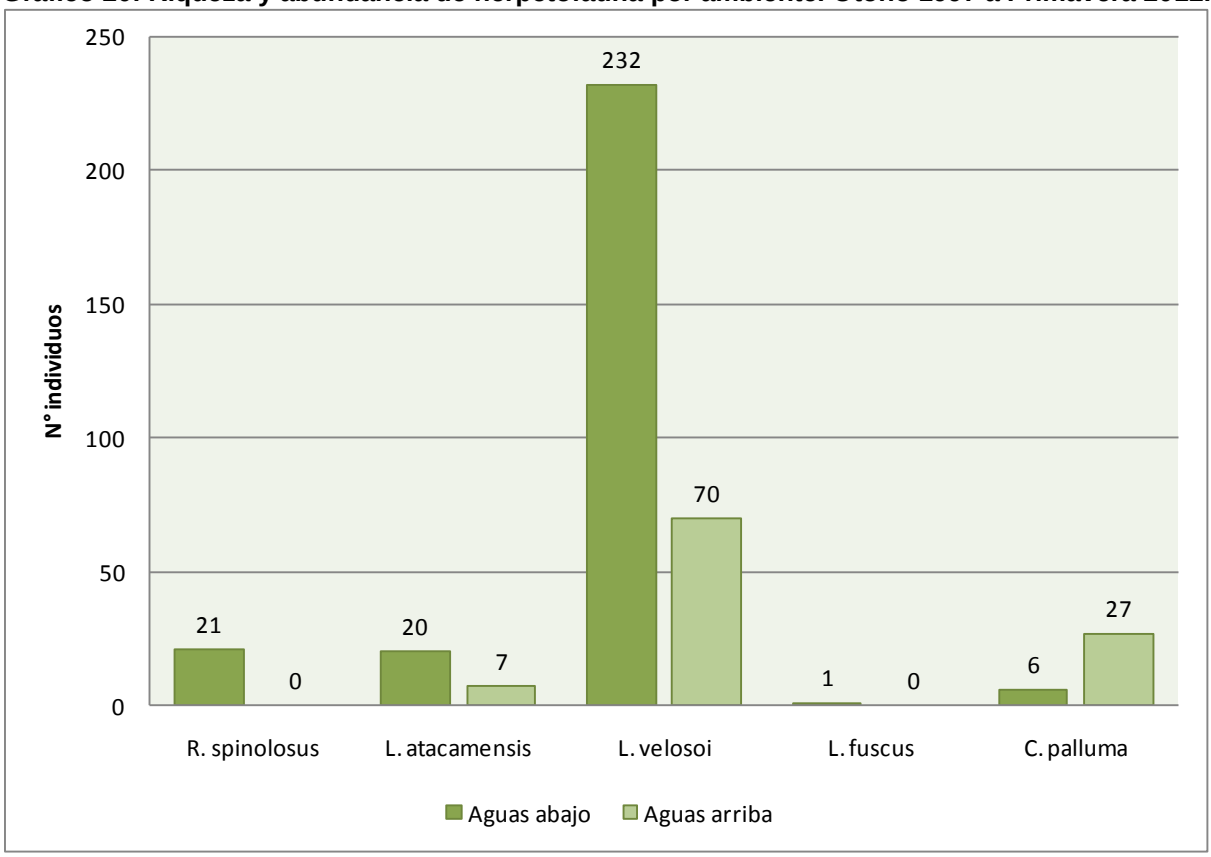
5.2.3 Herpetozoos

Para la presente temporada de invierno 2012, se registraron 6 individuos, correspondientes a dos especies, 2 ejemplares (aguas arriba) de *Liolaemus velosoi.* Aguas abajo se registraron 3 individuos de lagartija de Veloso (*Liolaemus velosoi,* Fotografía 8, Tabla 2, Anexo I) *y* 1 individuo de Iguana *(Callopistes palluma*).

Durante todo el monitoreo, se han registrado un total de cinco especies de herpetozoos, cuatro pertenecientes al grupo de reptiles *Callopistes palluma, Liolaemus atacamensis, Liolaemus velosoi y Liolaemus fuscus*; y uno al grupo de anfibios, *Rhinella spinulosa*. La especie con la abundancia acumulada más alta

corresponde a *L. velosoi* y la especie con la abundancia acumulada más baja a *Liolaemus fuscus* (Gráfico 20).

Gráfico 20: Riqueza y abundancia de herpetofauna por ambiente. Otoño 1997 a Primavera 2012.

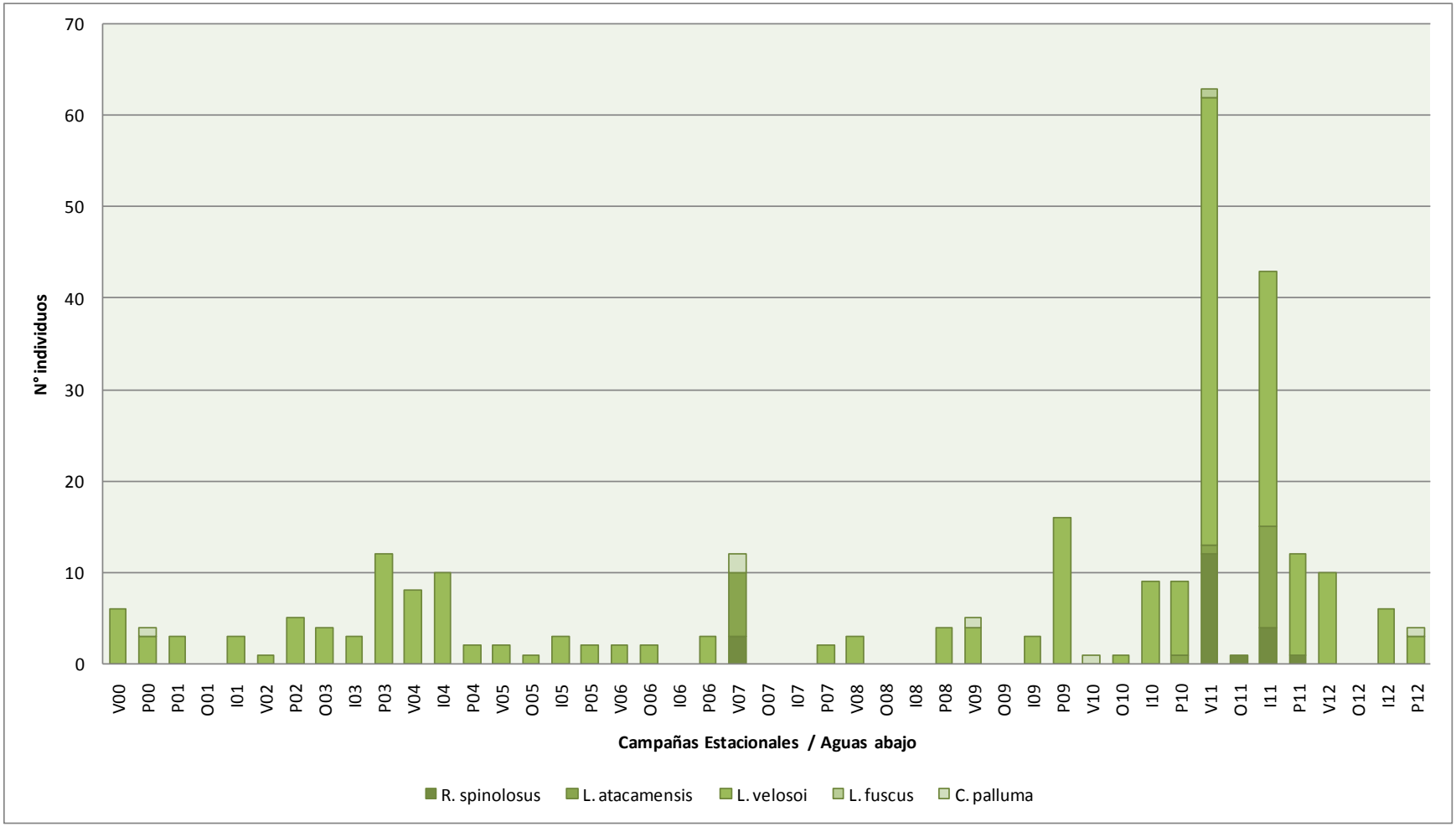


Fuente: Elaboración propia.

L. velosoi, es la especie cuya abundancia promedio observada en los monitoreos de la quebrada es la más alta, presentando una abundancia promedio mayor aguas abajo (5,27 individuos promedio) con respecto a aguas arriba de la descarga (1,59 individuos promedio). Consecuentemente con estos resultados, en la presente campaña, esta especie fue la más avistada en los sitios de monitoreo observándose en similar abundancia en ambos sectores de muestreo. Por su parte, *Callopistes palluma*, sólo fue registrada aguas abajo, aunque en los monitoreos presenta una distribución de la abundancia inversa, con la mayor abundancia promedio arriba de la descarga (0,61 individuos promedio).

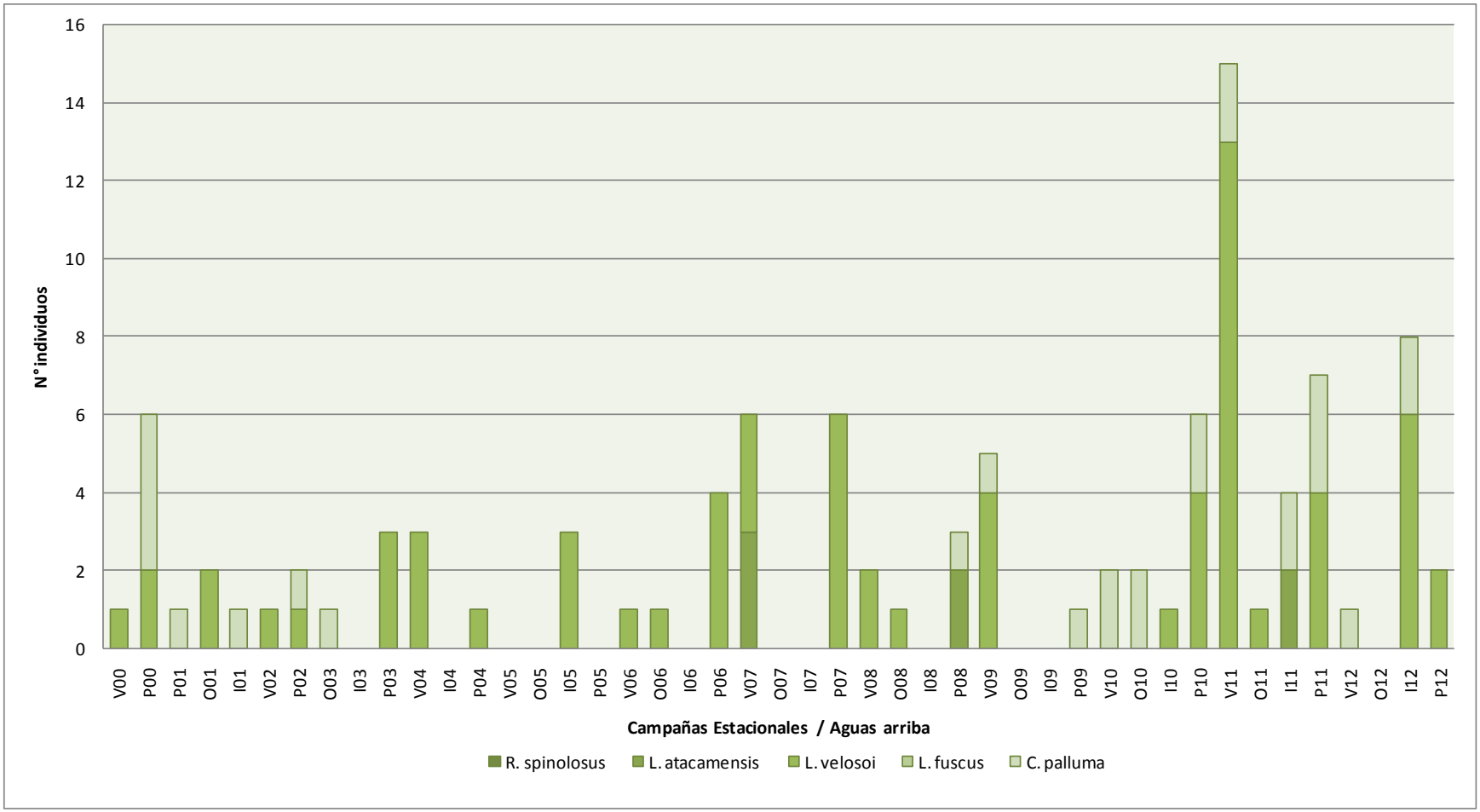
A lo largo del monitoreo se ha podido observar que *L. velosoi* ha sido más abundante estacionalmente, sobre todo aguas abajo, sin embargo, a partir de la primavera de 2006 se puede apreciar un aumento de su abundancia aguas arriba. En la presente temporada, se registró similar cantidad de individuos en aguas arriba (n=2) como aguas abajo (n=3). En tanto, *C. palluma*, es más frecuente aguas arriba de la descarga, pero en la presente campaña, solo fue observado aguas abajo (Gráfico 24 y Gráfico 25).

Gráfico 21: Riqueza y abundancia de herpetofauna. Verano 2000 a Primavera 2012. Aguas abajo.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 22: Riqueza y abundancia de herpetofauna. Verano 2000 a Primavera 2012. Aguas arriba.

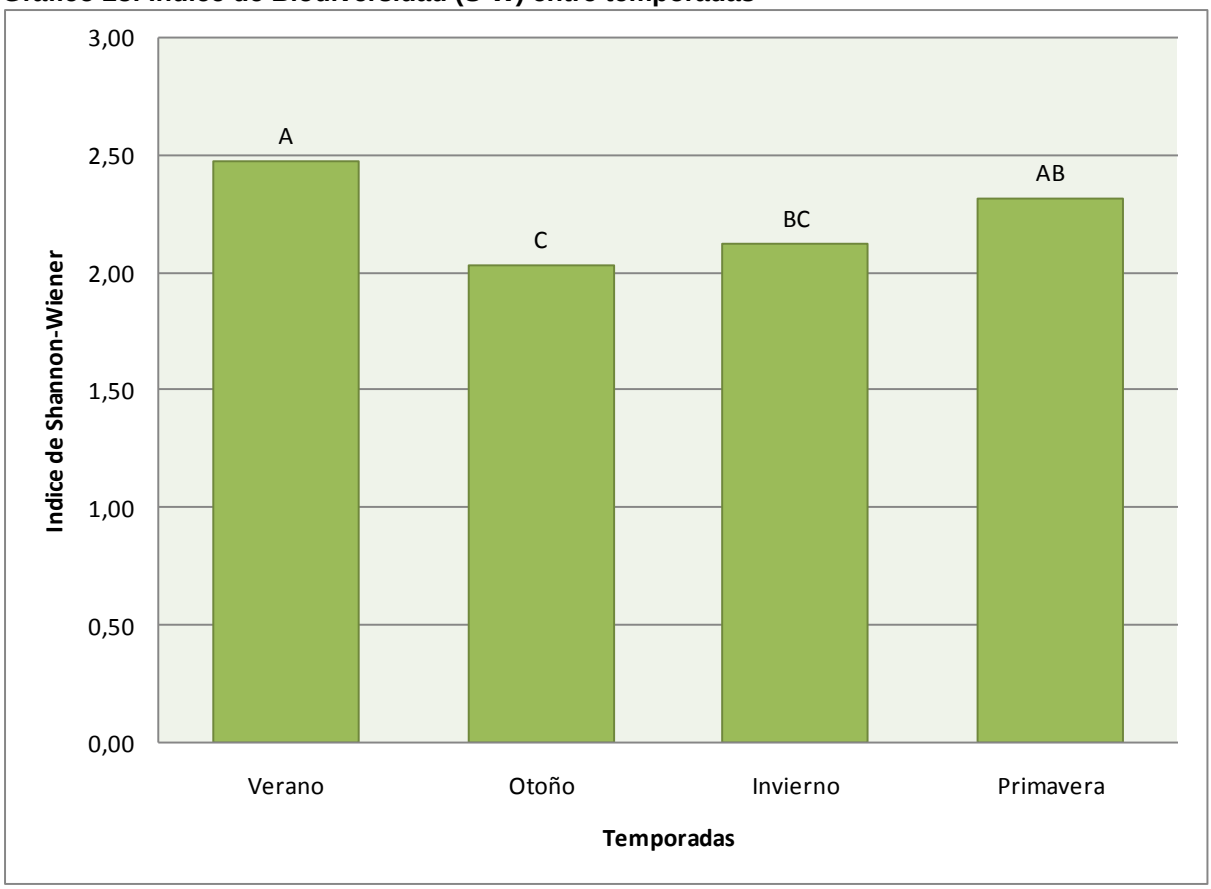


Fuente: Elaboración propia.

5.2.4 Índices de Biodiversidad de Shannon-Wiener y Equidad

Se observaron diferencias significativas en los valores de diversidad entre las temporadas monitoreadas (ANOVA; F=5,67; p=0,002). Pero, los valores mayores de diversidad se presentan en verano y primavera, con diferencias significativas entre ellas pero diferenciándose de lo encontrado en invierno y otoño, que presentan significativamente menor diversidad (Gráfico 23). Por otra parte, el verano no presentó diferencias con la primavera, lo que indica valores semejantes en su biodiversidad, la primavera no mostro diferencias con el invierno, presentando diferencias sólo con el otoño. Finalmente, entre el otoño e invierno no hubo diferencias significativas

Gráfico 23: Índice de Biodiversidad (S-W) entre temporadas



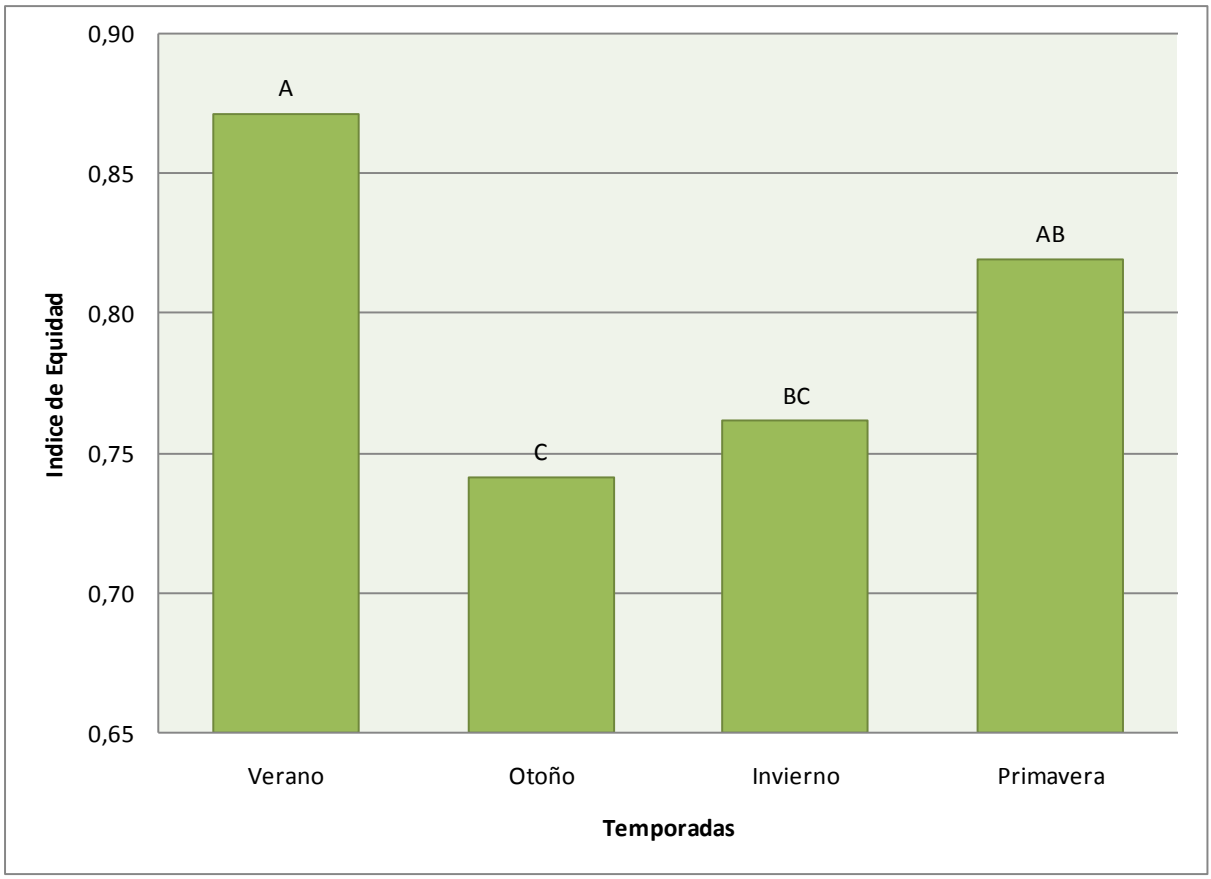
Fuente: Elaboración propia. Letras diferentes denotan diferencias significativas.

Al analizar el índice de Equidad, se observan diferencias significativas entre las temporadas monitoreadas (F=6,25; P=0,001). La temporada de verano y primavera indican mayor homogeidad con las de otoño e invierno.

Por otra parte, no hubo diferencias estadísticas entre el verano y la primavera, y entre el otoño, el invierno y la primavera, mostrando distribuciones semejantes de las especies entre estas temporadas (Gráfico 24).

El detalle de los resultados estadísticos se presenta en el Anexo IV.

Gráfico 24: Índice de Equidad entre temporadas.



Fuente: Elaboración propia. Letras diferentes denotan diferencias significativas.

6. CONCLUSIONES

6.1 Flora y vegetación

Considerando las fluctuaciones anuales de la vegetación se observa un número constante de especies vegetales del sector A y B. Por otro lado existió una aumento en la cobertura vegetal en la presente temporada de invierno en comparación con las campañas de monitoreo de primavera y verano primavera. Esta situación se asocia al comienzo de la primavera, lo que favorece el desarrollo de la a gran mayoría de las especies anuales en este periodo del año.

Comparando la flora y vegetación del sector agua abajo y agua arriba, el análisis de la temporada de primavera de 2012 indica tendencias similares a las temporadas de medición anteriores con un aumento en la riqueza y abundancia en el sector agua abajo. Esta diferencia puede atribuirse a la mayor disponibilidad del recurso hídrico superficial y sub-superficial, que se evidencia en el sector agua abajo, situación que favorece el establecimiento y el desarrollo de la mayoría de las especies vegetales.

Por otra parte, el análisis integral de los resultados de todas la temporadas del monitoreo (1998-2012), apoyado con herramientas estadísticas, permite evidenciar que los sistemas vegetacionales de los sectores aguas abajo y aguas arriba presentan coberturas vegetales y condiciones fitosociológicas estables en el tiempo. Esto permite concluir que no se evidencian efectos significativos de la descarga sobre el componente flora y que las fluctuaciones observadas entre campañas de muestreo, tanto en términos de cobertura como de riqueza específica, corresponden a variaciones naturales tales como las fluctuaciones climáticas.

Cabe mencionar que una parte significativa del recurso hídrico del sector agua abajo proviene de fuentes naturales de la Quebrada que se suma a la descarga de RILes. Por lo anterior, la disminución desde el año 2009, de las aguas descartadas por mejora en la recirculación y sistemas de captación no implicaron cambios significativos en la riqueza y abundancia de la flora y fauna del sector lo que

permite evidenciar la relativa independencia de estos componentes frente a la descarga.

6.2 Fauna

El análisis integral de los resultados de todas la temporadas del monitoreo (1998-2012) muestran, a parte de las fluctuaciones naturales, una relativa estabilidad de las poblaciones de vertebrados terrestres presentes en la zona de estudio. Sin embargo, se detectó una menor abundancia y riqueza, comparado con los monitoreos realizados en primavera de años anteriores. Se encontraron dos clases de vertebrados que demostraron variaciones significativas de abundancia y riqueza: Las aves acuáticas y los micromamíferos.

Respecto a las aves acuáticas, la disminución de la descarga desde el año 2009 implicó la desaparición de la laguna ubicada en el sector agua abajo. Lo anterior corresponde a una disminución significativa de los hábitats para este grupo de fauna y se relaciona con una disminución directa de la abundancia del pato juarjual (*L. specularoides*) que hoy en día se observa solamente de manera ocasional en la zona de estudio. Antes de la desaparición de la laguna, se registraba de manera permanente 5 a 7 individuos de pato juarjual cercana a este espejo de agua. Otra especie de ave acuática observada esporádicamente dentro del área de estudio es el pitotoy grande (*T. melanoleuca*).

Respecto a los micromamíferos, se observa un aumento de sus abundancias con el paso de los años. Cabe destacar que este aumento de *P. xanthopygus* es más significativo agua arriba de la descarga, probablemente asociado a una mayor disponibilidad de recursos (por ejemplo abundancia de semillas, tejidos vegetales y/o insectos), lo que indica que esta evolución no corresponde a una consecuencia de la descarga de RILes y refleja variaciones de la dinámica poblacional natural de esta clase de vertebrados.

Con respecto a la herpetofauna, se sigue observando una menor riqueza de especies aguas arriba, lo que podría estar asociado a las características del sector, donde el agua es un recurso limitante.

Frente a todos los antecedentes analizados para el monitoreo de la Quebrada el Jardín, se puede concluir que la descarga de RILes no ha generado modificaciones significativas en las comunidades de flora y fauna del sector salvo en el caso particular de las aves acuáticas dependientes de la laguna que se secó debido a la disminución de la descarga desde el año 2009. La baja influencia de la descarga observada en la zona de estudio se explica por la presencia natural de aguas superficiales y sub-superficiales en la zona de estudio (agua abajo y agua arriba de la descarga) y la adaptación de la vegetación del sector al déficit hídrico. Si bien la actividad minera implica un aumento de la presencia humana en el sector de la Quebrada, cabe mencionar que la mayoría de los impactos antrópicos observados en el área de estudio corresponden a actividades humanas históricas: ganadería de equinos y caprinos, fuegos, presencia de depredadores domésticos como perros, entre otros.

7. BIBLIOGRAFÍA

ARAYA, B. & G. MILLIE .1986. Guía de campo de las aves de Chile. Editorial Universitaria. Santiago, Chile, 404 pp.

ARAYA B. & G. MILLIE. 1998. Guía de campo de las aves de Chile. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 406 pp.

ARAYA, B. & M. BERNAL. 1995. Aves. Pp 350-360, en: Simonetti JA, MTK Arroyo, A Spotorno & E Lozada (Eds). Diversidad Biológica de Chile. Comisión Nacional de de Investigación Científica y Tecnológica, Santiago, Chile.

ARAYA B., M. BERNAL, R. SCHLATTER & M. SALLABERRY. 1995. Lista patrón de las aves de Chile. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 35 pp.

BENOIT, I. (ed.). 1989. Libro rojo de la flora terrestre de Chile (primera parte). Corporación Nacional Forestal, Santiago. 157 pp.

CEI, J.M. 1962. Batracios de Chile. Ed. Universidad de Chile. Santiago. 128 pp.

CLAVER, I. 1991. Guía para la Elaboración de Estudios del Medio Físico. Contenido y Metodología. Secretaría General Técnica Ministerio de Obras Públicas y Transportes de España. Tercera Edición 572 pp.

CONAMA. 2007. Primera lista de especies biológicas clasificadas. Diario oficial.

CONTRERAS, L.C. & J.L. YAÑEZ. 1995. Mamíferos. Pp 336-349, en Simonetti JA, MTK Arroyo, AE Spotorno & E Lozada (eds.) Diversidad biológica de Chile. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, Santiago. xii + 364 pp.

CORREA, C.L., SALLABERRY, M., GONZÁLEZ, B.A., SOTO, E.R. Y M.A. MÉNDEZ. 2007. Amphibia, Anura, Leiuperidae, *Pleurodema thaul*: Latitudinal and altitudinal distribution extensión in Chile. Check List 3: 267-270.

DAVIS, T.; BLASCO, D.; CARBONELL, M.(1996) Manual de la Convención de Ramsar: Una guia a la convención sobre los humedales de importancia internacional.. Oficina de la Convención de Ramsar. Gland, Suiza. 211 p.

DÍAZ-PÁEZ, H. & J.C. ORTIZ. 2003. Evaluación del estado de conservación de los anfibios en Chile. Revista Chilena de Historia Natural 76: 509-525

DONOSO-BARROS, R. 1966. Reptiles de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile. Santiago. 458 pp.

ETIENNE, M. & PRADO, C. 1982. Descripción de la vegetación mediante cartografía de ocupación de tierras Conceptos y manual de uso básico. Ciencias Agrícolas Nº10. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. 120 pp.

FORMAS, JR. 1995. Anfibios. En: Simonetti JA, MTK Arroyo, AE Spotorno & E Lozada (eds) Diversidad biológica de Chile: 314-325. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, Talleres de Artegrama, Santiago, Chile.

GAJARDO, R. 1994. La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Ed. Universitaria, Santiago. 165 pp.

GASTÓ J., F. COSIO & D. PANARIO. 1993. Clasificación de ecorregiones y determinación de sitio y condición. Manual de aplicación a municipios y predios rurales. Red de Pastizales Andinos. Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (CIID-Canadá), Santiago, Chile. 254 p.

GLADE, A. (ed). 1993. Libro rojo de los vertebrados terrestres de Chile. Corporación Nacional Forestal (CONAF), Santiago. 2ºEdición. 67 pp.
GOODALL, J.J., A.W. JOHNSON, & R.A. PHILIPPI B. 1946. Las aves de Chile, su conocimiento y sus costumbres. Vol. 1 Buenos Aires: Platt Establecimientos Gráficos S.A. 358pp.

GOODALL, J.D., A.W. JOHNSON & R.A. PHILIPPI. 1957. Las Aves de Chile. Tomo I. Platt Establecimientos Gráficos S.A. Buenos Aires. 445 pp.

IRIARTE, A. 2008. Mamíferos de Chile. Lynx Edicions. Barcelona, España, 420 pp.

JARAMILLO, A. 2003. Princeton Field Guides Birds of Chile. Princeton University Press, United States. 240pp.

JOHNSON, A.W. 1967. The Birds of Chile and Adjacent Regions of Argentina; Bolivia and Peru. Vol II. Buenos Aires: Platt Establecimientos Gráficos. 447 pp.
LUEBERT, F. & PLISCOFF, P. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Ed. Universitaria, Santiago. 316 pp.
MANN, G. 1978. Los pequeños mamíferos de Chile (marsupiales, quirópteros, edentados y roedores). Gayana Zoologia (Chile) 40: 1-342.

MARQUET, P., F. BOZINOVIC, G.A. BRADSHAW, C. CORNELIUS, H. GONZÁLEZ, J.R. GUTIERREZ, E.R. HAJEK, J.A. LAGOS, F. LÓPEZ-CORTEZ, L. NÚÑEZ, E.F. ROSELLO, C. SANTORO, H. SAMANIEGO, V.G. STANDEN, J.C. TORRES-MURA & F.M. JAKSIC. 1998. Los ecosistemas del desierto de Atacama y área andina adyacente en el norte de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 71: 593-617.

MELLA, J.E. 2005. Guía de campo de Reptiles de Chile Zona central. APG Peñaloza, F Novoa & M Contreras (eds.). Ediciones del Centro de Ecología Aplicada Ltda. 147 pp + xii.

MELLA, J.E., J.A. SIMONETTI, A.E. SPOTORNO & L.C. CONTRERAS 2002. Mamíferos de Chile, en G. Cevallos & J.A. Simonetti (eds.). Diversidad y Conservación de los mamíferos neotropicales. CONABIO-UNAM, México. 151-183.

MÉNDEZ, M., SOTO, E.R., TORRES-PÉREZ, F. Y A. VELOSO. 2005. Anfibios y reptiles de los bosques de la Cordillera de la costa (X Región, Chile). En: Smith-Ramírez C, JJ Armesto y C Valdivianos (eds), Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile:

441-451. Editorial Universitaria, Santiago.

MUELLER-DUMBOIS, D. & H, ELLEMBERG. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. Wiley, New York.

MUÑOZ, M., H. NUÑEZ & J. YÁÑEZ (eds.) 1996. Libro Rojo de los sitios prioritarios para la conservación de la Diversidad Biológica de Chile. Corporación Nacional Forestal, Santiago.

MUÑOZ-PEDREROS, A. & J. YAÑEZ. 2000. Mamíferos de Chile. CEA ediciones. 463 pp.

MYERS, N., MITTERMEIER, R. A., MITTERMEIER, C. G., DA FONSECA, G. & A. B., KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403: 853-858.

NUÑEZ, H., V. MALDONADO & R. PÉREZ. 1997. Reunión de trabajo con especialistas en herpetología para categorización de especies según estados de conservación. Noticiario Mensual del Museo Nacional de Historia Natural 329: 12-19.

NÚÑEZ, H. & F. JAKSIC. 1992. Lista comentada de los reptiles terrestres de Chile continental. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile. 43: 73-91.

ORMAZABAL, C. 1989. Sitios de Interés botánico y tipos vegetacionales con riesgo de extinción en Chile. En: LIBRO ROJO DE LA FLORA VASCULAR DE CHILE. Corporación Nacional Forestal.

OSGOOD, W.H. 1943. The mammals of Chile.Field Mus. Nat. Hist. Zool. Ser. 30:1-268.

PAILLISSON, J.; REEBER, S.; MARION, L. (2002) Birds assemblages as bio-indicators of water regime management and hunting disturbance in natural wet grasslands. Biological Conservation. 106: 115-127.

PEÑALOZA, A.P.G., FRANKLIN, J., DONOSO, C., ARROYO, M.T.K., ARMESTO, J.J., MURÚA, R., PISANO, E., SCHLATTER, R. & I. SEREY. 1997. Monitoring for long term sustainability on the Rio Condor property, Tierra del Fuego, Chile. II Southern Connection Congress: Southern Temperate Biota and Ecosystems: Past, Present and Future.

PINCHEIRA-DONOSO, D. & H. NÚÑEZ. 2005. Las especies chilenas del género Liolaemus Wiegmann, 1834 (Iguania: Tropiduridae: Liolaeminae). Taxonomía, Sistemática y Evolución. Publicación Ocasional del Museo Nacional de Historia Natural, Chile 59: 7-486.

PRADO, C. & M. ALVAREZ. 1994. Estado de Conservación de la Vegetación y Flora de Chile. En: Perfil Ambiental de Chile. Comisión Nacional del Medio Ambiente. pp. 335-364.

POLLOCK, K., J. NICHOLS, T. SIMONS, G. FARNSWORTH, L. BAILEY & J, SAUER. 2002. Large scales wildlife monitoring studies: statistical methods for designs and analysis. Environmetric 13: 105-119.

REDFORD, K.H. & J.F. EISENBERG. 1992. Mammals of the Neotropics: the southern cone. University of Chicago Press, Chicago, Illinois. 430 pp.

RIPLEY, T. H. 1987. La Planificación de la Gestión de la Vida Silvestre, Investigaciones y Proyectos. Pp. 1-7 en: Schemnitz, S. D. (ed.) Manual de Técnicas de Gestión de Vida Silvestre. 4a. Ed. Traducida por B. Orejas M. y A. Fontes R., World Wildlife Fund-The Wildlife Society, Bethesda, MD, 703 pp.

SAG. 1998. Cartilla de Caza. Servicio Agrícola y Ganadero. División de Protección de los Recursos Naturales Renovables.

SAG. 2009. Ley de Caza y su Reglamento. Servicio Agrícola y Ganadero. División de Protección de los Recursos Naturales Renovables.

SIMONETTI, J.A. 2002. Diversidad Biológica. En: O. Sunkel (ed) Informe País: Estado del medio ambiente en Chile – 2002. LOM Ediciones. Santiago, Chile. pp 161-196.

SEPULVEDA, M., VIDAL, M. Y J.M. FARIÑA. 2006. Microlophus atacamensis. Predation. Herpetoloical Review 37: 224-225.

SQUEO F, ARANCIO G & GUTIÉRREZ J. 2008. Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena. 456 pp.

SUTHERLAND, W. 1996. Ecological census techniques a handbook. Cambridge university press. 335 pp.

TAMAYO, M & D. FRASSINETTI. 1980. Catálogo de los mamíferos fósiles y vivientes de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile) 37: 323-399.

TANSLEY, A.G., CHIPP, T.F. 1926. Aims and methods in the study of vegetation. Br. Emp. Veg. Comm., Whitefriars Press, London. 383 pp.

VELOSO, A. & J. NAVARRO. 1988. Lista sistemática y distribución geográfica de anfibios y reptiles. Bolletino del Museo Regionale di Scinze Naturali. Torino. 6: 481-539.

VELOSO, A. 2006. Batracios de las cuencas hidrográficas de Chile: Origen, diversidad y estado de conservación. I. Vila, A. Veloso, R Schlatter y C. Ramírez (Eds). 187 pp.

VIDAL, M.A. y A. LABRA. 2008. Herpetología de Chile. Primera Edición. Santiago, Chile. 593 pp.

WHITTAKER, R.H. 1965. Dominance and diversity in land plant communities. Science, 147: 250-259.

WHITTAKER, R.H. 1967. Dominance and Diversity in Land Plant Communities. Science 147:250-261.

ZAR, J.H. 1996. Biostatistical Analysis. 3th Ed. Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River. New Jersey. 662.

MONITOREO DE FLORA Y FAUNA
QUEBRADA EL JARDÍN - EL SALVADOR, III REGIÓN

PROYECTO
PLANTA DE ÁCIDO SULFÚRICO FUNDICIÓN POTRERILLOS



INFORME VERANO 2013

DICIEMBRE 2012

MONITOREO DE FLORA Y FAUNA
QUEBRADA EL JARDIN – EL SALVADOR, III REGION

Preparado para:

CODELCO
Salvador

Elaborado por:

SGS

DICIEMBRE – 2012

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 1
2. ANTECEDENTES GENERALES 2
2.1 Flora 2
2.1.1 Matorral Ripario de Quebradas y Oasis 2
2.1.2 Desierto Estepario de El Salvador 3
2.2 Fauna 5
3. OBJETIVOS 7
3.1 Objetivo general 7
3.2 Objetivos específicos 7
3.2.1 Flora y vegetación 7
3.2.2 Fauna de vertebrados terrestres 7
4. METODOLOGÍA 9
4.1 Flora y vegetación 9
4.1.1 Forma de vida, origen fenológico y estado de conservación 10
4.1.1.1 Forma de vida 10
4.1.1.2 Origen 11
4.1.1.3 Estado de conservación 11
4.1.1.4 La diversidad florística 12
4.2 Fauna terrestre 14
4.2.1 Mamíferos 16
4.2.1.1 Micromamíferos (Roedores, Marsupiales) 16
4.2.1.2 Macromamíferos 16
4.2.2 Aves 17
4.2.3 Herpetozoos 17
4.2.4 Categoría de conservación de Especies 18
4.2.5 Índices de Biodiversidad 18
5. RESULTADOS 20
5.1 Flora y vegetación 20
5.1.1 Flora 20
5.1.1.1 Riqueza florística exclusiva. 20
5.1.1.2 Abundancia vegetacional 25
5.1.1.3 Diversidad 31
5.1.1.4 Flora con problemas de conservación 32
5.1.1.5 Fenología de las especies 32
5.1.2 Vegetación 33

5.1.2.1 Caracterización vegetacional del sector aguas abajo (A) 34
5.1.2.2 Caracterización vegetacional del sector aguas arriba (B) 38
5.2 Fauna terrestre 43
5.2.1 Mamíferos 47
5.2.2 Aves 53
5.2.3 Herpetozoos 62
5.2.4 Índices de Biodiversidad de Shannon-Wiener y Equidad 66
6. CONCLUSIONES 68
6.1 Flora y vegetación 68
6.2 Fauna 69
7. BIBLIOGRAFÍA 71

Anexo I Fotografías Flora y Fauna
Anexo II Listados Flora y Vegetación
Anexo III Listados Fauna Terrestre
Anexo IV Análisis Estadísticos Flora y Fauna
Anexo V Planos

1. INTRODUCCIÓN

Codelco Chile División Salvador ingresó al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental su proyecto de Planta de Ácido Sulfúrico Fundición Potrerillos, este proyecto fue aprobado según la Resolución Exenta N°25 del 09/04/1998. En esta resolución se acordó efectuar un Programa de Seguimiento y Monitoreo de Flora y Fauna de las especies presentes en la quebrada El Jardín, para evaluar el impacto que los residuos industriales líquidos pudiesen generar, considerando las cuatro estaciones del año.

El presente informe entrega los resultados de la campaña de monitoreo estacional de Verano, para los componentes ambientales requeridos realizada entre los días 11 y 13 de diciembre de 2012. Además, se entrega un análisis que integra las campañas realizadas por Codelco Chile División Salvador, desde la primavera del año 1998 hasta la fecha.

Estos registros permiten estimar fluctuaciones poblacionales inter e intra anuales, además de comparar el comportamiento de los componentes estudiados respecto a la situación de Línea Base (otoño de 1997). La metodología empleada para este seguimiento, ha consistido en muestreos de los componentes de Flora y Vegetación, registrando los ambientes asociados aguas arriba de la descarga de RILes y aguas abajo de ésta, por medio de cinco transectos lineales anteriores y posteriores a la descarga. Para el caso del componente Fauna, los registros se han obtenido de 10 estaciones (cinco aguas abajo y cinco aguas arriba de la descarga) de avistamiento de aves, micromamíferos, macromamíferos y herpetozoos.

Dado que el presente monitoreo considera un seguimiento de larga duración, es posible evidenciar tendencias de comportamiento de los diferentes componentes ambientales (Sutherland, 2002), determinar si existen cambios asociados a fenómenos naturales sobre dichos componentes, por causas externas al proyecto o por respuestas y condicionantes dadas por la influencia del proyecto.

2. ANTECEDENTES GENERALES

2.1 Flora

La quebrada El Jardín se encuentra ubicada sobre los 2.500 m.s.n.m. en las cercanías del Recinto Industrial Potrerillos con las siguientes coordenadas geográficas: 447.321 E 7.080.276 N (Datum WGS 84; Huso 19S). La zona corresponde a la Región del Desierto, Sub Región del Desierto Absoluto y Andino, ubicado en las laderas occidentales de la Cordillera de Los Andes y representa el piso vegetacional superior, presentando mayores posibilidades de desarrollo vegetal gracias a la acción marginal de las precipitaciones que ocurren en la alta cordillera andina. Se señala para esta zona la presencia de las formaciones vegetales Matorral Ripario de las Quebradas y Oasis y Desierto Estepario de El Salvador, las que se encuentran en la cadena montañosa extendida al Sur y al Oeste de la Cordillera de Domeyko. Estas formaciones estarían representadas en el área de estudio por la asociación vegetal que crece asociada a los salares y vegas salinas. Otras asociaciones posibles de encontrar corresponden a especies generalmente cercanas a las aguadas en altura, pertenecientes principalmente a la formación del desierto montañoso de la cordillera de Domeyko.

La descripción de las formaciones y las comunidades presentes según Gajardo (1994) en el área de estudio se presentan a continuación.

2.1.1 Matorral Ripario de Quebradas y Oasis

Formación vegetal de origen antrópico, se le encuentra en los grandes valles y quebradas y en los lugares más favorables que dan asiento a cultivos intensivos y plantaciones. Presenta una gran cantidad de especies de plantas introducidas con comportamiento de malezas, que son de origen tropical y mediterráneo. En este ambiente no existe información para establecer la vegetación original, debido al fuerte grado de alteración causado por cultivos y la presencia humana.

2.1.2 Desierto Estepario de El Salvador

Corresponde a la cadena montañosa que se extiende hacia el sur y al oeste de la Cordillera de Domeyko. Existe escasa información sobre las características de su vegetación, pero algunas indicaciones demuestran que existirían comunidades con algún grado de desarrollo estético asociados a los sectores de mayor altitud.

2.1.2.a.1 Tessaria absinthioides – Distichlis spicata (Brea – Grama salada)

Las especies representativas para esta comunidad corresponden a *Tessaria absinthioides* (brea) y *Distichlis spicata* (grama salada).

Las especies comunes corresponden a: *Atriplex atacamensis* (cachiyuyo), *Baccharis juncea* (suncho), *Baccharis petiolata* (chilca). Las especies ocasionales están representadas por *Flaveria bidentis* (dasdaqui), *Pluchea chingoyo* (chingoyo) y *Lycopersicon chilense* (tomatillo).

2.1.2.a.2 Atriplex atacamensis – Tessaria absinthioides (cachiyuyo – brea)

Comunidad que se encuentra ligada a la presencia de agua en forma permanente, la presencia de brea indica un carácter ruderal de la comunidad asociado a las actividades antrópicas. Las especies representativas corresponden a *Atriplex atacamensis* (cachiyuyo) y *Tessaria absinthioides* (brea). Las especies acompañantes corresponden a *Baccharis juncea* (suncho) y *Distichlis spicata* (grama salada).

El área de estudio según la clasificación bioclimática y vegetacional de Luebert & Pliscoff (2006) corresponde al Matorral Desértico Tropical Interior de *Atriplex atacamensis* y *Tessaria absinthioides*, el cual corresponde a un matorral alto freatófilo dominado por los arbustos *Atriplex atacamensis*, *Tessaria absinthioides* y la graminea *Distichlis spicata*. Su presencia asociada a los salares está determinada por la existencia de una napa freática que proporciona la humedad suficiente para compensar el déficit hídrico de la escasez de las precipitaciones.

Según el Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Benoit, 1989), existen 16 especies con problemas de conservación en la Región de Atacama, 8 especies en categoría de Vulnerable, 3 especies catalogadas como Raras y 2 especies Insuficientemente Conocidas. Por otro lado, el Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación de la Región de Atacama (Squeo et al., 2008) señala que la flora vascular de la Región de Atacama comprende 1099 especies, de las cuales 980 son nativas y 119 adventicias. Del total de especies nativas el 56,2% fue clasificada en alguna categoría de conservación: en Peligro (EP, 26 especies), Vulnerable (VU, 68 especies) o Fuera de Peligro (FP, 457 especies), mientras que el 41,9% se encuentra clasificado en la categoría Insuficientemente Conocida (IC, 411 especies) y un 1,8% no fue evaluada. En el Libro Rojo de la Región de Atacama se cambia el estado de conservación de algunas especies respecto a lo señalado por Benoit. El detalle de las especies en categoría de conservación señaladas por ambos autores se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 1: Especies en categoría de conservación de la Región de Atacama según Benoit (1989) y su nueva clasificación según Squeo (2008).

Especie	Nombre común	Tipo biológico	Estado de conservación (Benoit 1989)	Estado de conservación (Squeo et. al 2008)
Aesteriscium vidalii	Anisillo	Arbusto	Rara	Fuera de peligro
Azorella compacta	Llareta	Arbusto	Vulnerable	-
Balsamocarpon brevifolium	Algarrobilla	Arbusto	Vulnerable	Vulnerable
Bulnesia chilensis	Retamo	Arbusto	Rara	Fuera de peligro
Cordia decandra	Carbonillo	Arbusto	Vulnerable	Fuera de peligro
Deuterocohnia chrysanta	Chagual del jote	Suculenta	Vulnerable	En peligro
Heliotropium glutinosum	Palo negro	Arbusto	Insuficientemente conocida	Vulnerable
Krameria cistoidea	Pacul	Arbusto	Vulnerable	Fuera de peligro
Laretia acaulis	Llaretilla	Arbusto	Vulnerable	Insuficientemente conocida (potencialmente Fuera de peligro)
Monttea chilensis	Uvilla	Arbusto	Vulnerable	-
Pintoa chilensis	Pintoa	Arbusto	Rara	En peligro
Prosopis alba	Algarrobo blanco	Árbol	Vulnerable	Insuficientemente conocida (potencialmente Extinta)
Prosopis chilensis	Algarrobo	Árbol	Vulnerable	En peligro

Especie	Nombre común	Tipo biológico	Estado de conservación (Benoit 1989)	Estado de conservación (Squeo et. al 2008)
Prosopis flexuosa	Algarrobo	Árbol	Vulnerable	En peligro
Prosopis strombulifera	Retortón	Arbusto	Vulnerable	Fuera de peligro
Schinus pearcei	-	Arbusto	Rara	Insuficientemente conocida (potencialmente Extinta)

Fuente: Benoit (1989), Squeo *et al*. (2008)

2.2 Fauna

La fauna de vertebrados de la Región de Atacama presenta valores de endemismo relativamente altos, principalmente en reptiles donde 16 de las 17 especies registradas para esta región administrativa están descritas como endémicas de Chile (Simonetti, 2002). A la vez, el número de especies con problemas de conservación en esta región no es bajo, siendo los mamíferos los que presentan el mayor porcentaje de especies (75%) con problemas de conservación (Simonetti, 2002).

El inventario de la herpetofauna de Chile ha sido fluctuante debido a la inestabilidad taxonómica de sus especies, especialmente en el grupo de los reptiles (Donoso-Barros 1966, Veloso y Navarro 1988, Nuñez y Jaksic 1992, Pincheira-Donoso y Nuñez 2005). En este contexto, la distribución geográfica de muchas especies ha sido poco esclarecida, debido entre otros factores, a que existen especies que sólo se conocen en sus localidades tipo (Formas 1995) y a una falta de muestreo en algunas zonas (Méndez et al. 2005), lo que podría afectar el conocimiento que se tiene acerca del rango total de distribución de muchas especies. Sin embargo, las colecciones herpetológicas en el país (Nuñez y Jacsic 1992) y las publicaciones obtenidas a partir de ellas, han permitido incrementar el conocimiento acerca de los rangos de distribución de muchas especies (Sepúlveda et al. 2006, Correa et al. 2007).

Para el caso de los anfibios, el área norte muestra una alta aridez y escasa vegetación, encontrándose sólo vegetación permanente en las cercanías de los ríos. En esta región destacaría la presencia de especies del género Bufo, Pleurodema y

Telmatobius. Es interesante destacar que en términos de especies de anfibios, existe aquí un mayor número de especies exclusivas, fundamentalmente del género Telmatobius, descritas para sectores de altura (Donoso-Barros 1966; Vidal y Labra 2008).

Para el caso de los reptiles, el área norte se caracteriza por la presencia de especies de los géneros Callopistes, Homonota, Liolaemus, Microlophus, Phyllodactylus, Philodryas y Tachymenis. De las 60 especies registradas en esta área, 87% de éstas son exclusivas de esta zona y sólo ocho especies (13%), son compartidas con el área central (Vidal y Labra 2008).

El área de monitoreo, Quebrada el Jardín, se encuentra inmersa en la formación ecológica Desierto Estepario del Salvador (Gajardo 1994). Actualmente clasificado como Matorral desértico tropical interior de *Huidobra chilensis y Nolana leptophylla* (Luebert y Pliscoff, 2006). La fauna potencial asociada a esta formación ecológica estaría compuesta, según la distribución longitudinal y altitudinal de las especies, por tres anfibios (Veloso & Navarro 1988), seis reptiles (Veloso & Navarro 1988, Mella 2005, Pincheira-Donoso & Nuñez 2005), 80 aves (Araya & Millie 1996, Jaramillo 2003) y 16 mamíferos (Mann 1978, Muñoz – Pedreros & Yañez 2000, Iriarte 2008), representando en su conjunto el 41% de las especies presentes en la región.

El endemismo en esta formación ecológica estaría representado por un anfibio (Formas, 1995), cinco reptiles, dos aves y dos mamíferos (Contreras & Yáñez, 1995), mientras que las especies con problemas de conservación serían tres anfibios, cinco reptiles, cuatro aves y siete mamíferos (Glade 1993; SAG 1998; CONAMA 2007). Estas especies, en particular, tendrían un valor ambiental relativamente mayor que el resto de los vertebrados, ya que el endemismo y el grado de amenaza son considerados criterios principales para priorizar la conservación de la biodiversidad (Myers et al., 2000).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Desarrollar un seguimiento ambiental de los componentes flora y vegetación y fauna terrestre en el área de influencia del proyecto, el cual da cumplimiento al compromiso ambiental establecido en la Resolución Exenta N°25 del 09/04/1998.

3.2 Objetivos específicos

3.2.1 Flora y vegetación

- Determinar la riqueza florística del lugar (listado de especies presentes).
- Estimar las coberturas de las especies encontradas en los diferentes sectores señalados (abundancia).
- Identificar el estado de conservación de las especies encontradas.
- Identificar el estado fenológico de las especies.
- Realizar una comparación con resultados de línea base y levantamientos realizados como parte del monitoreo desarrollado.

3.2.2 Fauna de vertebrados terrestres

- Determinar los potenciales impactos (positivos o negativos) que se manifiesten en el ecosistema de la quebrada El Jardín, a través de los cambios que se producen en la comunidad de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) que ahí habitan, mediante el análisis de variables poblacionales tales como la riqueza y la abundancia.
- Realizar una comparación con resultados de línea base y levantamientos realizados como parte del monitoreo desarrollado, que permitan diagnosticar cambios que estén afectando la calidad de los hábitats de la quebrada El Jardín.
- Identificar cuáles son las características de los hábitats que están modelando la comunidad de vertebrados a través de campañas estacionales.

- Identificar la distribución y estado de las poblaciones de especies de interés para la conservación.
- Identificar el estado de conservación de las especies registradas.

4. METODOLOGÍA

El seguimiento del área de estudio se ha llevado a cabo mediante el registro estacional de los componentes flora, vegetación y fauna terrestre en relación a dos situaciones ambientales claramente diferenciables respecto del punto de confluencia de la descarga del RIL, proveniente de Potrerillos, con el eje hidráulico de la quebrada El Jardín. Este punto conforma los siguientes ambientes de monitoreo:

- Sector A: Aguas abajo del punto de confluencia.
- Sector B: Aguas arriba del punto de confluencia.

Como metodología general, se han mantenido las estaciones definidas en monitoreos anteriores de modo de asegurar una adecuada continuidad de los registros. En forma particular para cada componente se presenta a continuación una metodología específica.

4.1 Flora y vegetación

El registro del presente componente se desarrolló durante los días 11 y 13 de diciembre de 2012. El estrato herbáceo y arbustivo se determinó mediante análisis lineal, el cual corresponde a la identificación de las especies a lo largo de un transecto de longitud establecida en 20 m. En cada transecto se determinaron las intersecciones verticales y horizontales cada 10 cm, de modo de registrar variaciones de las condiciones de homogeneidad de la vegetación. Las intersecciones verticales indican las especies presentes en cada punto, las intersecciones horizontales (número de contacto) generan la cobertura para cada especie en cada punto de medición. El registro se desarrolla en ambas áreas de seguimiento: Sectores A y B en las siguientes estaciones:

Tabla 2: Estaciones de muestreo componente flora y vegetación.

Transecto	Coordenadas		Altura (m.s.n.m.)	Pendiente (%)	Longitud de Transecto (m)
	Este	Norte			
Sector A: aguas abajo de confluencia					
E1	445.630	7.079.986	2.037	Plano	20
E2	445.699	7.080.028	2.043	Plano	20
E3	446.476	7.080.312	2.062	Plano	20
E4	446.757	7.080.329	2.068	Plano	20
E5	447.077	7.080.331	2.077	Plano	20
Sector B: aguas arriba de confluencia					
E1	451.694	7.080.952	2.184	Plano	20
E2	451.903	7.080.929	2.185	Plano	20
E3	451.920	7.080.942	2.190	Plano	20
E4	452.181	7.080.883	2.201	Plano	20
E5	452.409	7.080.880	2.195	Plano	20

Fuente: Elaboración propia, DATUM: WGS 84 Huso 19S (ver plano, Anexo V).

En cada estación se identificó el estado fenológico de las especies el cual se estableció en: latencia, crecimiento, floración, fructificación y semillación según sea el caso.

4.1.1 Forma de vida, origen fenológico y estado de conservación

a) Forma de vida

Categoría dentro de la cual se incluyen los vegetales de cualquier posición sistemática, que concuerdan fundamentalmente en su estructura morfológico-biológica y de un modo especial en los caracteres relacionados con la adaptación al ambiente ecológico.

Arbóreo (Ab): Son plantas de tronco leñoso, normalmente ramificado a cierta altura del suelo, y capaces de sobrepasar 4 a 6 metros de altura.

Arbustiva(A): Se consideran arbustivas todas las plantas leñosas que en estado de adultez no superan los 4m de altura.

Herbácea (H): Son plantas que no forman tallo leñoso por lo que en general no alcanzan grandes alturas.

Herbácea acuática (HA): corresponden a aquellas plantas herbáceas que sus estructuras se desarrollan parte o completamente en el medio acuático.

b) Origen

Según procedencia lugar o área geográfica donde crece naturalmente una planta se clasifican en:

Endémicas (E): Son todas aquellas especies propias o exclusivas de un área o país determinado.

Nativas (N): Se refiere a aquellas especies que viven naturalmente en un área, la que puede incluir a más de un país, por ello no son exclusivas, sino indígenas.

Introducidas o Exóticas (Ex): Se denomina a aquellas especies que fueron transportados a un nuevo hábitat por los seres humanos o por cualquier circunstancia fortuita.

c) Estado de conservación

Categorías de cuantificación directa e indirecta del nivel de riesgo de extinción de una especie. Estas categorías corresponden a:

Extinta (EX): Una especie se considerará Extinta cuando, efectuada su búsqueda exhaustiva, mediante métodos y en lugares y tiempos adecuados, no exista duda razonable de que ningún individuo de la misma existe en la región.

En Peligro (EP): Una especie está en Peligro cuando enfrenta un muy alto riesgo de extinción en el estado silvestre en un futuro inmediato o cercano. Determinado a través de un análisis cuantitativo (p.e., un análisis de viabilidad poblacional, AVP), En Peligro de extinción se considera a una especie que presenta una probabilidad de extinción en el estado silvestre de por lo menos un 20% dentro de los siguientes 20 años o 5 generaciones, en organismos de gran tamaño o longevidad mayor a 3 años, o durante los siguientes 10 años o 10 generaciones en organismos de menor

tamaño o longevidad menor a 3 años, seleccionando la estimación que entregue la mayor probabilidad de extinción.

Vulnerable (VU): Una especie se considerará Vulnerable cuando, aún sin poder ser clasificada en la categoría En Peligro, manifieste un retroceso numérico que puede conducirla al peligro de extinción en el estado silvestre en el mediano plazo. Una especie se considera Vulnerable cuando tiene una probabilidad de extinción en el estado silvestre de por lo menos un 10% dentro de los siguientes 100 años o 5 generaciones, en organismos de longevidad mayor a 3 años, o durante los siguientes 100 años o 10 generaciones en organismos de longevidad menor a 3 años, seleccionando la estimación que entregue la mayor probabilidad de extinción.

Fuera de Peligro (FP): Una especie se considerará como Fuera de Peligro cuando exista evidencia de que no experimentará riesgo de extinción en un futuro cercano. Se considerará que una especie se encuentra Fuera de Peligro si la especie tiene una probabilidad de extinción en el estado silvestre menor a un 10% dentro de los siguientes 100 años o 5 generaciones, en organismos de longevidad mayor a 3 años, o durante los siguientes 100 años o 10 generaciones en organismos de longevidad menor a 3 años, seleccionando la estimación que entregue la mayor probabilidad de extinción.

Insuficientemente Conocida (IC): Una especie se clasificará como Insuficientemente Conocida si no existe información suficiente que permita categorizarla como Extinta, En Peligro, Vulnerable, o Fuera de Peligro y un panel de expertos concluye que el taxón en cuestión no es conocido adecuadamente como para asignarle una categoría en base a los criterios antes mencionados

No Evaluada (NE): Una especie se categorizará como No Evaluada cuando no ha sido sometida al proceso de evaluación.

d) La diversidad florística

La diversidad florística se estimó a partir de los parámetros de riqueza (número de especies presentes en las estaciones) y equidad, que relaciona el

número de especies y su abundancia relativa (porcentaje de cobertura) a través del índice de Shannon-Wiener. Las especies se reconocieron en terreno y en caso de no poder identificar la especie en terreno, se realizó una posterior identificación en gabinete mediante literatura especializada.

Una comunidad vegetal es compleja cuando tiene un número elevado de especies y una abundancia homogénea, a esta complejidad se le llama diversidad. Existen varios índices alternativos para medir la diversidad, entre los más utilizados podemos mencionar a Simpson, Shannon – Wiener y Pielou. Dichos índices son llamados medidas de concepto dual de diversidad debido a que son sensibles a cambios tanto de número de especies (componente "riqueza de especies"), como a la distribución de individuos de una especie presente (componente de "emparejamiento" o "equidad").

Para la determinación de diversidad vegetal, se utilizó los índices de diversidad de Shannon y Wiener de concepto dual, propuesto por Shannon (1948), citado por Zar, J.H. (1996). Estos índices miden la biodiversidad alfa (H'), la biodiversidad alfa máxima potencial (Hmax) y la equidad (J'). Los índices de Shannon-Wiener se calculan en base a proporciones de cada especie, lo que permite, en el caso de la vegetación, usar los porcentajes de cobertura de cada especie como parámetro de medición de la diversidad.

La formulas utilizadas son:

$$H' = -\sum_{i=1}^{n} p_i \log p_i$$

$$H_{\max} = \log n$$

$$J' = \frac{H'}{H_{\max}}$$

Donde: n: número de especie; pi: proporción asociada a la especie *i*

El análisis de la dinámica inter-estacional de las especies presentes en el área de estudio, se realizó a través de comparaciones entre los promedios y la

desviación estándar de los valores registrados durante todos los muestreos establecidos en las campañas de monitoreo, llevadas a cabo hasta la fecha.

En relación con la identificación de especies vegetales sensibles, se identificó la flora en estado de conservación según el Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Benoit, 1989) y los datos actualizados de los D.S. del MINSEGPRES (151/2007, 50/2008, 51/2008 y 23/2009), correspondientes al primer, segundo, tercer y cuarto proceso del Sistema de Clasificación de Especies Silvestres (CONAMA). Adicionalmente se revisaron los D.S N°40 y 41 ambos del 2012 aprobados por el Ministerio del Medio Ambiente

4.2 Fauna terrestre

Con el objetivo de evaluar la diversidad de especies de fauna del área del estudio, la metodología utilizada en terreno apunta a identificar la riqueza, composición y abundancia relativa de las especies. De forma complementaria, se identifica mediante bibliografía, todas las especies que estuviesen asociadas al ambiente presente.

Para inferir la distribución de la fauna, en anfibios se utilizaron las distribuciones definidas por Cei (1962), Veloso & Navarro (1988), para reptiles se utilizó Donoso – Barros (1966; 1970), Veloso & Navarro (1988), Mella (2005) y Vidal & Labra (2008). En aves se utilizó a Jaramillo (2005) y en mamíferos las descripciones de Muñoz-Pedreros & Yáñez (2009). Para todos los grupos en estudio se consultaron los textos de Marquet et al. (1998), Ramírez & Pincheira-Donoso (2005) e Iriarte (2008).

Este programa de monitoreo fue diseñado para obtener resultados mediante el análisis de la variación espacial de las poblaciones (en la cual se seleccionan puntos dentro del área de estudio e infiere sobre lo que sucede dentro de ésta) y mediante la detectabilidad, con la que se pretende obtener información de la situación más real de las poblaciones, mediante la estimación de cambios en la riqueza y la abundancia (Pollock et al. 2002).

El análisis de los resultados tiene por objetivo comparar los registros de la presente temporada con los anteriores, reconocer la existencia de patrones, proponer hipótesis explicativas de los eventuales cambios poblacionales y comunitarios en los diferentes hábitats afectados y determinar las causas de los cambios registrados, incluyendo su magnitud e importancia. La identificación de las causas, tiene por objetivo, proponer medidas para la prevención de riesgos ambientales que puedan modificar las condiciones del hábitat y de algunos rasgos de la historia de vida (Ej. reproducción, migraciones, interacciones tróficas) de la fauna terrestre del área de estudio.

Con el fin de poder comparar los resultados de la campaña de primavera de 2012 con las anteriores, y proyectar el monitoreo biológico en el tiempo, la información biológica fue levantada en terreno en los mismos 10 puntos o áreas definidos con anterioridad y bajo la misma división operativa de la quebrada, ambiente aguas arriba de la descarga de la fundición Potrerillos y ambiente aguas abajo de la descarga de Potrerillos. En la Tabla 3 se presenta la ubicación geográfica de las estaciones representativas de los ambientes monitoreados para este componente.

Tabla 3: Estaciones de muestreo componente fauna

Estación representativa	Coordenadas		Altura (msnm)	Clase registrada			
	Este	Norte		Aves	Reptiles	Anfibios	Mamíferos
Sector A: aguas abajo de confluencia							
F1	445090	7080053	2.015	x	x	x	x
F2	445757	7079970	2.036	x	x		
F3	446547	7080294	2.040	x	x	x	x
F4	446686	7080413	2.059	x	x		
F5	446818	7080515	2.083	x	x		x
Sector B: aguas arriba de confluencia							
F6	447489	7080281	2.075	x	x		
F7	448366	7080377	2.100	x	x	x	
F8	449478	7080432	2.149	x	x	x	x
F9	450178	7080678	2.201	x	x		x
F10	451490	7080881	2.184	x	x		x

Fuente: Elaboración propia, DATUM: WGS 84 Huso 19S

4.2.1 Mamíferos

a) Micromamíferos (Roedores, Marsupiales)

Las poblaciones de micromamíferos fueron monitoreadas, mediante la captura viva en trampas tipo Sherman, las cuales permiten liberar al animal capturado una vez identificado. Se establecieron 80 trampas, 40 aguas abajo de la descarga y 40 aguas arriba de la descarga; una de las filas de trampas fue ubicada en torno al curso de agua y la otra en los pies de los cerros más cercanos a la quebrada; las trampas se colocaron en forma dirigida en cada sitio, donde se evidenció la presencia de micromamíferos mediante la observación de fecas y/o cavidades. La Tabla 4, muestra las coordenadas y la ubicación de las trampas.

Tabla 4: Ubicación de grillas y trampas dirigidas para el trampeo de Micromamíferos.

Trampas Dirigidas	Unidades	Coordenadas		Altura m.s.n.m.
		Este	Norte	
F1	10	445090	7080053	2.015
F3	20	446547	7080294	2.040
F5	10	446818	7080515	2.083
F8	10	449478	7080432	2.149
F9	10	450178	7080678	2.201
F10	20	451490	7080881	2.184

Fuente: Elaboración propia, DATUM: WGS 84 Huso 19S

b) Macromamíferos

Para mamíferos mayores, se realizaron recorridos en diferentes ambientes del área de interés tras la búsqueda directa (avistamientos) o indirecta de evidencias (huellas, restos óseos y fecas). Además se establecieron trampas de huellas o “trampas olfativas”, estableciéndose cuatro de este tipo, dos aguas abajo, asociadas al Punto 2 y Punto 3, y dos aguas arriba asociadas al Punto 9 y 10.

La determinación taxonómica de las especies de mamíferos observados en el área, se realizó utilizando las claves y descripciones de Acosta y Simonetti (1999), Osgood (1943), Mann (1978) Tamayo y Frassinetti (1980), Redford y Eisenberg (1992), Yañez (1995) e Iriarte (2008).

4.2.2 Aves

En el caso de las aves, grupo definido como de mayor abundancia, se establecieron 10 estaciones (5 aguas arriba de la descarga y 5 aguas abajo de la descarga). Se registraron todas las aves dentro de un radio de 50 m, en los cuales se identificó cada individuo avistado (directamente o con binoculares de 50x20) o escuchado durante 10 minutos (para la identificación por canto, se utilizó la clave de Egli).

Dada su capacidad de movilidad, las especies de aves registradas para el periodo 1997-2012, fueron clasificadas de acuerdo a su frecuencia de aparición en los muestreos. Así, especies observadas en menos del 10% de los muestreos se consideraron como ocasionales, entre un 10 y 25% como raras, entre un 25 – 75% como frecuentes, mientras que aquellas observadas en más de un 75% de los muestreos se consideraron como habitantes permanentes de los sectores estudiados. De igual manera, las especies fueron clasificadas en función de sus abundancias. A partir de la especie con la mayor abundancia acumulada, éstas se clasifican como sigue: aquellas cuyas abundancias representan menos del 10% serán clasificadas como bajamente abundantes, entre un 10 y 25% poco abundantes, entre un 25 y 75% abundantes y finalmente aquellas especies que tienen abundancias superiores a 75% fueron clasificadas como muy abundantes.

La determinación taxonómica de las especies observadas se realizará utilizando las descripciones de Goodall et al. (1957), Araya y Millie (1986) y Araya y Bernal (1995). Los nombres de las especies serán actualizados según Araya et al. (1995) Jaramillo, (2005).

4.2.3 Herpetozoos

Para este grupo se utilizó el método de transectos, realizando un muestreo exhaustivo a lo largo de una superficie de 200 m de largo y 3 m de ancho, capturando y liberando a los ejemplares. Se realizaron transectos para reptiles en cada sitio de muestreo, cada uno recorrido en 10 minutos. En el caso de los anfibios

se realizaron levantamientos por encuentros visuales (VES, Visual Encounter Survey) y transectos auditivos.

En total se realizaron cuatro transectos de 100x10 m (2 transectos aguas abajo y 2 aguas arriba) recorridos cada uno en 10 minutos.

4.2.4 Categoría de conservación de Especies

Se clasificaron las especies de acuerdo a su conservación, siguiendo lo propuesto por el Reglamento de la Ley de Caza (D.S. N° 5/98 modificado por el D.S. Nº 53/04 del Ministerio de Agricultura) y según los D.S. Nº 151/07; 50/08; 51/08 y 23/09, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

Adicionalmente se revisaron los D.S N°40 y 41 ambos del 2012 aprobados por el Ministerio del Medio Ambiente

Todos estos son los documentos legales que catalogan a las especies de acuerdo a su estado de conservación.

4.2.5 Índices de Biodiversidad

Para la determinación de diversidad faunística, se utilizaron los índices de diversidad de Shannon y Wiener (Shannon, 1948). Estos índices miden la biodiversidad alfa (H') y la equidad (J'). Los índices de Shannon-Wiener se calculan en base a proporciones de cada especie, lo que permite usar los porcentajes de abundancia relativa de cada especie como parámetro de medición de la diversidad.

Las fórmulas utilizadas son:

$$H' = -\sum_{i=1}^{n} p_i \log p_i$$

$$H_{\max} = \log n$$

$$J' = \frac{H'}{H_{\max}}$$

Donde: *n*: número de especie; *pi:* proporción asociada a la especie *i*

Además, se realizaron pruebas estadísticas para identificar diferencias significativas en los valores de estos índices entre las temporadas (verano, otoño, invierno y primavera) prospectadas a lo largo del monitoreo. Las pruebas realizadas corresponden a Anova de una vía, Kruskal-Wallis y pruebas a posteriori de Dunn's. El intervalo de confianza fue de un 95%.

5. RESULTADOS

5.1 Flora y vegetación

5.1.1 Flora

a) Riqueza florística exclusiva.

Durante la presente campaña de verano de 2012 se registró mediante transecto y observación directa un total de 17 especies pertenecientes a 16 géneros y 10 familias (Tabla 5). 6 de ellas se encontraron en las estaciones de monitoreo, es decir, en el transecto de medición de cobertura y abundancia o su entorno inmediato, 11 especies se encontraron en la zona de estudio y fuera de las estaciones de monitoreo (fondo y laderas de la quebrada).

El número de especies encontradas en la presente campaña, no viario con respecto al anterior monitoreo realizado en el mes de noviembre correspondiente a la campaña de primavera de 2012.

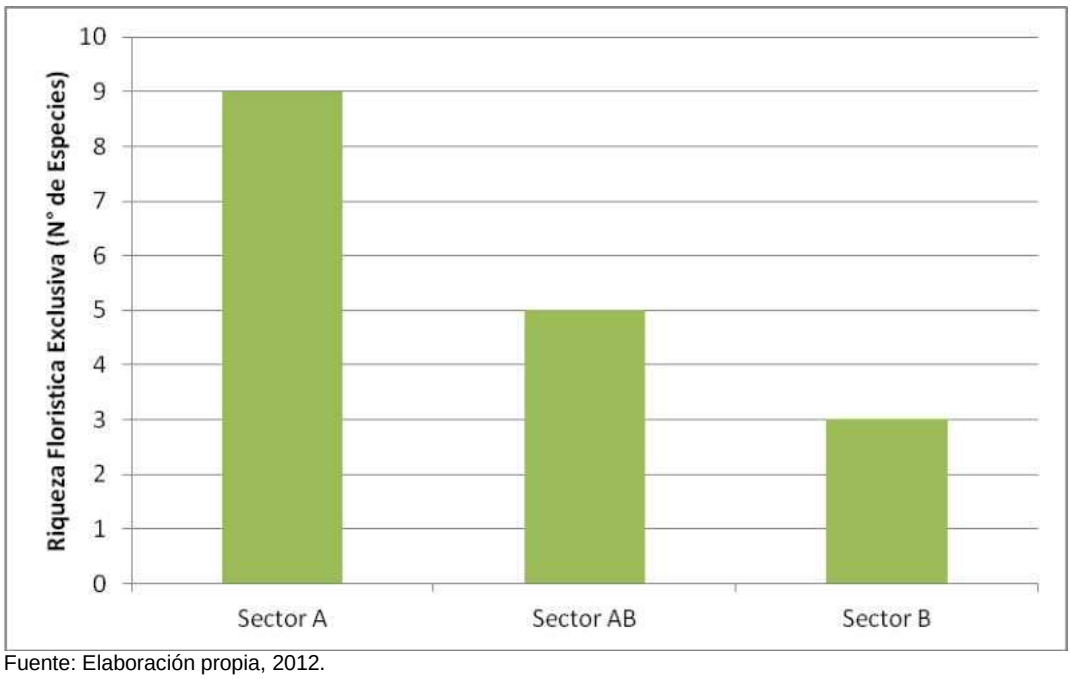
Tabla 5: Listado de especies encontradas mediante transectos y observación directa en la zona de estudio (campaña de verano de 2012).

Nº	Sector	Familia	Especie	Forma de vida	Origen	Estado de conservación	Localización
1	A	Asteraceae	*Polyachyrus carduoides*	A	E	FP	Zona de estudio
2		Asteraceae	*Baccharis juncea*	H	N	FP	Zona de estudio
3		Juncaceae	*Schoenoplectus americanus*	H	N	FP	Estación
4		Poaceae	*Phragmites australis*	H	Ex	FP	Zona de estudio
5		Solanaceae	*Lycium Deserti*	A	N	FP	Zona de estudio
6		Apiaceae	*Gymnophyton spinosissimum*	A	E	FP	Zona de estudio
7		Juncaceae	*Juncus acutus*	H	N	FP	Estación
8		Ranunculaceae	*Ranunculus cymbalaria*	HA	N	FP	Zona de estudio
9		Solanaceae	*Salpiglossis spinescens*	A	E	FP	Zona de estudio
10	AB	Asteraceae	*Tessaria absinthioides*	A	N	FP	Estación
11		Chenopodiaceae	*Atriplex deserticola*	A	N	FP	Estación
12		Ephedraceae	*Ephedra breana*	A	N	FP	Zona de estudio
13		Fabaceae	*Adesmia argentea*	A	E	FP	Zona de estudio
14		Poaceae	*Distichlis spicata*	H	N	FP	Estación
15	B	Asteraceae	*Cotula coronopifolia*	HA	Ex	FP	Zona de estudio

Nº	Sector	Familia	Especie	Forma de vida	Origen	Estado de conservación	Localización
16		Fabaceae	*Adesmia atacamensis*	A	E	FP	Zona de estudio
17		Nolanaceae	*Nolana salsoloides*	A	E	FP	Estación

Fuente: Elaboración propia, 2012; A: Arbusto; HA: Herbácea acuática, H: Herbácea; N: Nativa; E: Endémica, Ex: Exótica. FP: Fuera de Peligro.

Gráfico 1: Riqueza exclusiva por sector de monitoreo (Campaña verano 2012).



Fuente: Elaboración propia, 2012.

El gráfico anterior muestra que sector A presenta mayor especialización. Para el sector A la cantidad de especies específicas fue de 9, en cambio para el sector B fue sólo de 3. El número total de especies para cada sector fue de 14 y 8 respectivamente.

En la Tabla 5, se puede observar un resumen del número de especies encontradas en los transectos y observaciones directas realizadas durante la presente campaña, según su origen y forma de vida.

Tabla 5: Especies vegetales según tipo biológico y origen (campaña de Invierno 2012).

Forma de vida	Nativa	Endémica	Exótica	No identificada	Total	%
Arbusto	4	6	0	0	**10**	**58,8%**
Herbácea	4	0	1	0	**5**	**29,4%**
Herbácea acuática	1	0	1	0	**2**	**11,8%**
Total	**9**	**6**	**2**	**0**	**17**	**100**
%	**52,9%**	**35,3%**	**11,8%**	**0,0%**	**100**	

Fuente: Elaboración propia, 2012.

Según Squeo et al. (2008), se aprecia que 9 de las especies encontradas son nativas y 6 endémicas, lo que representa respectivamente un 52,9% y 35,3%.

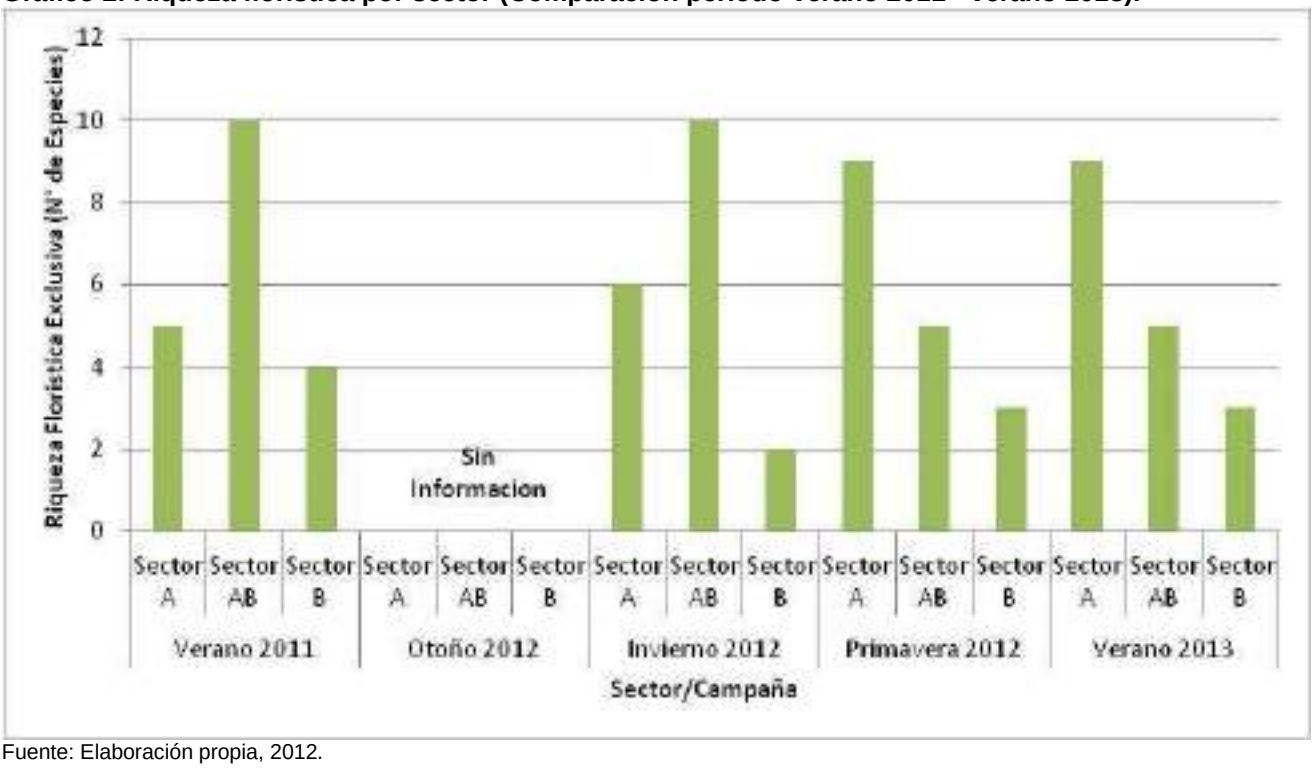
Al clasificar las especies según su tipo biológico, se observó una predominancia de especies arbustivas y herbáceas (58,8% y 29,4%, respectivamente).

El Gráfico 2, presenta la comparación de los sectores A y B para las 5 últimas campañas (verano 2012 hasta verano 2013). Desde verano de 2011 a verano de 2012, se observa una riqueza poco variable de las especies tanto en el sector A como en el sector B,

Se puede apreciar en el sector B una disminución en el número de especies en la temporada de invierno de 2011, lo cual puede deberse principalmente por la finalización de los ciclos de algunas especies. En el sector A se puede apreciar un número casi constante de especies a lo largo del tiempo presentando aumentos no significativos en la campaña ejecutada en primavera de 2012 y verano de 2013.

Cabe destacar, que estas diferencias pueden estar sujetas a variaciones a nivel específico (aparición y desaparición de especies asociadas a los ciclos de vida de estas y a la temporada de monitoreo).

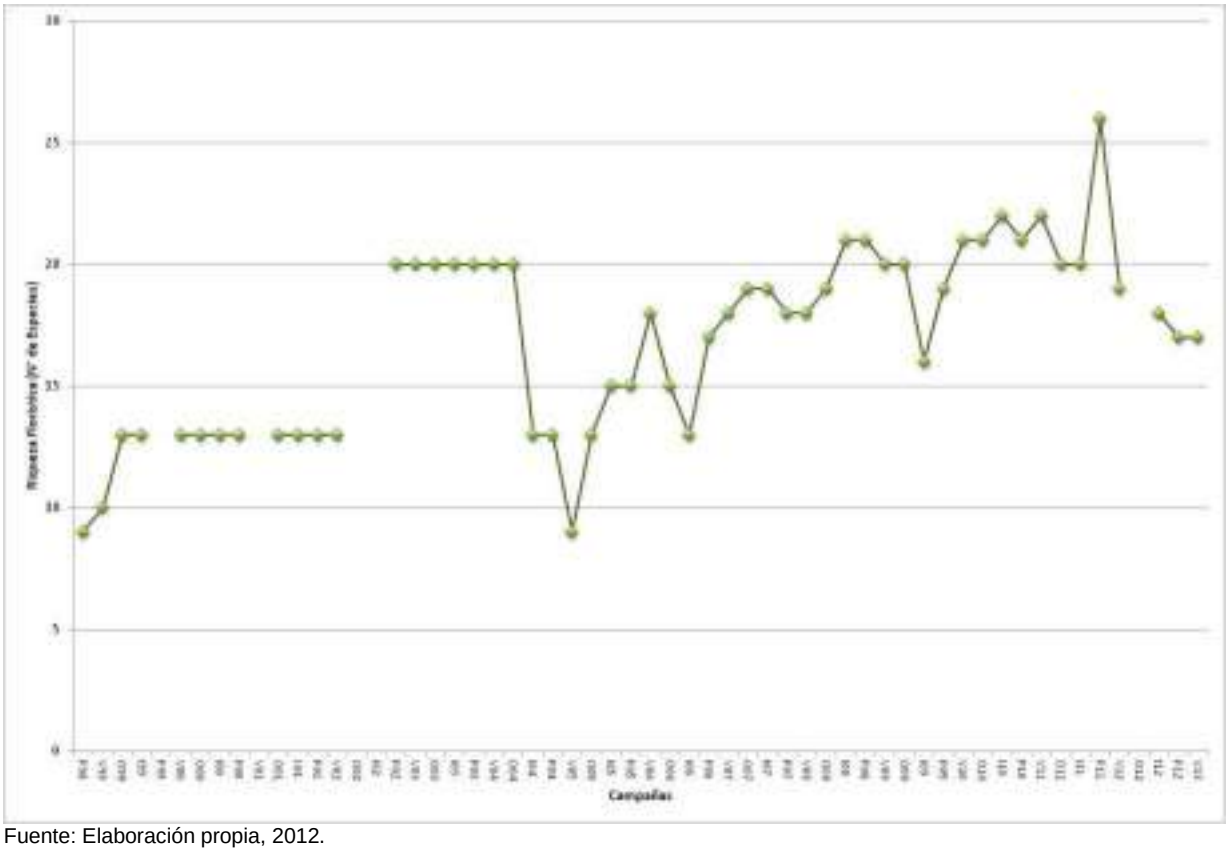
Gráfico 2: Riqueza florística por sector (Comparación período verano 2011 - verano 2013).



Fuente: Elaboración propia, 2012.

En la Tabla Nº 1 del Anexo II y Gráfico 3 se presenta el número de especies vegetales encontradas en las áreas de estudio de los sectores A y B de la Quebrada El Jardín, a lo largo del monitoreo (Primavera 1998 – verano 2013), en función de cada fecha de muestreo. En la presente campaña, se encontraron 17 especies en la zona de estudio. En el siguiente gráfico se observan los resultados en Nº de especies obtenidos a lo largo del monitoreo.

Gráfico 3: Riqueza florística período 1998 – 2013.



Fuente: Elaboración propia, 2012.

Como se observa en el gráfico anterior, en la presente campaña (verano 2013) no se aprecian diferencias en la riqueza de especies en comparación al monitoreo anterior, esto se puede atribuir a que las condiciones de humedad observadas entre ambas campañas fue muy similar. Adicionalmente a esto, la mayoría de las especies observadas se encontraban aun en un receso. Estás fluctuaciones se atribuyen a los ciclos de desarrollo de las especies vegetales que son altamente dependiente de las variaciones climáticas e hídricas específicas de cada año.

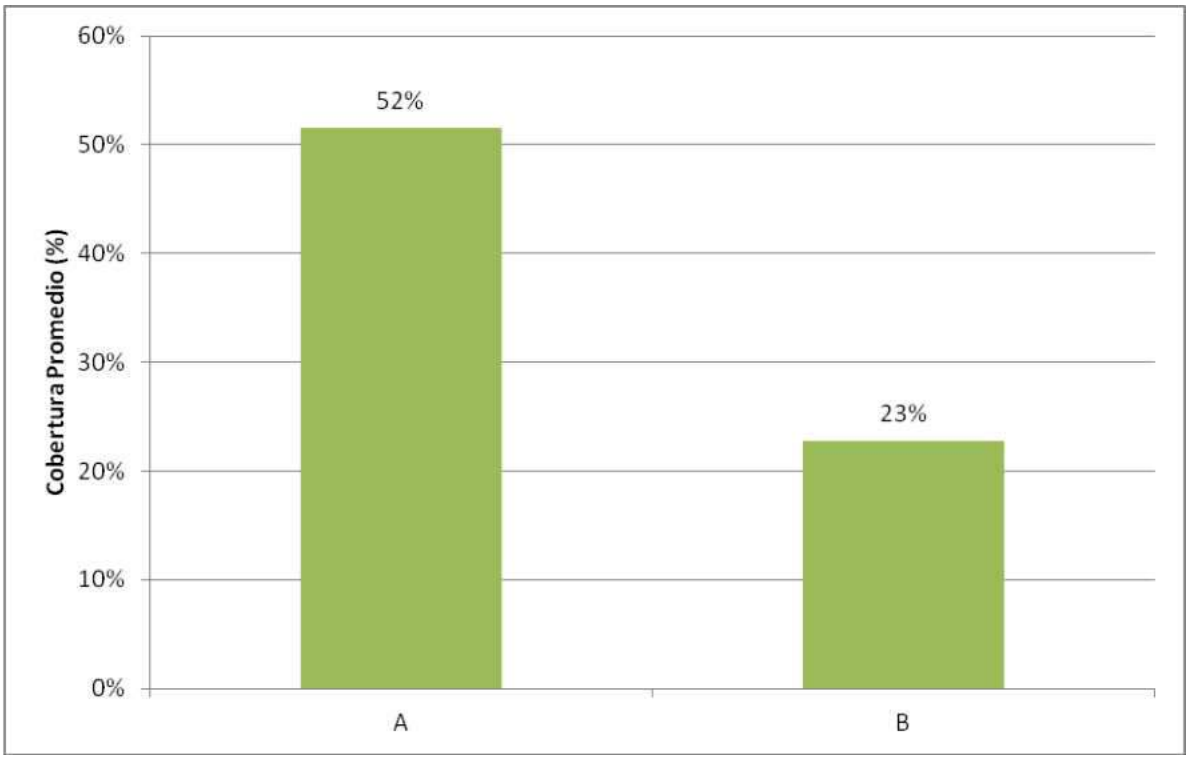
b) Abundancia vegetacional

5.1.1.b.1 Abundancia de los sectores A y B

Para caracterizar la abundancia de la vegetación en los sectores A y B, se utilizó como parámetro, la cobertura vegetal promedio.

De acuerdo al análisis lineal (transectos), en la campaña de monitoreo de Verano de 2013, el sector A presenta mayor abundancia (52% de cobertura vegetal promedio) que el sector B (23% de cobertura vegetal promedio), como se ilustra en el Gráfico 2.

Gráfico 2: Abundancia según cobertura total promedio de la vegetación (campaña verano 2013).

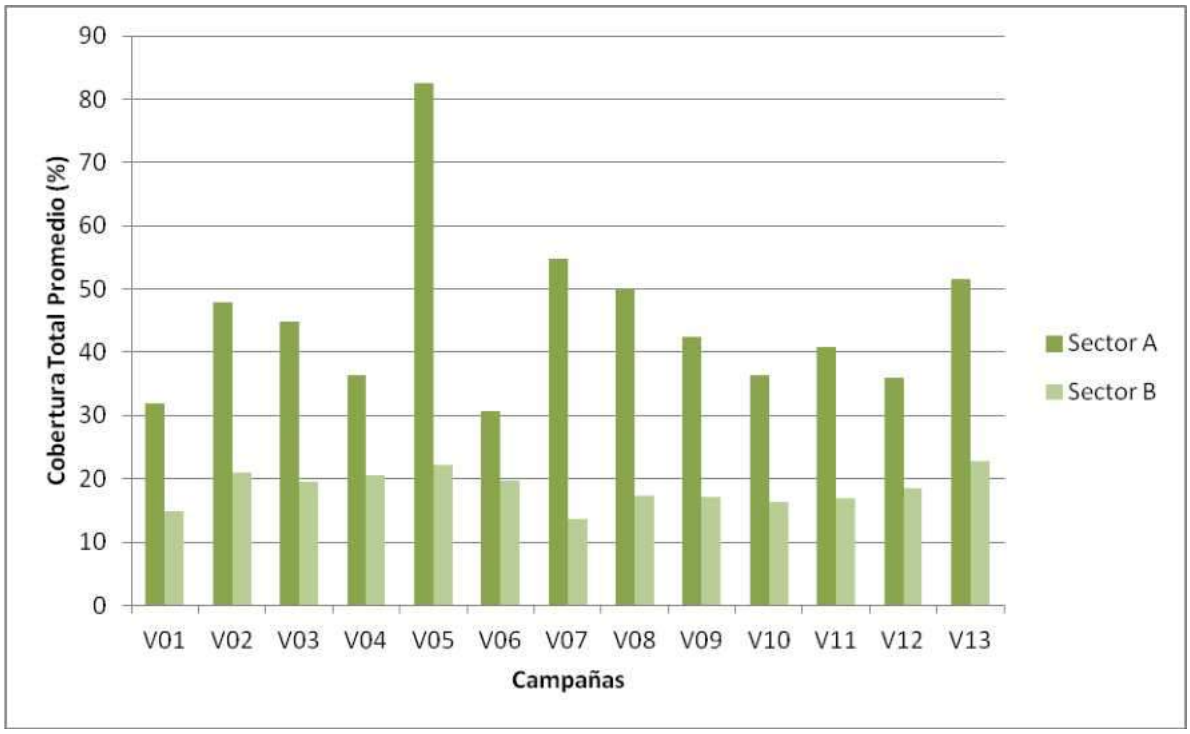


Fuente: Elaboración propia, 2012.

El mismo comportamiento, donde el sector A presenta una mayor abundancia que el sector B, ha sido descrito en los monitoreos de los veranos 2001 a 2013 (Gráfico 3). Este comportamiento se relaciona directamente con la mayor

disponibilidad de agua en los sitios de monitoreo del sector A, situación que favorece el desarrollo de la mayoría de las especies vegetales.

Gráfico 3: Abundancia por sectores, Verano 2001-2013.

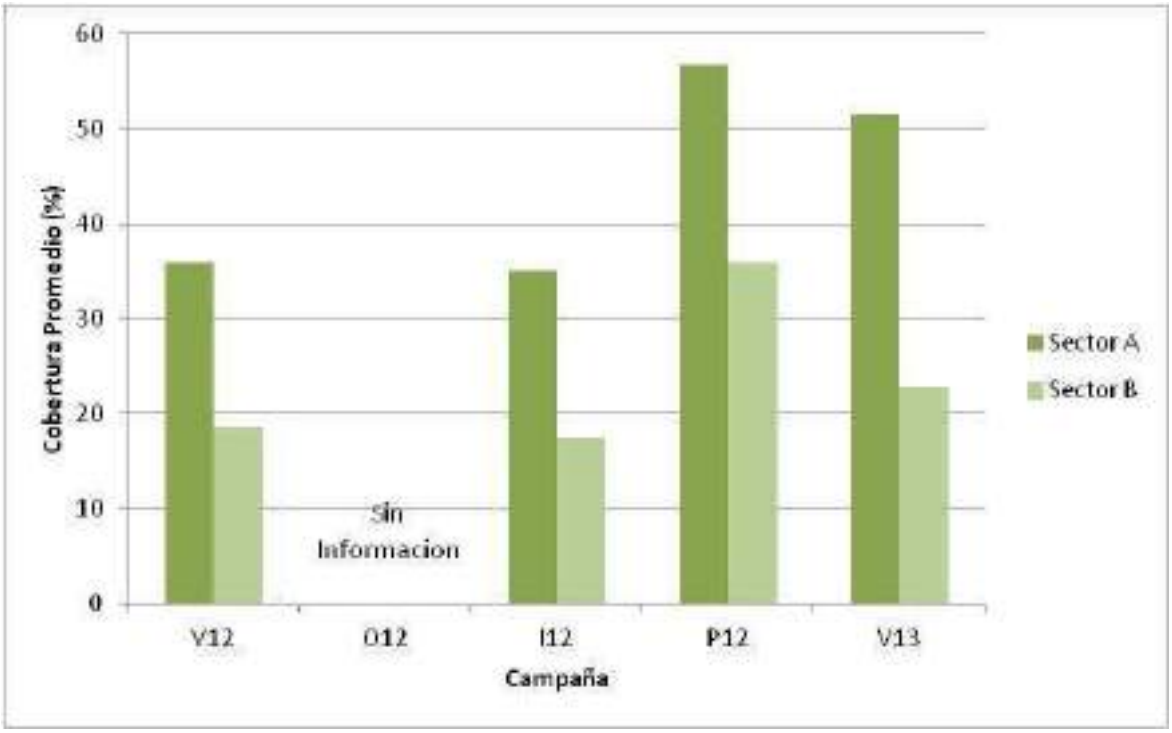


Fuente: Elaboración propia, 2012.

Como se puede observar en el gráfico anterior, el sector A es caracterizado por ambientes que presentan mayor fluctuación de cobertura, en comparación al sector B.

Evaluando las fluctuaciones trimestrales del último ciclo vegetativo de la flora (período Verano 2012 a Verano 2013) se observa en general una estabilidad de la cobertura (Gráfico 4) con una fluctuación media respecto a la temporada anterior de: 9% y 37% para el sector A y B respectivamente atribuibles a variaciones naturales del sistema. Esta variación indica que las condiciones naturales de la vegetación del área de monitoreo son independientes de las actividades mineras en la zona y que no están siendo influidas negativa ni positivamente por éstas.

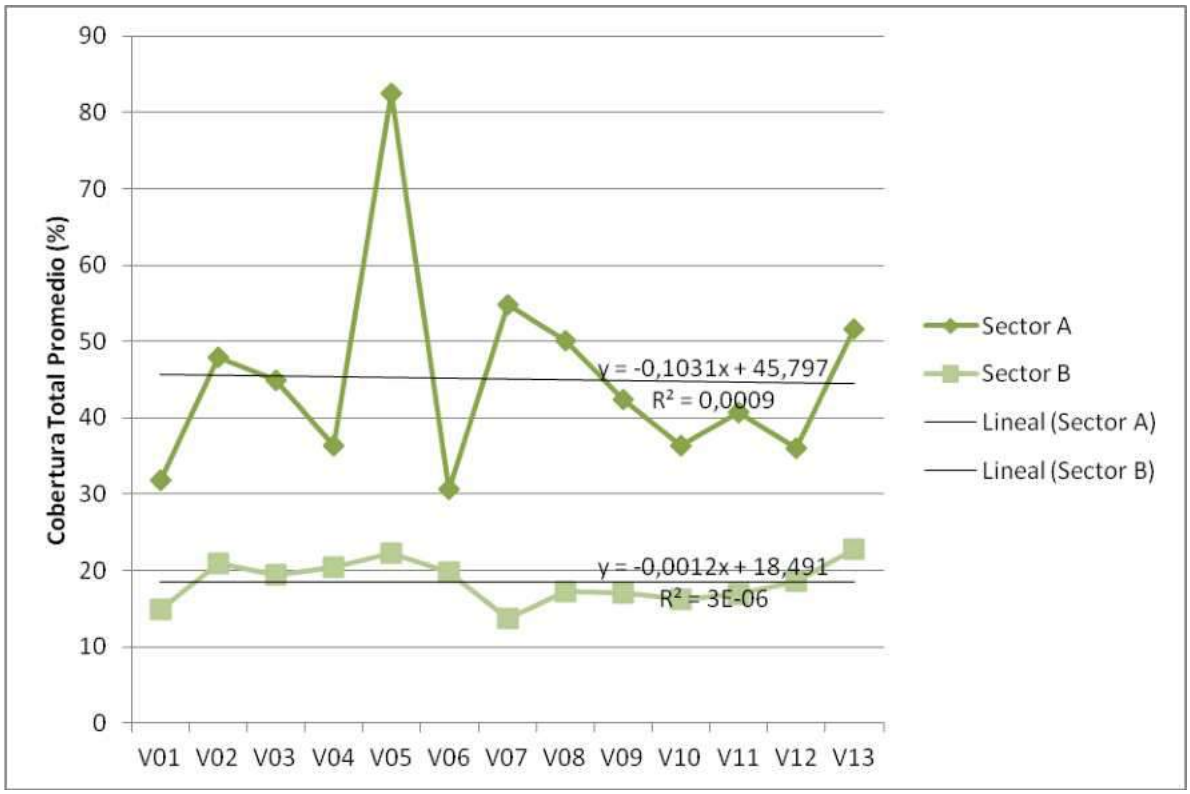
Gráfico 4: Abundancia trimestral por sectores, período Verano 2012 – Verano 2013.



Fuente: Elaboración propia.

Si se analizan las tendencias de las coberturas vegetacionales de los sectores A y B para todos los veranos (2000-2012), el análisis de tendencia ilustrada en el Gráfico 5 indica que tanto para el sector A, como para el sector B existe una varianza residual importante de la variable dependiente (% de cobertura) que se traduce por valores bajos del coeficiente de determinación (R^2 = 0,0009 para el sector A y R^2 = 0,000003 para el sector B).

Gráfico 5: Tendencia de la abundancia por sectores período Verano 2001-2013.



Fuente: Elaboración propia.

Realizando el mismo análisis e incorporando todas las campañas de medición, no se evidencian tendencias similares para los sectores A y B (

Gráfico 6), es decir que tanto para el sector A, como para el sector B existe una varianza residual importante de la variable dependiente (% de cobertura) que se traduce por valores bajos del coeficiente de determinación (R^2 = 0,0572 para el sector A y R^2 = 0,0096 para el sector B).

La ausencia de tendencia significativa de la cobertura vegetal a través del tiempo, tanto en el sector sometido a la descarga (A) como en el sector de referencia (B) indica que las condiciones naturales de la vegetación del área de monitoreo son independientes de las actividades mineras en la zona y que no están siendo influidas negativa o positivamente por éstas.

Gráfico 6: Tendencia de la abundancia por sectores, período 1999-2012.



Fuente: Elaboración propia.

5.1.1.b.2 Abundancia al nivel específico

Con fines de caracterizar la abundancia al nivel de las especies, se determinó la frecuencia relativa de cada una de ellas mediante el cálculo del porcentaje de encuentro en la parcela de análisis lineal. Las especies fueron clasificadas según los siguientes detalles (Gajardo 1994):

Tabla 6: Clases de abundancia por frecuencia relativa.

Clase	Frecuencia relativa (%)
Representativas	>75
Comunes	50 – 75
Acompañantes	25 – 50
Ocasionales	<25

Fuente: Gajardo (1994).

En las Tabla 7 y Tabla 8, se presenta la frecuencia relativa de las especies en cada una de las parcelas de análisis lineal en los sectores A y B.

Se puede apreciar que en el Sector A, *Distichlis spicata* se registró en 4 de los 5 transectos del análisis lineal. Las estaciones E1, E2 y E3 presentan características similares en cuanto a composición. En ellas predomina la especie *Distichlis spicata* y se asocia a *Schoenoplectus americanus* en borde de estero, la que se cataloga como especie "ocasional". La estación E4 presenta *Juncus acutus* como especie "acompañante". En relación con la estación E5, se destaca la dominancia del estrato arbustivo con la especie *Tessaria absinthioides*, clasificada como representativa con 100% de frecuencia relativa.

En el Sector B, *Atriplex deserticola* se encontró en 4 de las 5 parcelas, catalogándose como especie "representativa" en todas las estaciones presentes. La estación E1 se destaca por la presencia única de *Tessaria absinthioides* y en la estación E5 se registró la presencia de *Gymnophyton spinosissimum* como especie "ocasional".

Tabla 7: Frecuencia relativa de las especies presentes en el Sector A.

Sector A			
Estación	**Especie**	**Frecuencia relativa (%)**	**Clase**
E1	*Distichlis spicata*	100	Representativa
E2	*Distichlis spicata*	100	Representativa
E3	*Distichlis spicata*	96	Común
	Schoenoplectus americanus	4	Ocasional
E4	*Distichlis spicata*	44	Comunes
	Juncus acutus	56	Acompañante
E5	*Tesssaria absinthioides*	100	Representativa

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8: Frecuencia relativa de las especies presentes en el Sector B.

Sector B			
Estación	**Especie**	**Frecuencia relativa (%)**	**Clase**
E1	*Tessaria absinthioides*	100	Representativa
E2	*Atriplex deserticola*	100	Representativa
E3	*Atriplex deserticola*	100	Representativa
E4	*Atriplex deserticola*	100	Representativa
E5	*Atriplex deserticola*	97	Representativa
	Gymnophyton spinosissimum	3	Ocasional

Fuente: Elaboración propia.

c) Diversidad

En general el área de estudio presenta una baja diversidad florística, idéntica a la constatada por el levantamiento anterior. Esto se puede responder debido a la poca variación en las condiciones climáticas y condiciones de humedad observadas entre la campaña de primavera de 2012 y la de verano de 2013

La Tabla 9 presenta los índices de diversidad de Shannon-Wiener H' y Hmax, y el índice de equidad de Pielou J'.

Tabla 9: Diversidad por sector (Índices de Shannon-Wiener).

Índice	Agua abajo (sector A)	Agua arriba (sector B)
H'	0,99	0,43
Hmax	1,39	1,09
J'	0,7	0,39

Fuente: Elaboración propia; índices calculados en base al logaritmo natural.

El índice H' revela una mayor diversidad en el Sector A en comparación al Sector B. El índice Hmax que representa la diversidad máxima potencial para cada sector, al igual que el índice H', es superior en el Sector A, debido a un número total de especies superior en comparación al Sector B.

En relación con el índice de equidad J', este es más bajo en el Sector B debido a la dominancia extrema de *Atriplex deserticola* en 4 de los 5 transectos de monitoreo.

La diversidad mayor del Sector A se puede atribuir a la mayor presencia de agua en éste, lo que ofrece condiciones menos restrictivas para el establecimiento y la sobrevivencia de muchas especies vegetales.

d) Flora con problemas de conservación

En todas las campañas de monitoreo, no se detectaron especies vegetales con problemas de conservación, según el Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Benoit, 1989) y los D.S. del MINSEGPRES (151/2007, 50/2008, 51/2008, 23/2009, 40/2012, 41/2012 y 33/2012 de Clasificación de Especies según Estado de Conservación) y el Boletín 47 del museo de historia natural.

e) Fenología de las especies

El estado fenológico de las especies prospectadas en el último monitoreo se presenta en la Tabla 10. Se puede apreciar que 2 especies se encuentran en etapa de floración, 7 en etapa de semillación, 14 en estado de latencia y 2 en estado de crecimiento.

Tabla 10: Fenología de las especies prospectadas en la campaña de verano 2013

Nº	Especie	Floración	Semillación	Latencia	Crecimiento
1	*Adesmia argentea*	x	x		
2	*Adesmia atacamensis*	x	x		
3	*Atriplex deserticola*			x	
4	*Baccharis juncea*			x	
5	*Cotula coronopifolia*			x	x
6	*Distichlis spicata*		x		
7	*Ephedra breana*		x		
8	*Gymnophyton spinosissimum*			x	
9	*Juncus acutus*		x		
10	*Lycium Deserti*			x	
11	*Nolana salsoloides*	x	x		
12	*Phragmites australis*		x		
13	*Polyachyrus carduoides*			x	
14	*Ranunculus cymbalaria*	x			

Nº	Especie	Floración	Semillación	Latencia	Crecimiento
14	*Salpiglossis spinescens*		x		x
14	*Schoenoplectus americanus*		x		x
14	*Tessaria absinthioides*	x	x		

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2 Vegetación

Mediante la metodología de la Carta de Ocupación de Tierras (COT) de Etienne y Prado (1982), se definieron 8 unidades homogéneas de vegetación (UHV) (Tabla 13) para el área en estudio, en cuanto a formación vegetal y especies dominantes. Por su parte, en la Tabla 12 se presentan las estaciones de monitoreo asociadas a cada formación vegetal.

Tabla 11: Tipos fisionómicos y formaciones vegetales presentes en los Sectores A y B.

Tipo vegetacional	Nº de unidades COT	Formación vegetal
Matorral	2	Leñosa baja herbácea densa
	1	Leñosa baja densa
	1	Leñosa baja poco densa
	1	Leñosa baja clara
Vegas, praderas y pastizales	3	Herbácea densa

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12: Estaciones de monitoreo asociadas a cada formación vegetal.

Sector	Estaciones de monitoreo	Formación vegetal
A	E1 y E2	Herbácea densa (U-1)
	E3	Leñosa baja herbácea densa (U-2)
	E4	Herbácea densa (U-3)
	E5	Leñosa baja densa (U-4)
B	-[1]	Herbácea densa (U-5)
	-[1]	Leñosa baja herbácea densa (U-6)
	E1	Leñosa baja poco densa (U-7)
	E2, E3, E4 y E5	Leñosa baja clara (U-8)

Fuente: Elaboración propia; 1: Estas formaciones vegetales no se encuentran asociadas a estaciones de monitoreo.

a) Caracterización vegetacional del sector aguas abajo (A)

5.1.2.a.1 Formación vegetal herbácea densa (U-1)

Esta formación presenta un estrato herbáceo conformado por *Distichlis spicata y Schoenoplectus americanus* de hasta 50 cm. de altura y 30 a 100 % de cobertura. Según las evidencias encontradas, existe una alteración antrópica importante debido al sobrepastoreo del ganado caprino y equino. A continuación se presenta la caracterización de las estaciones E1 y E2 que pertenecen a esta formación.

5.1.2.a.1.1 Estación de monitoreo E1

En la Tabla 13 se presenta la abundancia y cobertura de las especies del estrato herbáceo presente en la estación de monitoreo. Se puede apreciar que el 47,5% del suelo se encuentra con cobertura vegetal; el 52,5% restante sin cobertura corresponde principalmente a sustrato. La especie más abundante es *Distichlis spicata* (100%), representando el 100% de la cobertura vegetal. También, aunque el transecto no pasa por el estero, se registraron varios puntos con agua de afloramiento (9 %) (Fotografías 1, Tabla 1, Anexo I).

Tabla 13: Análisis lineal estación de muestreo E1.

E1					
Suelo sin cobertura vegetal	**52,5%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Sustrato		66	63%	66	-
Mantillo		31	30%	31	-
Agua		8	8%	8	-
Feca		0	0%	0	-
Total		**105**	**100%**	**105**	**-**
Suelo con cobertura vegetal	**47,5%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Distichlis spicata		95	100%	95	100%
Schoenoplectus americanus		0	0,0	0	0%
0		0	0,0	0	0%
0		0	0,0	0	0%
0		0	0,0	0	0%
Total		**95**	**100,0**	**95**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

La especie ocasional que se encontró en esta estación sin contacto fue *Schoenoplectus americanus.*

5.1.2.a.1.2 Estación de monitoreo E2

En la Tabla 14 se presenta la abundancia y cobertura de las especies del estrato herbáceo presente en la estación de monitoreo. Se observa que el 31,0% del suelo se encuentra con cobertura vegetal y el 69,0% sin cobertura, corresponde principalmente a sustrato. La especie más abundante es *Distichlis spicata* (100%), con una cobertura vegetal de 100% (Fotografías 2, Tabla 1, Anexo I).

Tabla 14: Análisis lineal estación de muestreo E2.

E2					
Suelo sin cobertura vegetal	**69,0%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Sustrato		115	83%	115	-
Mantillo		17	12%	17	-
Agua		6	4%	6	-
Feca		0	0%	0	-
Total		**138**	**100%**	**138**	**-**
Suelo con cobertura vegetal	**31,0%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Distichlis spicata		62	100%	62	0,8
Schoenoplectus americanus		0	0%	0	0,0
0		0	0%	0	0,0
0		0	0%	0	0,0
0		0	0%	0	0,0
Total		**62**	**100%**	**62**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia..

La especie acompañante en esta estación fue *Schoenoplectus americanus*

5.1.2.a.2 Leñosa baja herbácea densa (U-2)

Corresponde a un estrato arbustivo de *Tessaria absinthioides* y a uno herbáceo de *Schoenoplectus americanus*, y *Distichlis spicata*, de 1 a 2 m y 0 a 25 cm. de altura, respectivamente; la cobertura de la formación varía entre 75 y 100 %. Según las evidencias encontradas, existe una alteración antrópica importante debido al sobrepastoreo del ganado caprino y equino. A continuación se expone la caracterización de la estación de monitoreo E3 que pertenece a esta formación.

5.1.2.a.2.1 Estación de monitoreo E3

En la Tabla 15 se presenta la abundancia y cobertura de las especies del estrato herbáceo presente en la estación de monitoreo. Se observa que el 58% del suelo se encuentra con cobertura vegetal; el 42% restante sin cobertura corresponde principalmente a sustrato (60%). La especie más abundante es *Distichlis spicata* (96%), representando el 96% de la cobertura vegetal. El resto de la cobertura es ocupado por la especie *Schoenoplectus americanus* (Fotografías 3, Tabla 1, Anexo I).

Tabla 15: Análisis lineal estación de muestreo E3.

E3					
Suelo sin cobertura vegetal	**42,0%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Sustrato		50	60%	50	-
Mantillo		25	30%	25	-
Agua		9	11%	9	-
Feca		0	0%	0	-
Total		**84**	**100%**	**84**	**-**
Suelo con cobertura vegetal	**58,0%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Distichlis spicata		111	96%	111	96%
Schoenoplectus americanus		5	4%	5	4%
0		0	0%	0%	0%
0		0	0%	0	0%
0		0	0%	0	0%
Total		**116**	**100,0**	**116**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

La especie acompañantes que se observaron en esta estación fue *Tessaria absinthioides.* Esta última, a pesar que no fue registrada en el transecto, presenta una importancia significativa dado que su participación en la composición define la estructura arbustiva-herbácea de la formación.

5.1.2.a.3 Formación herbácea densa (U-3)

Corresponde a un estrato herbáceo de *Distichlis spicata, Juncus acutus* y *Schoenoplectus americanus* de 0 a 1,5 m de altura y cobertura de 60 y 100%. Según

las evidencias observadas, existe una alteración antrópica media debido al pastoreo del ganado caprino y equino. A continuación se expone la caracterización de la estación de monitoreo E4 que pertenece a esta formación.

5.1.2.a.3.1 Estación de monitoreo E4

En la

Tabla 16 se presenta la abundancia y cobertura de las especies del estrato herbáceo presente en la estación de monitoreo. Se observa que el 81,0% del suelo se encuentra con cobertura vegetal; el 20,0% restante sin cobertura corresponde mantillo principalmente. Las especies tuvieron una abundancia parecida, al igual que la cobertura vegetal. (Fotografía 4, Tabla 1, Anexo I)

Tabla 16: Análisis lineal estación de muestreo E4.

E4					
Suelo sin cobertura vegetal	**20%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Sustrato		0	0%	0	-
Mantillo		30	77%	30	-
Agua		0	0%	0	-
Feca		9	23%	9	-
Total		**39**	**100%**	**39**	**-**
Suelo con cobertura vegetal	**81%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Distichlis spicata		65	40%	65	39%
Juncus acutus		96	60%	96	58%
0		0	0%	0	0%
0		0	0%	0	0%
0		0	0%	0	0%
Total		**161**	**100%**	**161**	97%

Fuente: Elaboración propia.

Se observó *Phragmites australis y Baccharis juncea,* como especie acompañante.

5.1.2.a.4 Formación leñosa baja densa (U-4)

Corresponde a un estrato arbustivo de *Tessaria absinthioides* de 1 a 2 m. de altura y 30 a 100 % cobertura. Al igual que las anteriores formaciones vegetales, presenta evidencias de acción antrópica por pastoreo.

5.1.2.a.4.1 Estación de monitoreo E5

En la Tabla 17 se presenta la abundancia y cobertura de la especie del estrato arbustivo presente en la estación de monitoreo. Se observa que el 42,0% del suelo se encuentra con cobertura vegetal; y el 58,0% restante sin cobertura, el cual corresponde principalmente a mantillo. (Fotografías 5, Tabla 1, Anexo I).

Tabla 17: Análisis lineal estación de muestreo E5.

E5					
Suelo sin cobertura vegetal	**58,0%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Sustrato		0	0%	0	-
Mantillo		116	100%	116	-
Agua		0	0%	0	-
Feca		0	0%	0	-
Total		**116**	**100%**	**116**	**-**
Suelo con cobertura vegetal	**42,0%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Tessaria absinthioides		84	100%	84	90%
0		0	0%	0	0%
0		0	0%	0	0%
0		0	0%	0	0%
0		0	0%	0	0%
Total		**84**	**100%**	**84**	90%

Fuente: Elaboración propia.

A parte de la especie registrada, se identificaron *Distichlis spicata* y *Phragmites australis* como especies acompañantes.

b) Caracterización vegetacional del sector aguas arriba (B)

5.1.2.b.1 Formación vegetal herbácea densa (U-5)

Corresponde a un estrato herbáceo compuesto por *Baccharis juncea* - *Schoenoplectus americanus* - *Distichlis spicata* de hasta 50 cm. de altura y 75 a 100 % de cobertura. Como especie acompañante se puede mencionar *Juncus acutus* y *Ranunculus cymbalaria.* Al igual que las anteriores formaciones vegetales, presenta evidencias de acción antrópica por pastoreo. El presente monitoreo no considera estaciones de monitoreo para esta formación.

5.1.2.b.2 Formación vegetal leñosa baja herbácea densa (U-6)

Presenta un estrato arbustivo de *Tessaria absinthioides* y uno herbáceo de *Juncus acutus - Distichlis spicata* de 50 a 100 cm. y hasta 25 cm. de altura, respectivamente. La cobertura fluctúa entre 75 y 100 %. Como especie acompañante se puede mencionar a *Baccharis juncea y Atriplex deserticola*. Al igual que las anteriores formaciones vegetales, presenta evidencias de acción antrópica por pastoreo. El presente monitoreo no considera estaciones de monitoreo para esta formación.

5.1.2.b.3 Leñosa baja poco densa (U-7)

Corresponde a un estrato arbustivo formado por *Tessaria absinthioides* de 50 a 100 cm. de altura y 50 a 75 % de cobertura. Como especie acompañante se puede mencionar a *Atriplex deserticola*. A continuación se expone la caracterización de la estación de monitoreo E1 que pertenece a esta formación.

5.1.2.b.3.1 Estación de monitoreo E1

En la Tabla 18 se presenta la abundancia y cobertura de la especie del estrato arbustivo presente en la estación de monitoreo. Se observa que el 12,0 % del suelo se encuentra con cobertura vegetal; el 88,0% restante sin cobertura corresponde a sustrato y mantillo. La única especie presente corresponde a *Tessaria absinthioides* (Fotografía 6, Tabla 1, Anexo I).

Tabla 18: Análisis lineal estación de muestreo E1.

E1					
Suelo sin cobertura vegetal	**88,0%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Sustrato		86	49%	86	-
Mantillo		90	51%	90	-
Agua		0	0%	0	-
Feca		0	0%	0	-
Total		**176**	**100%**	**176**	**-**
Suelo con cobertura vegetal	**12,0%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Tessaria absinthioides		24	100%	24	100%

E1				
0	0	0,0	0	0,0
0	0	0,0	0	0,0
0	0	0,0	0	0,0
0	0	0,0	0	0,0
Total	**24**	**100,0**	**24**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

La especie acompañante que se observó en esta estación fue *Salpiglossis spinescen.*

5.1.2.b.4 Formación vegetal leñosa baja clara (U-8)

Corresponde a un estrato arbustivo formado por *Atriplex deserticola* de 50 a 200 cm. de altura y 25 a 50 % de cobertura. Como especie acompañante se puede mencionar a *Nolana salsoloides*. A continuación se expone la caracterización de las estaciones de monitoreo E2, E3, E4 y E5 incluidas en esta formación.

5.1.2.b.4.1 Estación de monitoreo E2

En la Tabla 19 se presenta la abundancia y cobertura de la especie del estrato arbustivo presente en la estación de monitoreo. Se observa que el 23,0% del suelo se encuentra con cobertura vegetal; el 78,0% restante sin cobertura corresponde principalmente a sustrato. La única especie presente corresponde a *Atriplex desertícola* (Fotografía 7, Tabla 1, Anexo I).

Tabla 19: Análisis lineal estación de muestreo E2.

E2					
Suelo sin cobertura vegetal	**78%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Sustrato		155	100%	155	-
Mantillo		0	0	0	-
Agua		0	0	0	-
Feca		0	0	0	-
Total		**155**	100%	**155**	**-**
Suelo con cobertura vegetal	**23%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Atriplex deserticola		45	100%	45	100%
0		0	0,0	0	0,0
0		0	0,0	0	0,0
0		0	0,0	0	0,0

E2				
0	0	0,0	0	0,0
Total	**45**	**100,0**	**45**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2.b.4.2 Estación de monitoreo E3

En la Tabla 20 se presenta la abundancia y cobertura de la especie del estrato arbustivo presente en la estación de monitoreo. Se observa que el 20,0% del suelo se encuentra con cobertura vegetal; el 80,0% restante sin cobertura corresponde principalmente a sustrato. La única especie presente corresponde a *Atriplex desertícola* (Fotografía 8, Tabla1, Anexo I).

Tabla 20: Análisis lineal estación de muestreo E3.

E3					
Suelo sin cobertura vegetal	**80%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Sustrato		110	69%	110	-
Mantillo		50	31%	50	-
Agua		0	0%	0	-
Feca		0	0%	0	-
Total		**160**	**100%**	**160**	**-**
Suelo con cobertura vegetal	**20%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Atriplex deserticola		40	100%	40	100%
0		0	0,0	0	0,0
0		0	0,0	0	0,0
0		0	0,0	0	0,0
0		0	0,0	0	0,0
Total		**40**	**100,0**	**40**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

Aparte de la especie registrada, no se observó otra especie acompañante en esta estación.

5.1.2.b.4.3 Estación de monitoreo E4

En la Tabla 21 se presenta la abundancia y cobertura de la especie del estrato arbustivo presente en la estación de monitoreo. Se observa que el 36,0% del suelo se encuentra con cobertura vegetal; el 44,0% restante sin cobertura corresponde principalmente a sustrato. La única especie presente corresponde a *Atriplex desertícola* (Fotografía 9, Tabla 1, Anexo I).

Tabla 21: Análisis lineal estación de muestreo E4.

E4					
Suelo sin cobertura vegetal	**44,0%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Sustrato		88	69%	88	-
Mantillo		28	25%	28	-
Agua		0	0%	0	-
Feca		12	11%	12	-
Total		**128**	104%	**128**	**-**
Suelo con cobertura vegetal	**36,0%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Atriplex deserticola		72	100%	72	100%
0		0	0,0	0	0,0
0		0	0,0	0	0,0
0		0	0,0	0	0,0
0		0	0,0	0	0,0
Total		**72**	**100,0**	**72**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

A parte de la especie registrada, no se observó otra especie acompañante en esta estación.

5.1.2.b.4.4 Estación de monitoreo E5

En la Tabla 22 se presenta la abundancia y cobertura de la especie del estrato arbustivo presente en la estación de monitoreo. Se observa que el 23,5% del suelo se encuentra con cobertura vegetal; el 76,5% restante sin cobertura corresponde a sustrato. Dentro de esta estación, *Atriplex deserticola* presenta la mayor abundancia y cobertura. (Fotografía 10, Tabla 1, Anexo I).

Tabla 22: Análisis lineal estación de muestreo E5.

E5					
Suelo sin cobertura vegetal	**76,5%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Sustrato		115	85%	115	-
Mantillo		38	28%	38	-
Agua		0	0%	0	-
Feca		0	0%	0	-
Total		**153**	113%	**153**	**-**
Suelo con cobertura vegetal	**23,5%**	**Nº Puntos**	**APE %**	**Nº Contactos**	**CSC %**
Atriplex deserticola		44	68%	44	94%
Gymnophyton spinosissimum		3	5%	3	0,0
0		0	0%	0	0,0
0		0	0%	0	0,0
0		0	0%	0	0,0
Total		**47**	**100,0**	**47**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

La única especie acompañante fue *Gymnophyton spinosissimum*

5.2 Fauna terrestre

En la presente campaña de monitoreo (verano 2013), se registró un total de 17 taxa de vertebrados terrestres: 1 reptiles, 9 aves, 3 micromamíferos y 4 macromamíferos (Tabla 1, Anexo III). De éstas, 13 corresponden a especies nativas, 3 a especies domesticas (burro, caballo y cabra) y una introducida (liebre). La riqueza de especies fue mayor de la obtenida en la misma temporada del año anterior (verano 2012 = 15 taxa), pero levemente menor al promedio para todas las temporadas de verano de 18 taxa.

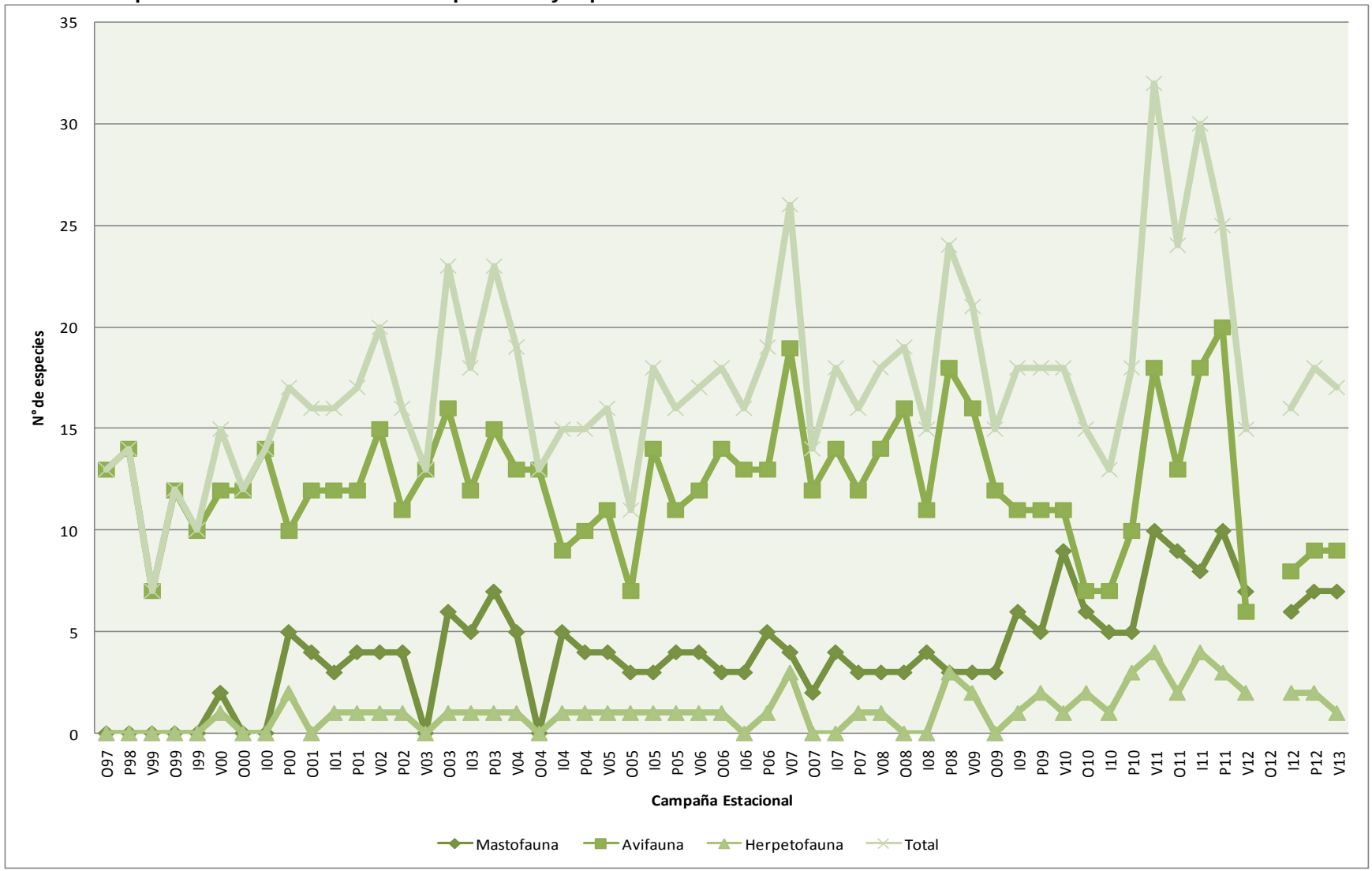
El promedio total de riqueza de especies registradas desde otoño de 1997 a verano del 2013 por estación es de 17,3 especies, de esta manera, la actual temporada presentó un valor levemente menor de riqueza que el promedio total de las campañas.

En el Gráfico 7, se observa un mayor número de especies registradas al comparar con igual temporada del año anterior (verano 2012) a la presente, esto, dado por un aumento en el número de especies de aves. En promedio para todas las temporadas, las aves presentan la mayor riqueza (12,3 sp.), seguida de mamíferos (4,06 sp.), y finalmente anfibios y reptiles (1,11 sp.).

El promedio histórico de especies aguas abajo es mayor que aguas arriba (14,18 sp. v/s 9,01 sp., respectivamente), dominancia que se mantiene levemente menor en la presente campaña (12 y 8 sp. respectivamente), pero con una menor diferencia que la observada a lo largo del estudio (Gráfico 8). La avifauna acuática en tanto, sólo ha sido observada aguas abajo de la descarga, lo que está relacionado a un mayor recurso hídrico en ese ambiente, situación que se repite en la presente campaña.

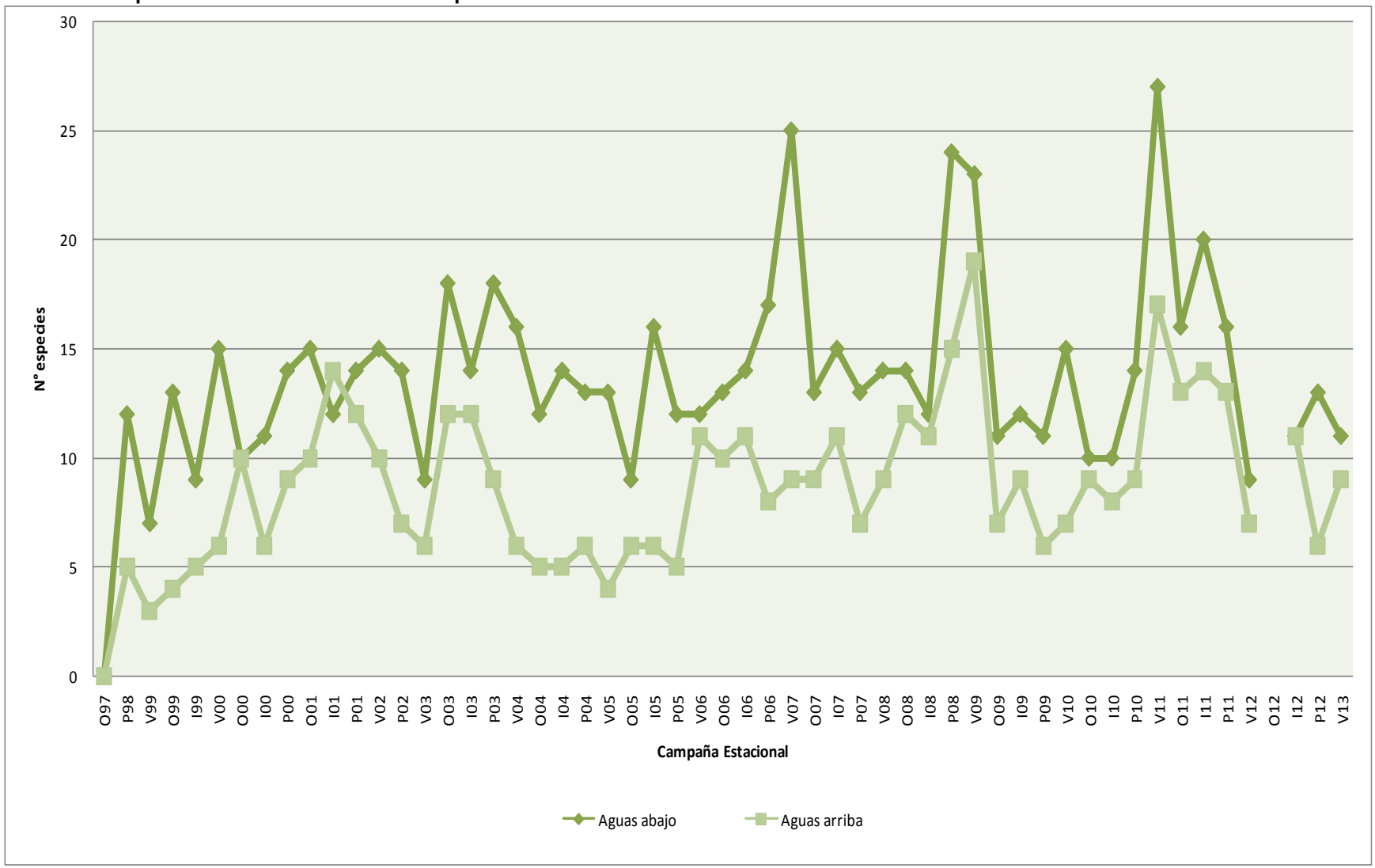
Con la información obtenida del período otoño 1997 a verano 2013, de las 94 especies de vertebrados terrestres registrados, 16 (17,02%) presentan algún grado de amenaza (SAG 2012; ver Tabla Nº 1, Anexo III). Las fotografías presentadas para el componente fauna se exponen en Tabla 2 del Anexo I.

Gráfico 7: Riqueza de vertebrados terrestres por clase y riqueza total. Otoño 1997 a Verano 2013.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 8: Riqueza de vertebrados terrestres por ambiente. Otoño 1997 a Verano 2013.



Fuente: Elaboración propia.

5.2.1 Mamíferos

Se identificaron 7 especies de mamíferos durante la presente campaña (Tabla N° 1, Anexo III): ratón orejudo amarillento (*Phyllotis xanthopygus*) (Fotografía 1, Tabla 2, Anexo I), ratón andino (*Abrothrix andinus*), ratón oliváceo (*Abrothrix olivaceus*), (Fotografía 2, Tabla 2, Anexo I), cabra (*Capra hircus*), caballo (*Equus caballus*) (Fotografía 3, Tabla 2, Anexo I), burro (*Equus asinus*) (Fotografía 4, Tabla 2, Anexo I) y la liebre (*Lepus europaeus*).

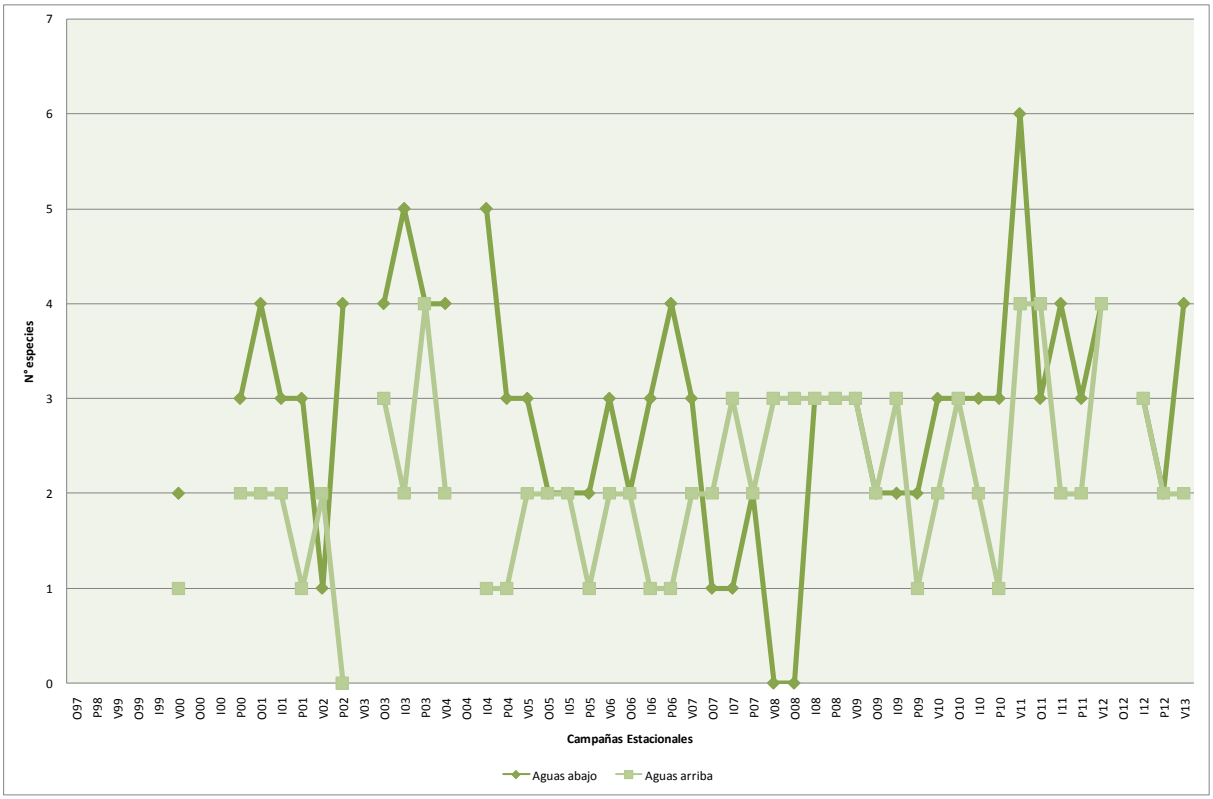
La riqueza de mamíferos fue similar en ambos sectores, registrándose 5 especies aguas arriba y 6 especies aguas abajo. Individuos de la especie *A. andinus*, fue registrado solamente aguas abajo, mientras que individuos de *P. xanthopygus* y *Abrothrix olivaceus,* fueron registrados en toda el área de estudio. Por otra parte, *C. hircus, E. caballus y E. asinus* fueron registrados ya sea aguas arriba como aguas abajo, ya que estas especies se mueven a lo largo de toda el área de estudio.

El

Gráfico 11, muestra la variación en la riqueza de especies de mamíferos aguas abajo y aguas arriba de la descarga, a través de las temporadas desde inicios del monitoreo; donde se puede observar que en la mayoría de los muestreos la mayor riqueza de especies de mamíferos se encuentran aguas abajo, con la excepción de los veranos del 2006 y 2008, invierno del 2007 y otoños de los años 2006, 2007, 2008 y 2011. En el presente monitoreo, se encontró seis especies aguas abajo y cinco especies aguas arriba. Previo al verano del 2006, la mayor riqueza de mamíferos se registraba aguas abajo, por lo que actualmente sigue la misma orientación, tal como se observa en el gráfico 11.

La presente campaña, con un total de 7 especies de mamíferos, presentó el mismo valor a la misma estación del año anterior (verano 2012, n = 7), de estas sólo 3 corresponden a especies nativas (ratón orejudo amarillento, ratón andino y ratón oliváceo), mientras que 3 corresponden a especies domesticas (caballo, burro y cabra) y una introducida (liebre).

Gráfico 11, Riqueza de mamíferos, por ambiente. Otoño 1997 a Verano 2013.



Fuente: Elaboración propia.

La riqueza de especies de micromamíferos fue de 3 taxa aguas abajo y 2 taxa aguas arriba. En el sector de aguas arriba, se registro *P. xanthopygus* y *A. olivaceus*, y en el sector de aguas abajo se registró a *P. xanthopygus*, *A. andinus* y *A. olivaceus*. En cuanto a sus abundancias, el mayor número de individuos correspondió a *P. xanthopygus,* con un total de 12 ejemplares versus los 3 registrados de *A. andinus* y 3 individuos de *A. olivaceus*. A diferencia de la campaña pasada de verano 2012, las mayores abundancias para *P. xanthopygus* fue en el sector de aguas abajo con 17 individuos (Tabla 23).

En cuanto a macromamíferos, no se detectó ninguna especie nativa. Con respecto a las 3 especies domesticas identificadas, en el sector de aguas abajo y aguas arriba, se constató la presencia de *C. hircus, E. asinus y E. caballus*. Estas especies fueron identificadas visualmente y mediante la presencia de huellas y material fecal, mostrando el uso de toda la quebrada en busca de forraje.

Del análisis de la abundancia acumulada para los micromamíferos, se desprende que la especie *P. xanthopygus* presenta la mayor cantidad de individuos, aguas arriba, *A. andinus* presenta una mayor cantidad de individuos aguas abajo y *A. olivaceus* presenta similar proporción en ambos sectores (Gráfico 9).

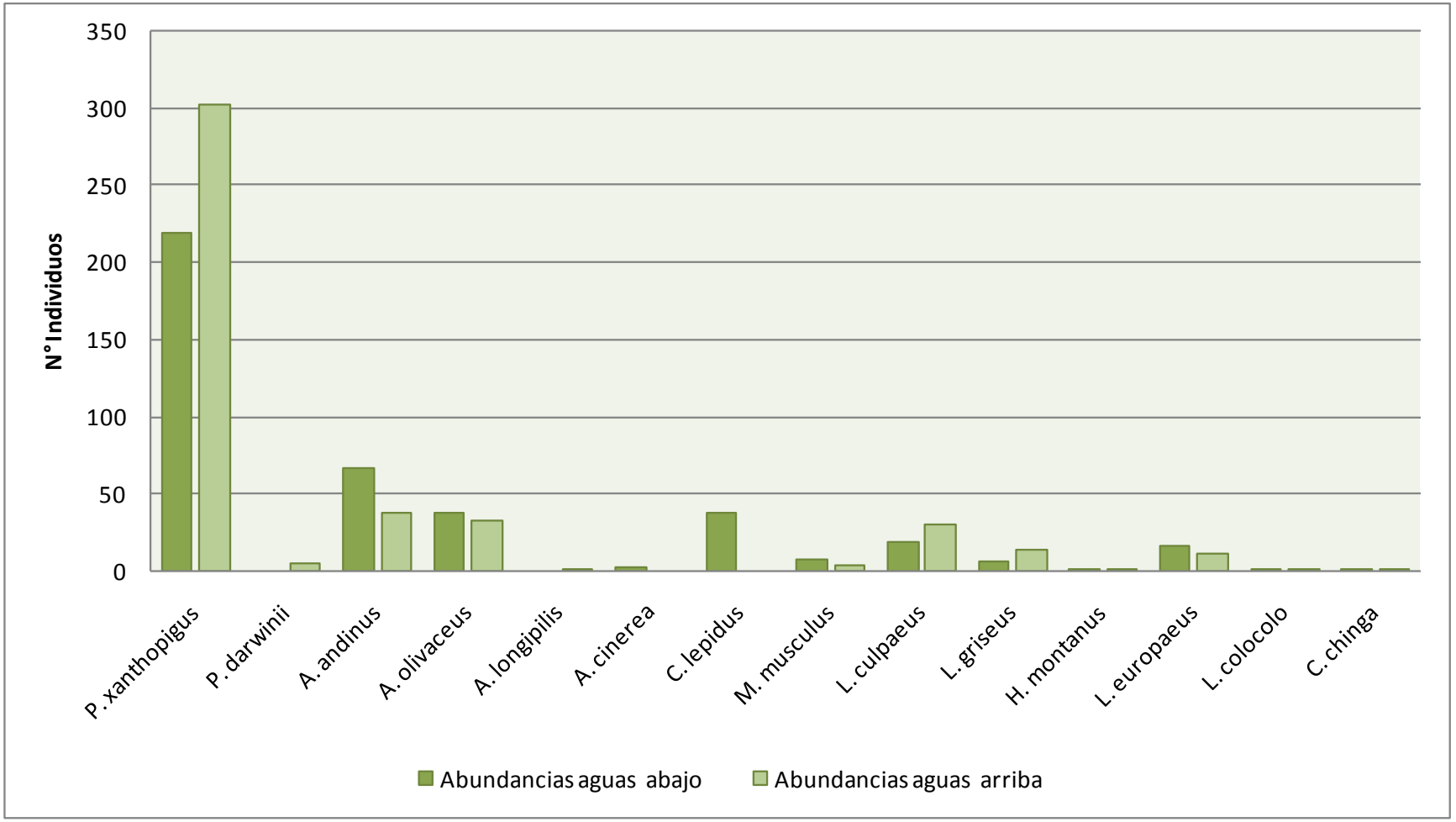
En el Gráfico 10, se presentan las abundancias estacionales de micromamíferos, aguas abajo entre verano del 2000 a verano del 2013, mientras que el Gráfico 11 presenta las abundancias estacionales de micromamíferos, aguas arriba entre verano del 2000 a verano del 2013.

Tabla 23: Abundancias Mastofauna por especie campaña Verano 2013.

Especie	Nombre común	Aguas Abajo	Aguas Arriba	Total
Micromamíferos				
Abrothrix andinus	Ratón andino	3	0	3
Abrothrix olivaceus	Ratón oliváceo	2	1	3
Phyllotis xanthopygus	Ratón orejudo amarillo	3	9	12
Total		**8**	**10**	**18**
Macromamíferos				
Equus caballus	Caballo	5	5	10
Capra hircus	Cabra	5	4	9
Equus asinus	Burro	0	1	1
Lepus europaeus	Liebre	3	0	3
Total		**13**	**10**	**23**
Total		**21**	**20**	**41**

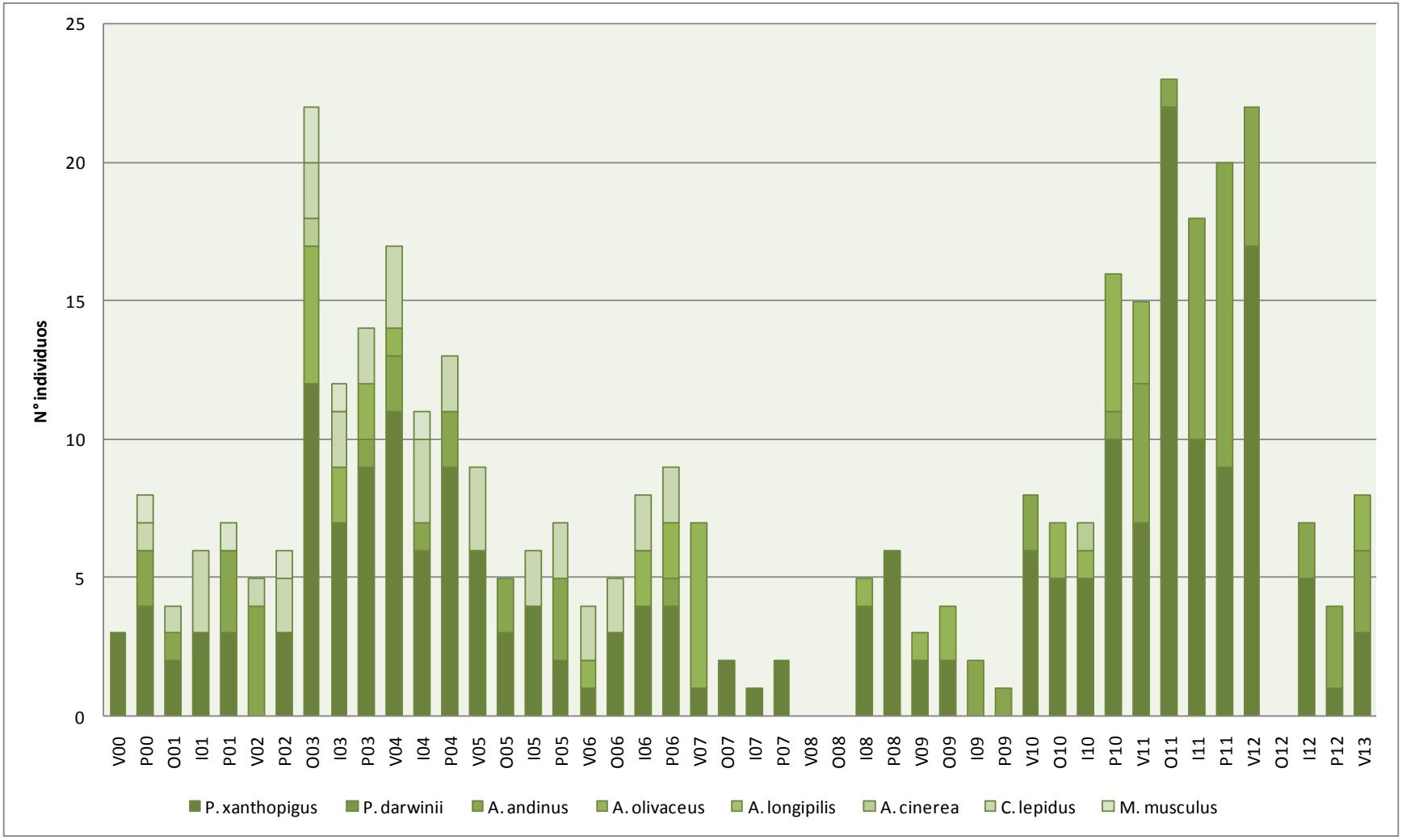
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 9: Abundancia acumulada para las especies de mastofauna, Verano 2000 a Verano 2013.



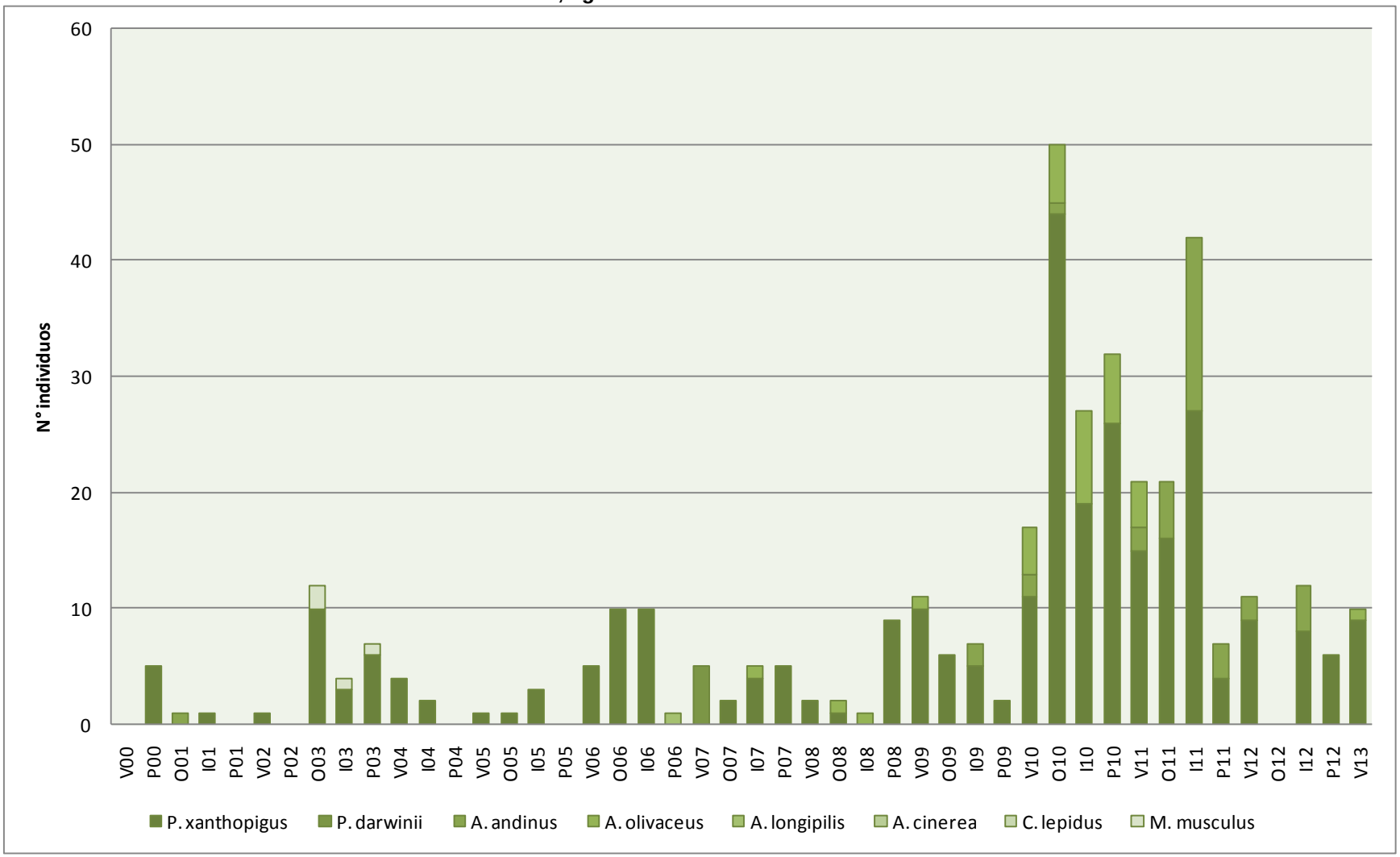
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 10: Abundancia estacional de micromamíferos, aguas abajo. Verano 2000 a Verano 2013.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 11: Abundancia estacional de micromamíferos, aguas arriba. Verano 2000 a Verano 2012.



Fuente: Elaboración propia.

De las especies de mamíferos registrados en la presente campaña, ninguna se encuentra en categoría de conservación (SAG, 2012). *P. xanthopygus*, no se encuentra amenazada, sin embargo es una especie catalogada con densidades poblacionales reducidas (SAG, 2012). Finalmente *A. andinus* y *A. olivaceus*, no presentan problemas de conservación.

En la Tabla 2 del Anexo III se encuentra el resumen de las categorías de conservación de las especies avistadas a lo largo de este estudio según la Ley de Caza (D.S. N°5/98 D.O. 7/12/98 del MINAGRI), específicamente para la zona central y a la clasificaciones de especies lideradas por CONAMA (MINSEGPRES 2007, 2008a, 2008b, 2009, 2012a, 2012b y 2012c).

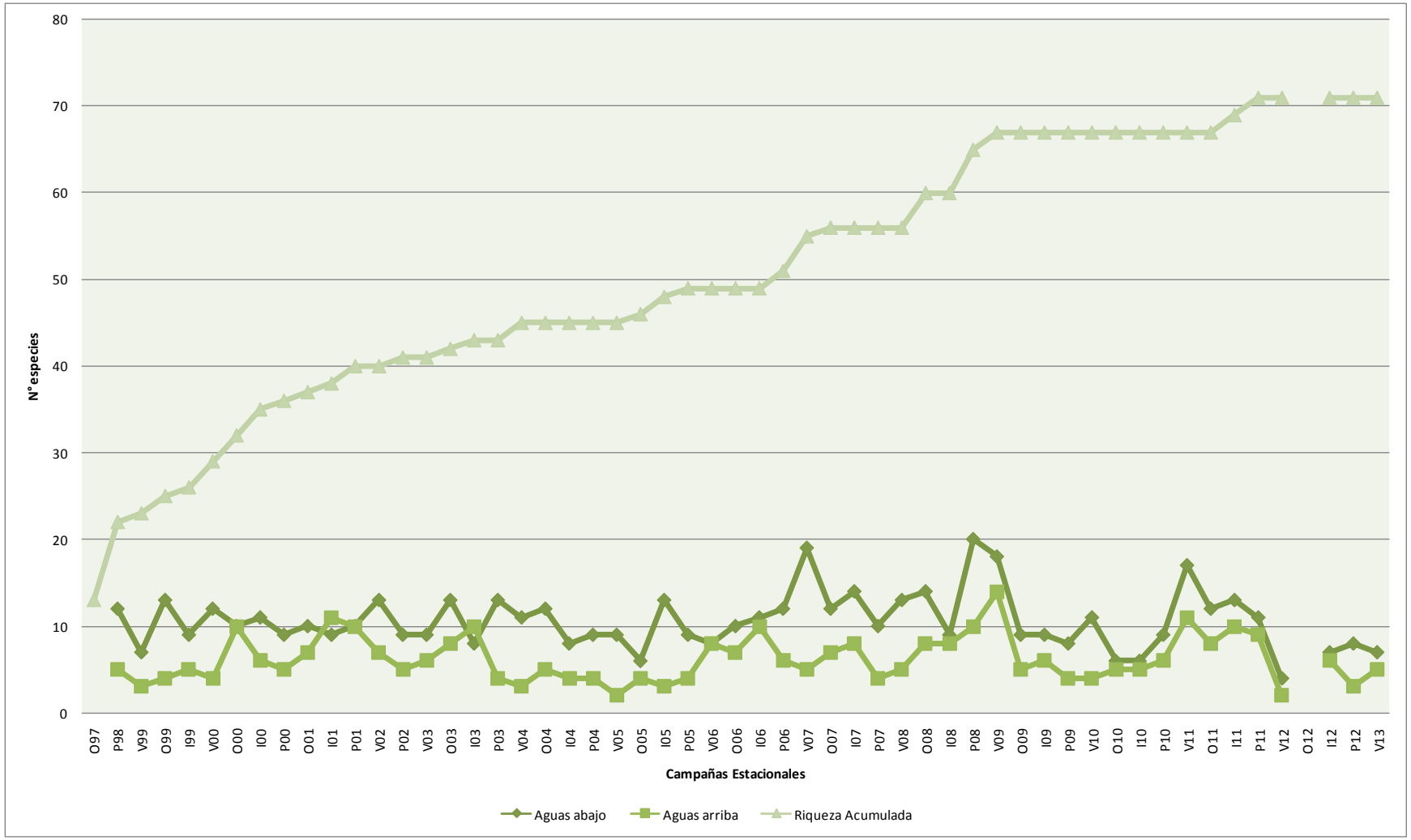
5.2.2 Aves

Durante la campaña de verano 2013, se registró la presencia directa de 9 especies de aves dentro de toda el área de estudio, las cuales todas han sido registradas en monitoreos anteriores. Así, para todos los monitoreos de la Quebrada el Jardín, se han identificado un total de 71 especies de aves (Gráfico 15).

Con respecto al verano pasado (2012), la riqueza de especies aumento de 6 a 9 especies, así como también aumento la abundancia (verano 2012 = 19; verano 2013 = 115). Por otra parte, 7 (77,7%) especies fueron registradas en el ambiente aguas abajo (5 passeriformes, 1 anseriforme y 1 columbiforme), mientras que aguas arriba se identificaron 3 especies (33,3%) (3 paseriformes).

La riqueza de aves por sector, ha sido históricamente mayor en el sector aguas abajo, exceptuando las campañas de invierno 2001 y 2003. Esta mayor riqueza de especies se debería a la presencia de hábitats acuáticos abajo de la descarga, situación que no ocurre aguas arriba de ésta.

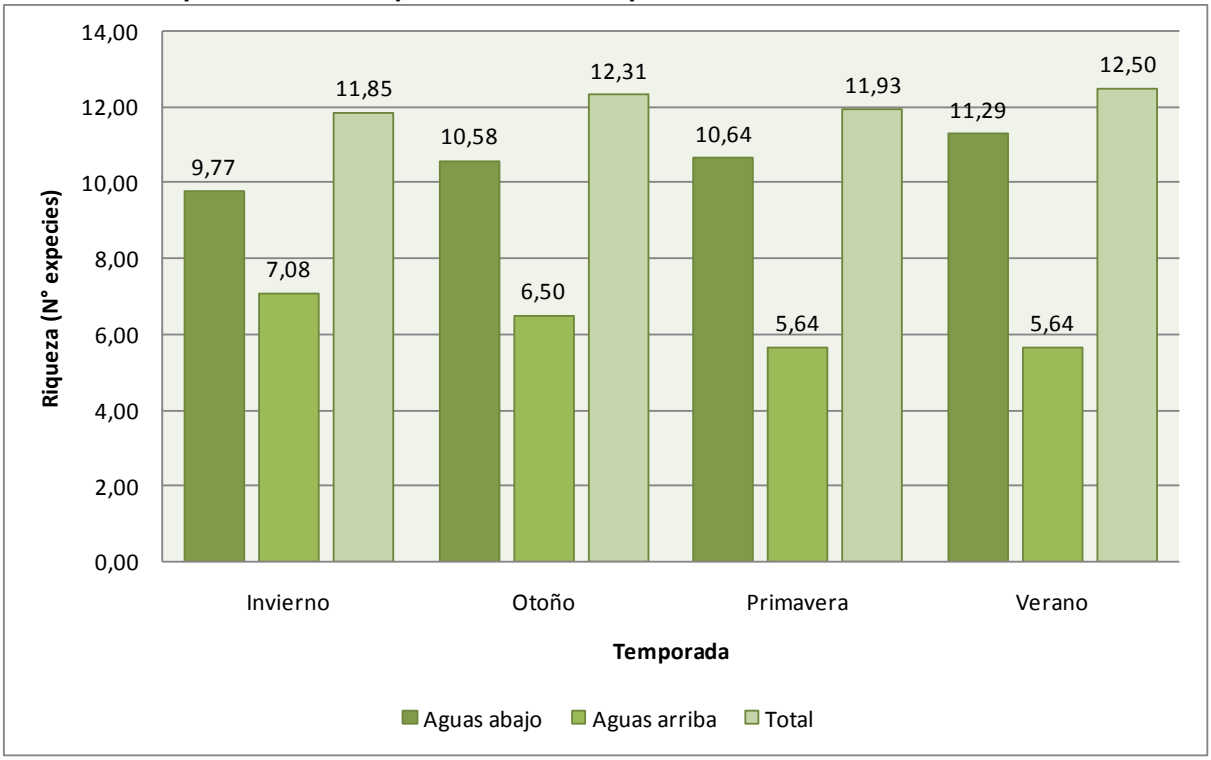
Gráfico 15: Riqueza de avifauna acumulada. Otoño 1997 a Verano 2013.



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al promedio de la riqueza de especies por temporada, para el área de estudio, esta se mantiene estable (el promedio de riqueza para todas las temporadas es de 12,1 especies). Analizando cada sector, a lo largo del año, se observa que aguas abajo presenta siempre una mayor riqueza de especies comparado con el sector de aguas arriba (Gráfico 16), situación que se repitió en la campaña de verano 2013.

Gráfico 12: Riqueza estacional promedio de aves por ambiente. Otoño 1997 a Verano 2013.



Fuente: Elaboración propia.

Entre las aves asociadas a la quebrada El Jardín, en la presente temporada, la abundancia total asciende a 115 individuos. Aguas abajo, se contabilizaron 78 ejemplares y aguas arriba 37 ejemplares. Las especies más abundantes correspondieron al cometocino de Gay (*Phrygilus gayi*, Fotografía 5, Tabla 2, Anexo I) con un 32,17% de abundancia relativa, seguida por el chincol (*Zonotrichia capensis*) y la golondrina de dorso negro (*Pygochelidon cyanoleuca,* Fotografía 6, Tabla 2, Anexo I), con un 20,86%, el chercán (*Troglodytes musculus*), con un

10,43%, el pato juarjual (*Lophonetta specularioides*, Fotografía 7, Tabla 2, Anexo I), con un 6,9%, el tijeral (*Leptasthenura aegithaloides*), con un 5,22%, el chirihue verdoso (*Sicalis olivecens*), con un 1,74% y finalmente el mero gaucho (*Agriornis montana,* Fotografía 8, Tabla 2, Anexo I) con la tortolita cordillerana (*Metriopelia melanoptera*) con un 0,86% cada uno (Tabla 24).

Entre las especies de aves asociadas a ambientes acuáticos, sólo se observaron e individuos de *L. specularioides* (pato juarjual), que a diferencia de la campaña de verano 2012, no se había observado ninguna ave acuática.

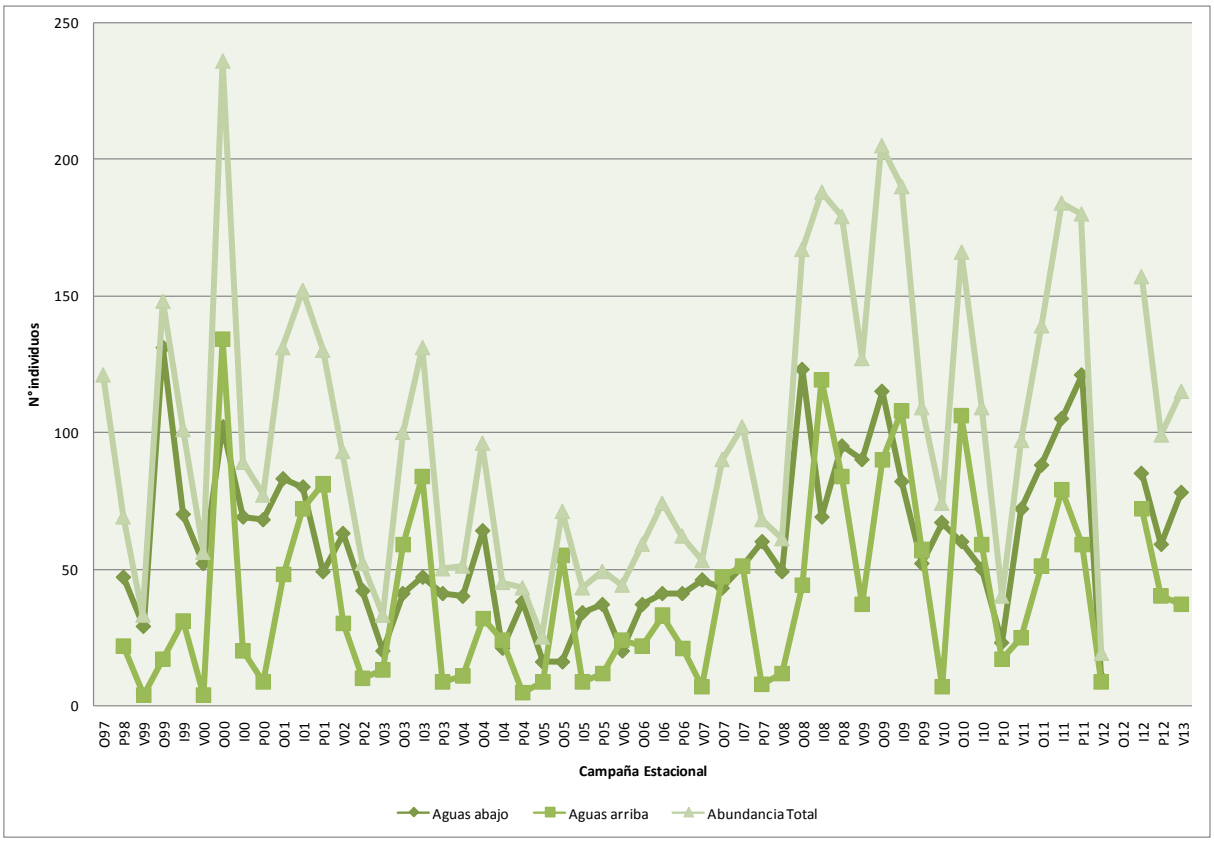
Tabla 24: Abundancia total y relativa de aves, campaña de verano 2013.

Especie	Nombre común	N° de individuos		Total	Abundancia relativa (%)
		Abajo	Arriba		
Leptasthenura aegithaloides	Tijeral	2	4	6	5,22
Metriopelia melanoptera	Tortolita codillerana	1	0	1	0,87
Pygochelidon cyanoleuca	Golondrina de dorso negro	24	0	24	20,86
Sicalis olivacens	Chirihue verdoso	0	2	2	1,74
Troglodytes musculus	Chercán	12	0	12	10,43
Lophonetta specularioides	Pato juarjual	8	0	8	6,95
Phrygilus gayi	Cometocino de Gay	8	29	37	32,17
Zonotrichia capensis	Chincol	23	1	24	20,86
Agriornis montana	Mero gaucho	0	1	1	0,86
Abundancia		**78**	**37**	**115**	**100,00**

Fuente: Elaboración propia.

En general, en el área de estudio, existe una menor abundancia en el ambiente aguas arriba, debido a que en este ambiente no existen mayores recursos hídricos como aguas abajo, lo que no permite la colonización de aves acuáticas. Durante esta temporada se observó una aumento considerable en la abundancia de aves, comparado con la estación de verano 2012 (Gráfico 17).

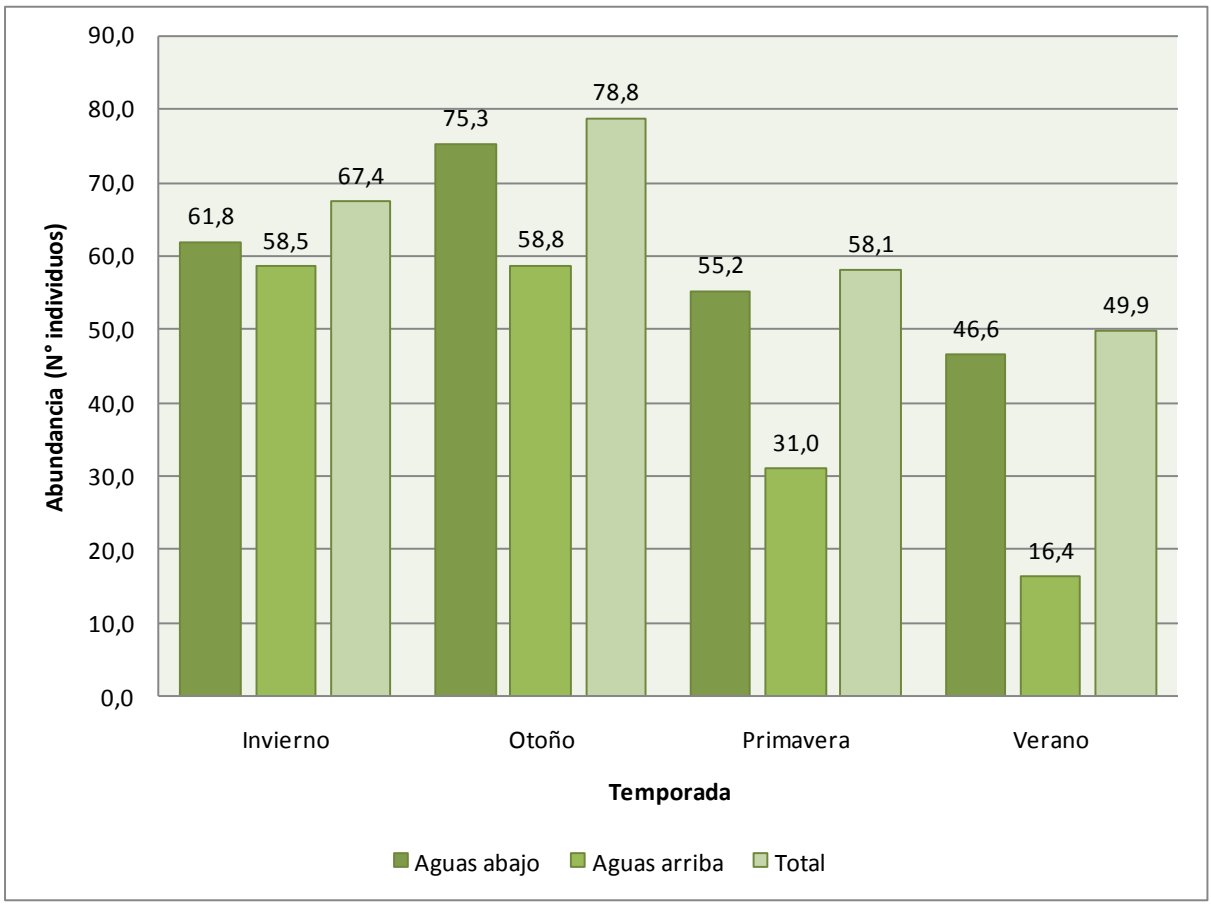
Gráfico 17: Abundancia de aves por ambiente. Otoño 1997 a Verano 2013.



Fuente: Elaboración propia.

Al comparar las temporadas en función de las abundancias totales para las aves, las temporadas de otoño e invierno, presentan las mayores abundancias promedios para el área de estudio, debido a un factor estacional; el sector aguas abajo presenta siempre mayor abundancia que el sector aguas arriba. Mientras que la temporada de verano, es la que presenta menor abundancia para ambos sitios de muestreo (Gráfico 18), situación que se vio reflejada claramente en la presente campaña de verano 2013.

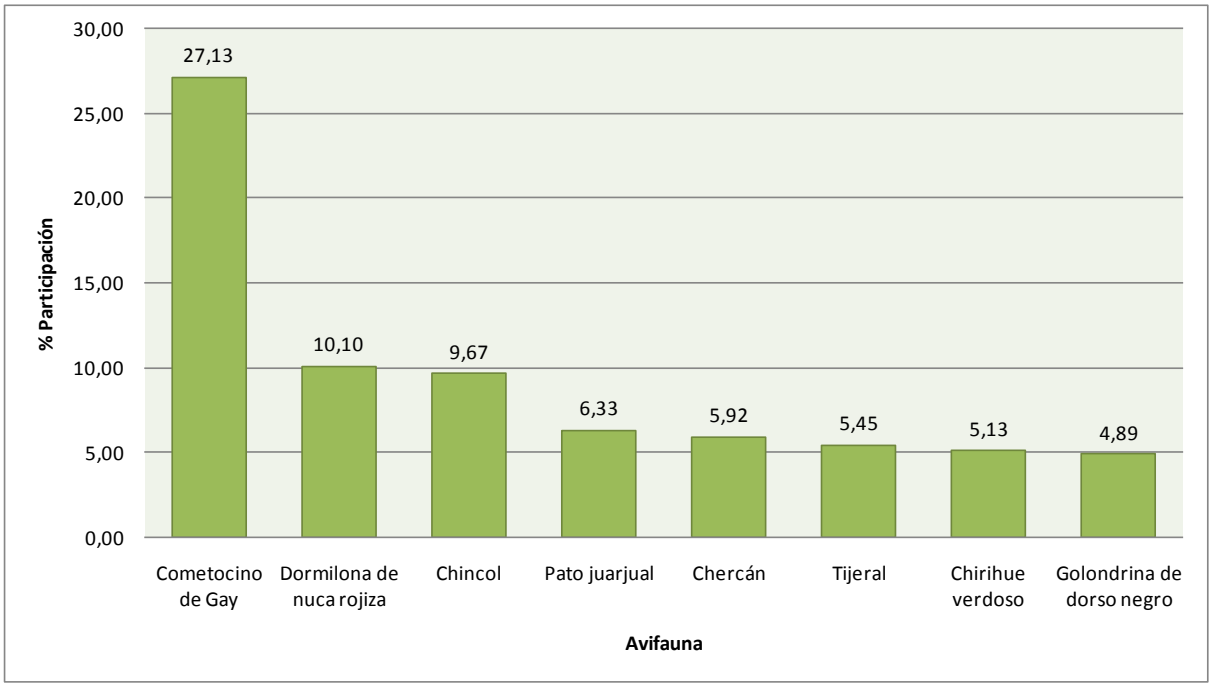
Gráfico 18: Abundancia estacional promedio de aves, otoño 1997 a verano 2013.



Fuente: Elaboración propia.

A lo largo de todo el monitoreo, se han identificado a las especies con mayor participación en la comunidad de aves de la Quebrada El Jardín, es decir, aquellas que respecto de su abundancia acumulada, demuestran su importancia en la frecuencia de observación estacional. De acuerdo a este concepto, la temporada de verano del 2013, el cometocino de Gay presentó la mayor participación y abundancia en la comunidad. Las restantes especies, en su mayoría, son de baja abundancias pero frecuentes de encontrar en el área de estudio (Gráfico 19).

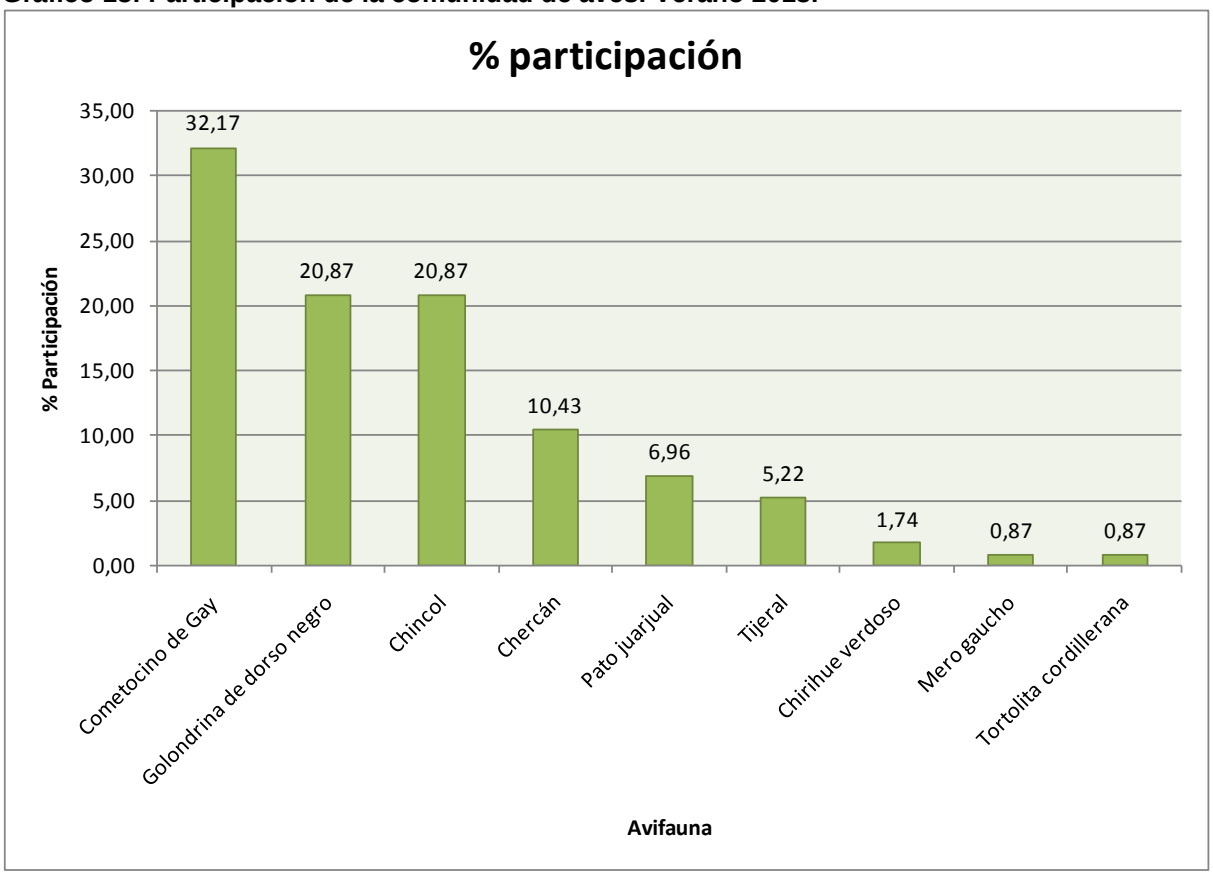
Gráfico 19: Abundancia relativa de la comunidad de aves. Otoño 1997 a Verano 2013.



Fuente: Elaboración propia.

En la presente campaña, se observan diferencias en el porcentaje de participación de especies en la comunidad de aves con respecto al monitoreo en general, siendo el cometocino de Gay (*P. gayi*) la especie con mayor participación (32,17%). El Gráfico 13, muestra la participación de las especies que se identificaron durante esta campaña de terreno.

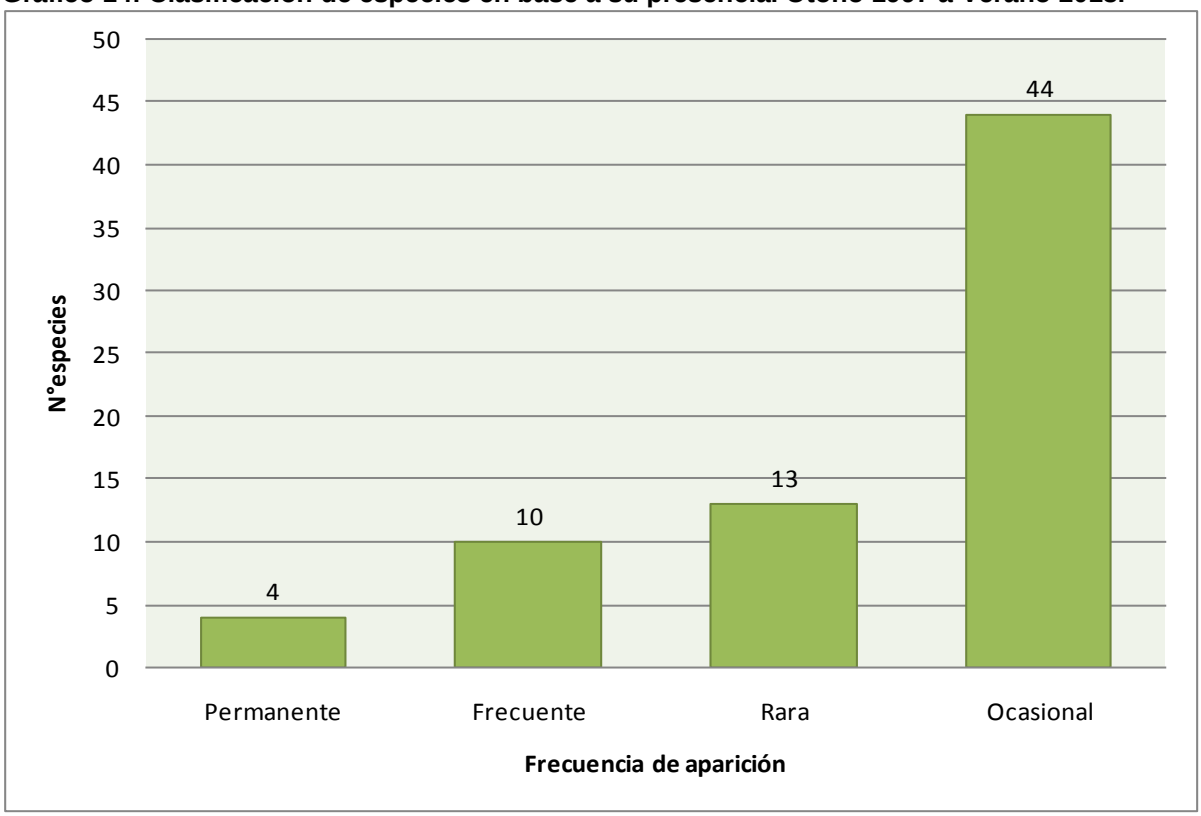
Gráfico 13: Participación de la comunidad de aves. Verano 2013.



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la frecuencia de aparición, tomando en cuenta todas las temporadas muestreadas desde otoño 1997 a verano 2013, se determinó que existen 4 especies permanentes, 10 especies frecuentes, 13 especies raras y 44 especies ocasionales (Gráfico 14).

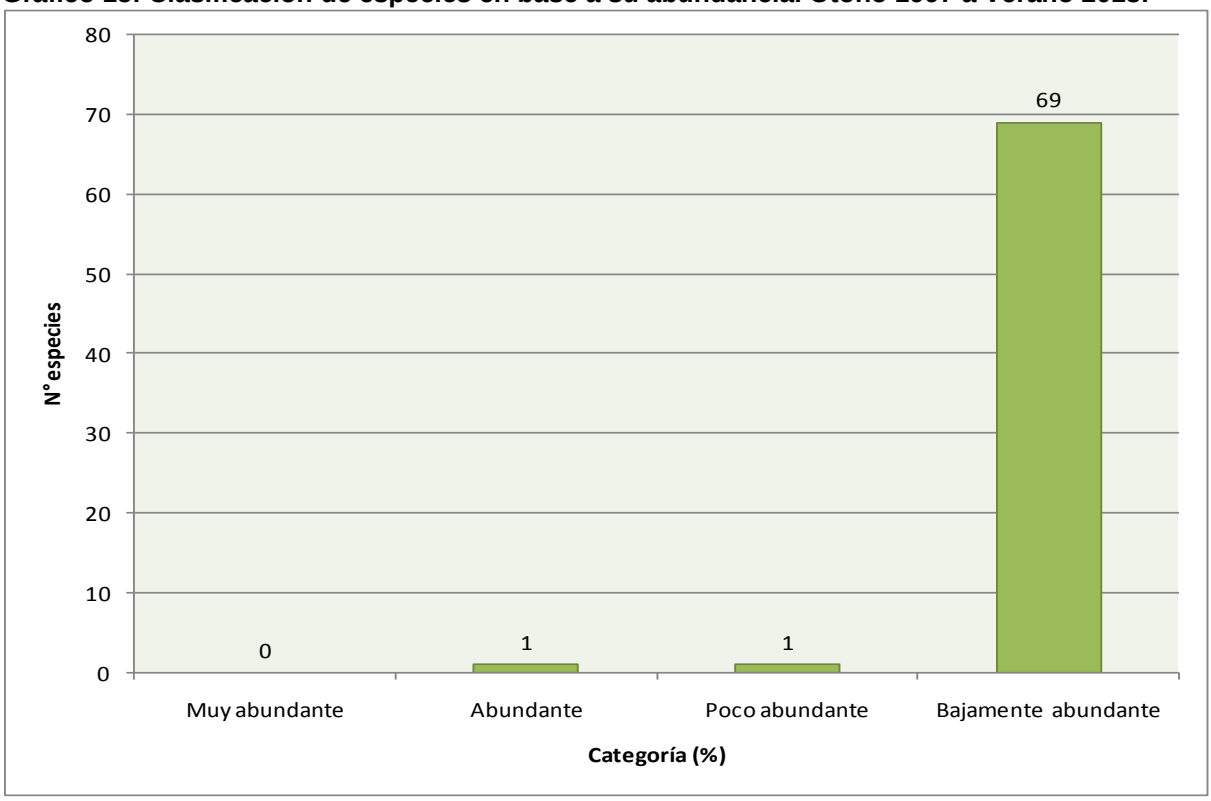
Gráfico 14: Clasificación de especies en base a su presencia. Otoño 1997 a Verano 2013.



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la clasificación por abundancias, gran parte de las especies presentan baja abundancia en el sistema (n=69), mientras que las poco abundantes y abundantes, presentan sólo 1 taxa cada una. No se registran en tanto, especies muy abundantes (Gráfico 15).

Gráfico 15: Clasificación de especies en base a su abundancia. Otoño 1997 a Verano 2013.



Fuente: Elaboración propia.

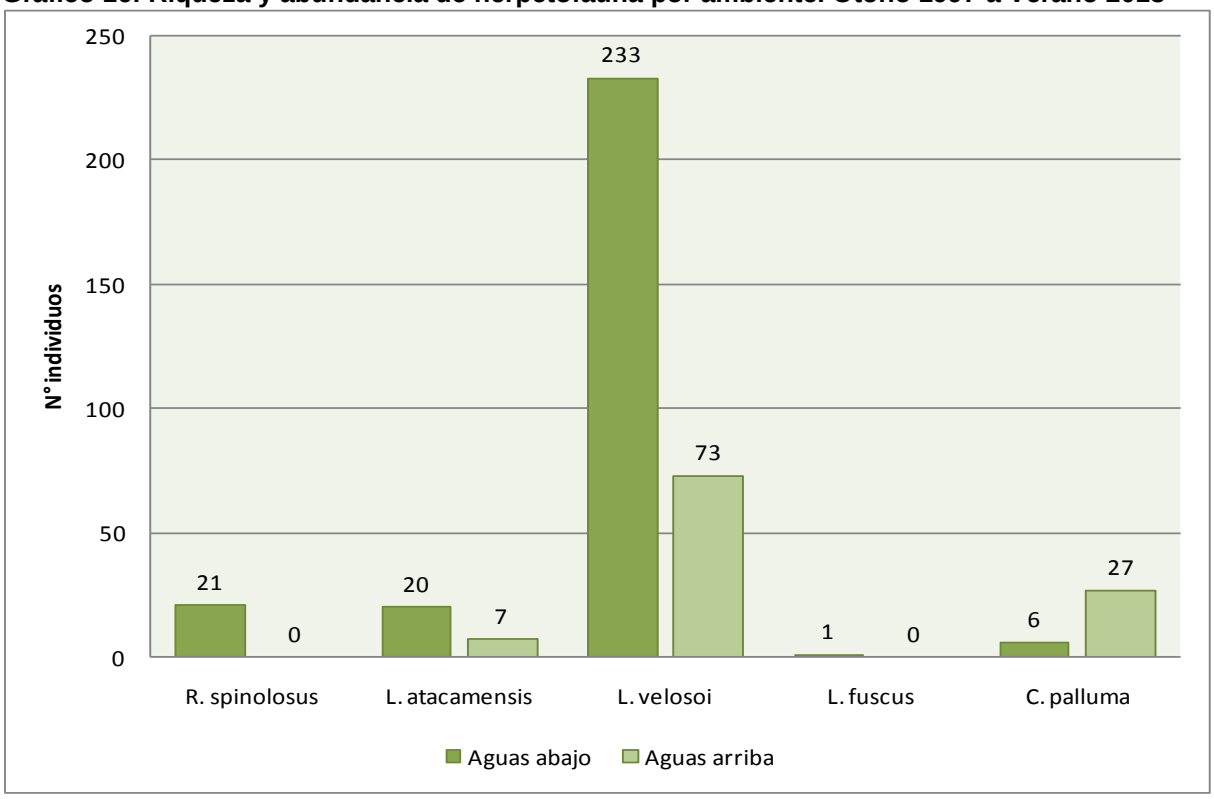
Con respecto a las especies de aves identificadas en esta campaña, ninguna de ellas presenta problemas de conservación.

5.2.3 Herpetozoos

Para la presente temporada de verano 2013, se registraron 4 individuos, correspondientes a una especie, 3 ejemplares aguas arriba y 1 ejemplar aguas abajo de lagartija de Veloso (*Liolaemus velosoi*).

Durante todo el monitoreo, se han registrado un total de cinco especies de herpetozoos, cuatro pertenecientes al grupo de reptiles *Callopistes palluma, Liolaemus atacamensis, Liolaemus velosoi y Liolaemus fuscus*; y uno al grupo de anfibios, *Rhinella spinulosa*. La especie con la abundancia acumulada más alta corresponde a *L. velosoi* y la especie con la abundancia acumulada más baja a *Liolaemus fuscus* (Gráfico 16).

Gráfico 16: Riqueza y abundancia de herpetofauna por ambiente. Otoño 1997 a Verano 2013

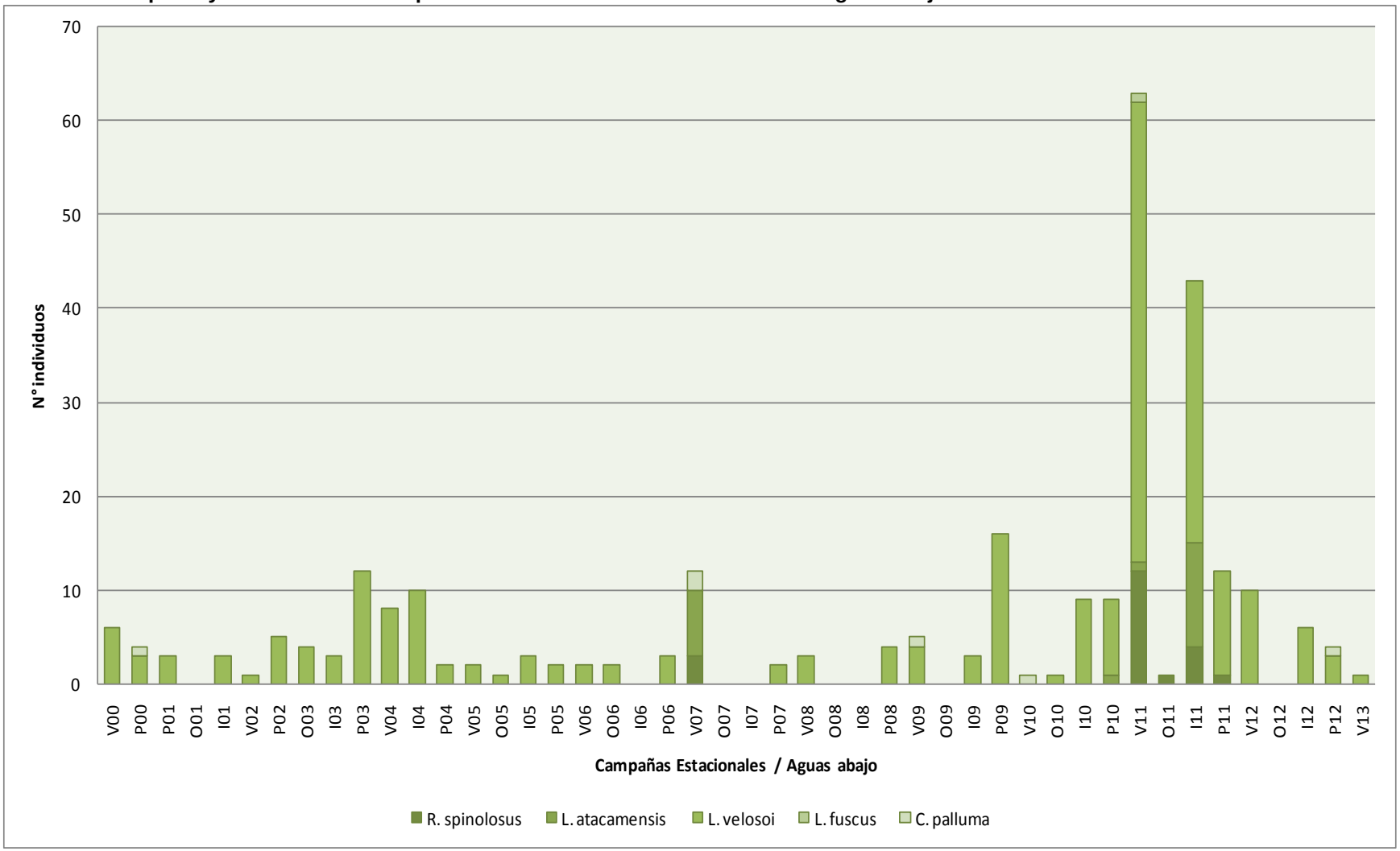


Fuente: Elaboración propia.

L. velosoi, es la especie cuya abundancia promedio observada en los monitoreos de la quebrada es la más alta, presentando una abundancia promedio mayor aguas abajo (5,18 individuos promedio) con respecto a aguas arriba de la descarga (1,62 individuos promedio). Consecuentemente con estos resultados, en la presente campaña, esta especie fue la más avistada en los sitios de monitoreo, aunque fue avistada mayormente aguas arriba.

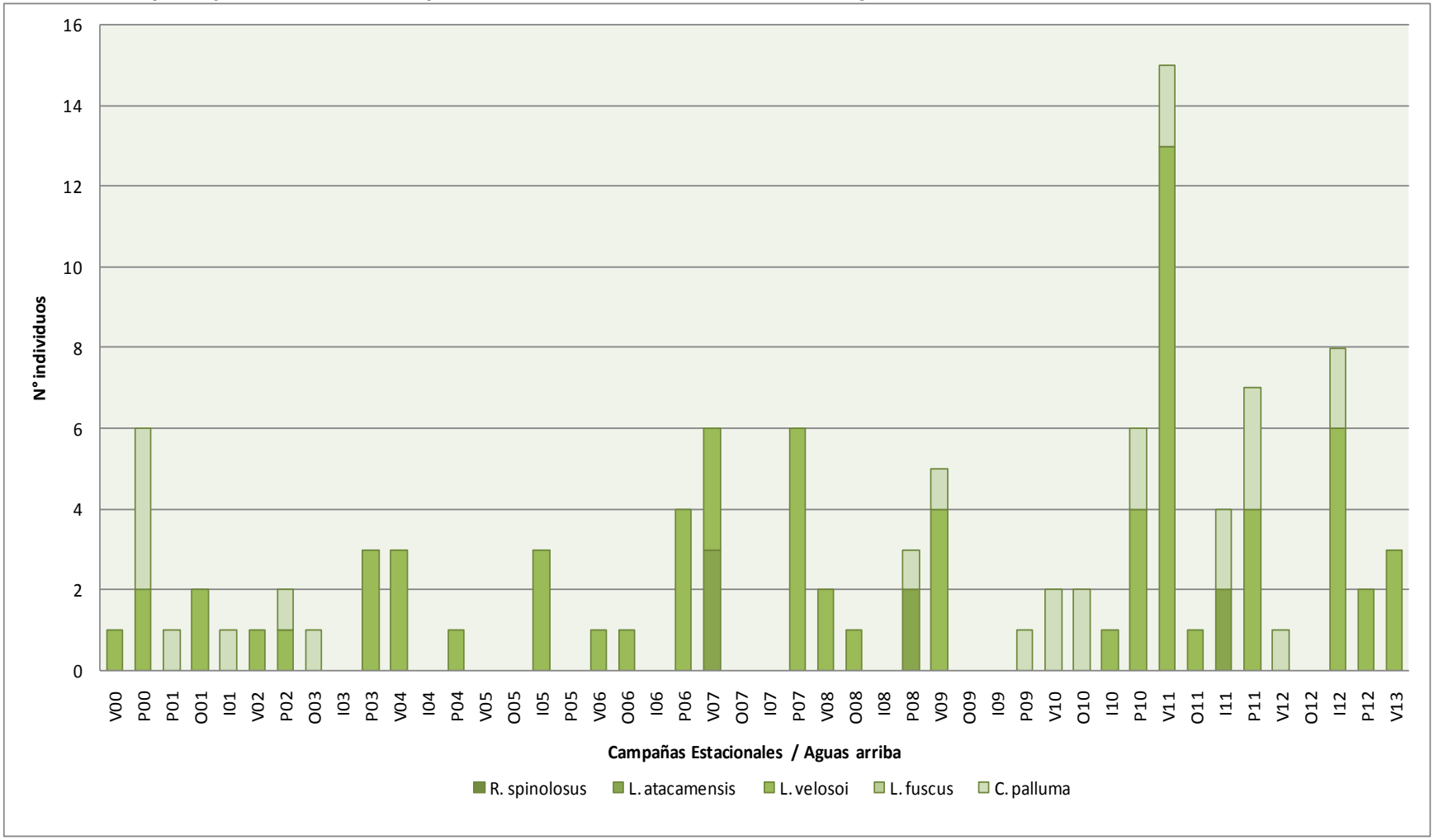
A lo largo del monitoreo se ha podido observar que *L. velosoi* ha sido más abundante estacionalmente, sobre todo aguas abajo, sin embargo, a partir de la primavera de 2006 se puede apreciar un aumento de su abundancia aguas arriba. En la presente temporada, se registró mayor cantidad de individuos en aguas arriba (n = 3) y menor cantidad aguas abajo (n = 1) (Gráfico 24 y Gráfico 25).

Gráfico 24: Riqueza y abundancia de herpetofauna. Verano 2000 a Verano 2013. Aguas abajo.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 25: Riqueza y abundancia de herpetofauna. Verano 2000 a Verano 2013. Aguas arriba.

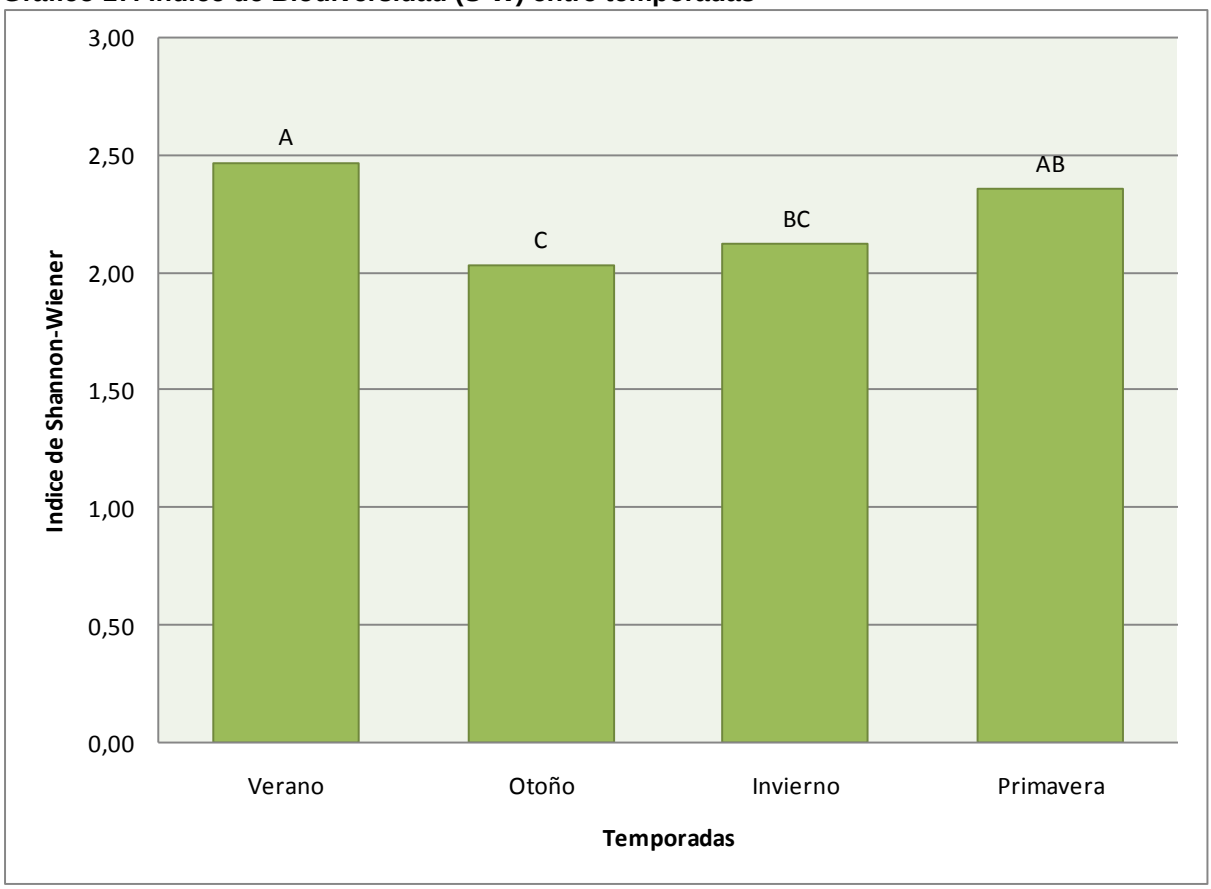


Fuente: Elaboración propia.

5.2.4 Índices de Biodiversidad de Shannon-Wiener y Equidad

Se observaron diferencias significativas en los valores de diversidad entre las temporadas monitoreadas (ANOVA; F=5,79; p=0,002). Pero, los valores mayores de diversidad se presentan en verano y primavera, con diferencias significativas entre ellas pero diferenciándose de lo encontrado en invierno y otoño, que presentan significativamente menor diversidad, debido principalmente a un factor estacional (Gráfico 17). Por otra parte, el verano no presentó diferencias con la primavera, lo que indica valores semejantes en su biodiversidad, la primavera no mostro diferencias con el invierno, presentando diferencias significativas sólo con el otoño. Finalmente, entre el otoño e invierno no hubo diferencias significativas.

Gráfico 17: Índice de Biodiversidad (S-W) entre temporadas

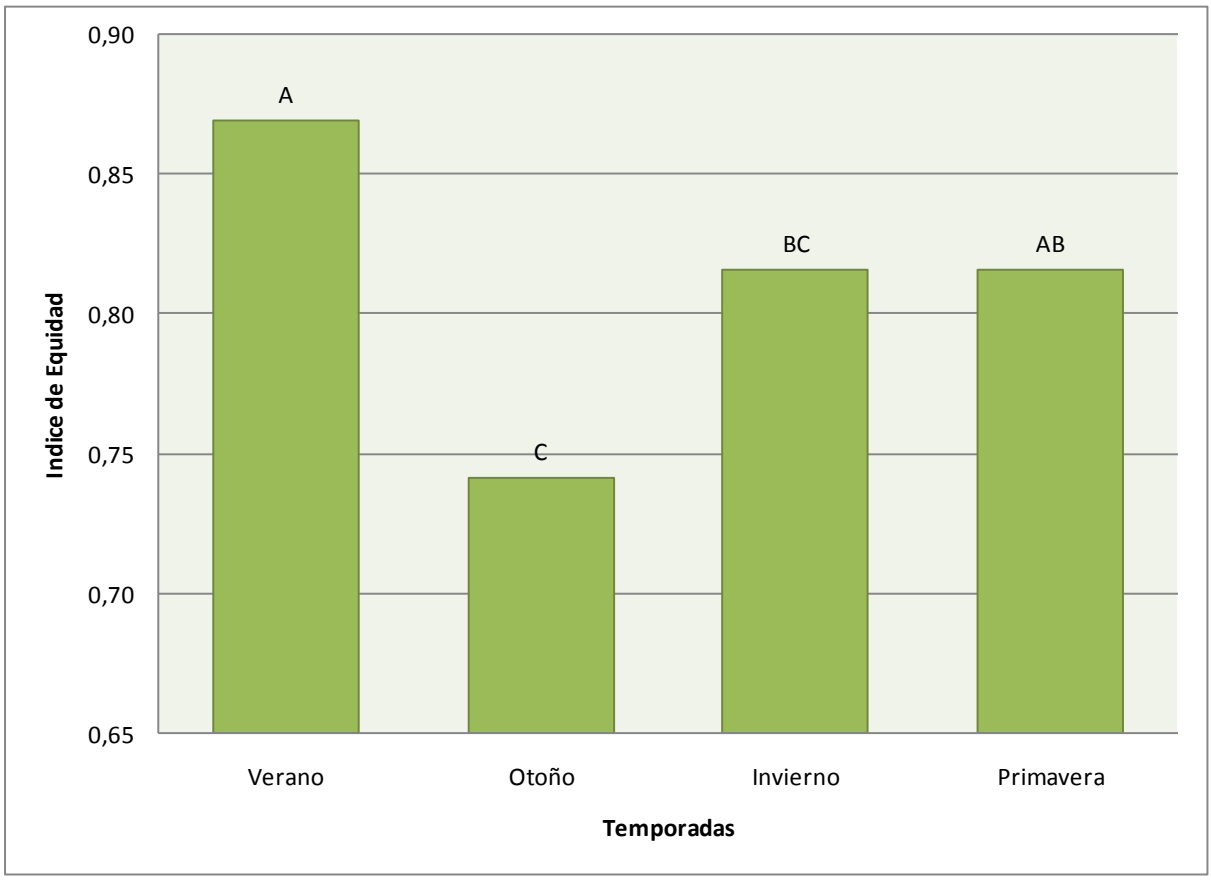


Fuente: Elaboración propia. Letras diferentes denotan diferencias significativas.

Al analizar el índice de Equidad, se observan diferencias significativas entre las temporadas monitoreadas (F=6,39; P=0,001). La temporada de verano y primavera indican mayor homogeidad con las de otoño e invierno.

Por otra parte, no hubo diferencias estadísticas entre el verano y la primavera, y entre el otoño. El invierno y la primavera, mostrando distribuciones semejantes de las especies entre estas temporadas (Gráfico 18).

Gráfico 18: Índice de Equidad entre temporadas.



Fuente: Elaboración propia. Letras diferentes denotan diferencias significativas.

El detalle de los resultados estadísticos se presenta en el Anexo IV.

6. CONCLUSIONES

6.1 Flora y vegetación

Considerando las fluctuaciones anuales de la vegetación se observa un número constante de especies vegetales del sector A y B. Por otro lado no existió una aumento en la cobertura vegetal en la presente temporada de verano en comparación con las campañas de monitoreo de primavera.

Comparando la flora y vegetación del sector agua abajo y agua arriba, el análisis de la temporada de verano de 2012 indica tendencias similares a las temporadas de medición anteriores sin un aumento en la riqueza y abundancia en el sector agua abajo. Esta diferencia puede atribuirse a la mayor disponibilidad del recurso hídrico superficial y sub-superficial, que se evidencia en el sector agua abajo, situación que favorece el establecimiento y el desarrollo de la mayoría de las especies vegetales.

Por otra parte, el análisis integral de los resultados de todas la temporadas del monitoreo (1998-2012), apoyado con herramientas estadísticas, permite evidenciar que los sistemas vegetacionales de los sectores aguas abajo y aguas arriba presentan coberturas vegetales y condiciones fitosociológicas estables en el tiempo. Esto permite concluir que no se evidencian efectos significativos de la descarga sobre el componente flora y que las fluctuaciones observadas entre campañas de muestreo, tanto en términos de cobertura como de riqueza específica, corresponden a variaciones naturales tales como las fluctuaciones climáticas.

Cabe mencionar que una parte significativa del recurso hídrico del sector agua abajo proviene de fuentes naturales de la Quebrada que se suma a la descarga de RILes. Por lo anterior, la disminución desde el año 2009, de las aguas descartadas por mejora en la recirculación y sistemas de captación no implicaron cambios significativos en la riqueza y abundancia de la flora y fauna del sector lo que permite evidenciar la relativa independencia de estos componentes frente a la descarga.

6.2 Fauna

El análisis de los resultados de todas la temporadas del monitoreo (1998-2013) muestran, que a pesar de las fluctuaciones naturales y estacionales, hay una relativa estabilidad de las poblaciones de vertebrados terrestres presentes en la zona de estudio. En el presente estudio se detectó una mayor abundancia y riqueza, comparado con los monitoreos realizados en veranos de años anteriores. Se encontraron tres clases de vertebrados que demostraron variaciones significativas de abundancia y riqueza: Las aves acuáticas, micromamíferos y herpetofauna.

Respecto a las aves acuáticas, la disminución de la descarga desde el año 2009 implicó la desaparición de la laguna ubicada en el sector agua abajo. Lo anterior corresponde a una disminución significativa de los hábitats para este grupo de fauna y se relaciona con una disminución directa de la abundancia del pato juarjual (*L. specularoides*) y otras aves acuáticas. Aunque se haya producido una disminución de la descarga y desaparición de la laguna, se ha observado en la presente campaña, que ha aumentado el número de patos en la zona de estudio en aproximadamente 8 individuos, que a diferencia de la temporada de verano de 2012, en la que no se observó ningún individuo de pato. Esto podría indicar que estas aves están empezando a repoblar lugares con flujos de agua reducidos, pero con una mayor disponibilidad de alimento que en otros sectores.

Respecto a los micromamíferos, se observa un aumento de sus abundancias con el paso de los años. Cabe destacar que este aumento de *P. xanthopygus* es más significativo agua arriba de la descarga, probablemente asociado a una mayor disponibilidad de recursos (por ejemplo abundancia de semillas, tejidos vegetales y/o insectos), lo que indica que esta evolución no corresponde a una consecuencia de la descarga de RILes y refleja variaciones de la dinámica poblacional natural de esta clase de vertebrados.

Con respecto a la herpetofauna, se observó una menor riqueza y abundancia de especies. El único reptil identificado fue el *L. velosoi*, que fue más abundante aguas arriba. Esto es lo opuesto a lo observado en otras temporadas, donde la mayor riqueza y abundancia de especies fue aguas abajo. Esto debido

principalmente a la ausencia del recurso hídrico, que en consecuencia se ejerce una presión de estrés y una baja calidad ambiental, aunque en esta temporada no fue posible establecer las razones de esta menor riqueza de especies.

El índice de Shannon y Equidad indican que en la presente temporada se observó una mayor diversidad de especies, comparado con la temporada de verano de 2012, pudiéndose deber a un factor estacional y climático, pero a pesar de haber una mayor diversidad de especies, estas tuvieron la misma homogeidad de especies que la temporada de verano 2012.

7. BIBLIOGRAFÍA

ARAYA, B. & G. MILLIE .1986. Guía de campo de las aves de Chile. Editorial Universitaria. Santiago, Chile, 404 pp.

ARAYA B. & G. MILLIE. 1998. Guía de campo de las aves de Chile. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 406 pp.

ARAYA, B. & M. BERNAL. 1995. Aves. Pp 350-360, en: Simonetti JA, MTK Arroyo, A Spotorno & E Lozada (Eds). Diversidad Biológica de Chile. Comisión Nacional de de Investigación Científica y Tecnológica, Santiago, Chile.

ARAYA B., M. BERNAL, R. SCHLATTER & M. SALLABERRY. 1995. Lista patrón de las aves de Chile. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 35 pp.

BENOIT, I. (ed.). 1989. Libro rojo de la flora terrestre de Chile (primera parte). Corporación Nacional Forestal, Santiago. 157 pp.

CEI, J.M. 1962. Batracios de Chile. Ed. Universidad de Chile. Santiago. 128 pp.

CLAVER, I. 1991. Guía para la Elaboración de Estudios del Medio Físico. Contenido y Metodología. Secretaría General Técnica Ministerio de Obras Públicas y Transportes de España. Tercera Edición 572 pp.

CONAMA. 2007. Primera lista de especies biológicas clasificadas. Diario oficial.

CONTRERAS, L.C. & J.L. YAÑEZ. 1995. Mamíferos. Pp 336-349, en Simonetti JA, MTK Arroyo, AE Spotorno & E Lozada (eds.) Diversidad biológica de Chile. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, Santiago. xii + 364 pp.

CORREA, C.L., SALLABERRY, M., GONZÁLEZ, B.A., SOTO, E.R. Y M.A. MÉNDEZ. 2007. Amphibia, Anura, Leiuperidae, *Pleurodema thaul*: Latitudinal and altitudinal distribution extensión in Chile. Check List 3: 267-270.

DAVIS, T.; BLASCO, D.; CARBONELL, M.(1996) Manual de la Convención de Ramsar: Una guia a la convención sobre los humedales de importancia internacional.. Oficina de la Convención de Ramsar. Gland, Suiza. 211 p.

DÍAZ-PÁEZ, H. & J.C. ORTIZ. 2003. Evaluación del estado de conservación de los anfibios en Chile. Revista Chilena de Historia Natural 76: 509-525

DONOSO-BARROS, R. 1966. Reptiles de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile. Santiago. 458 pp.

ETIENNE, M. & PRADO, C. 1982. Descripción de la vegetación mediante cartografía de ocupación de tierras Conceptos y manual de uso básico. Ciencias Agrícolas Nº10. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. 120 pp.

FORMAS, JR. 1995. Anfibios. En: Simonetti JA, MTK Arroyo, AE Spotorno & E Lozada (eds) Diversidad biológica de Chile: 314-325. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, Talleres de Artegrama, Santiago, Chile.

GAJARDO, R. 1994. La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Ed. Universitaria, Santiago. 165 pp.

GASTÓ J., F. COSIO & D. PANARIO. 1993. Clasificación de ecorregiones y determinación de sitio y condición. Manual de aplicación a municipios y predios rurales. Red de Pastizales Andinos. Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (CIID-Canadá), Santiago, Chile. 254 p.

GLADE, A. (ed). 1993. Libro rojo de los vertebrados terrestres de Chile. Corporación Nacional Forestal (CONAF), Santiago. 2ºEdición. 67 pp.
GOODALL, J.J., A.W. JOHNSON, & R.A. PHILIPPI B. 1946. Las aves de Chile, su conocimiento y sus costumbres. Vol. 1 Buenos Aires: Platt Establecimientos Gráficos S.A. 358pp.

GOODALL, J.D., A.W. JOHNSON & R.A. PHILIPPI. 1957. Las Aves de Chile. Tomo I. Platt Establecimientos Gráficos S.A. Buenos Aires. 445 pp.

IRIARTE, A. 2008. Mamíferos de Chile. Lynx Edicions. Barcelona, España, 420 pp.

JARAMILLO, A. 2003. Princeton Field Guides Birds of Chile. Princeton University Press, United States. 240pp.

JOHNSON, A.W. 1967. The Birds of Chile and Adjacent Regions of Argentina; Bolivia and Peru. Vol II. Buenos Aires: Platt Establecimientos Gráficos. 447 pp.
LUEBERT, F. & PLISCOFF, P. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Ed. Universitaria, Santiago. 316 pp.
MANN, G. 1978. Los pequeños mamíferos de Chile (marsupiales, quirópteros, edentados y roedores). Gayana Zoologia (Chile) 40: 1-342.

MARQUET, P., F. BOZINOVIC, G.A. BRADSHAW, C. CORNELIUS, H. GONZÁLEZ, J.R. GUTIERREZ, E.R. HAJEK, J.A. LAGOS, F. LÓPEZ-CORTEZ, L. NÚÑEZ, E.F. ROSELLO, C. SANTORO, H. SAMANIEGO, V.G. STANDEN, J.C. TORRES-MURA & F.M. JAKSIC. 1998. Los ecosistemas del desierto de Atacama y área andina adyacente en el norte de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 71: 593-617.

MELLA, J.E. 2005. Guía de campo de Reptiles de Chile Zona central. APG Peñaloza, F Novoa & M Contreras (eds.). Ediciones del Centro de Ecología Aplicada Ltda. 147 pp + xii.

MELLA, J.E., J.A. SIMONETTI, A.E. SPOTORNO & L.C. CONTRERAS 2002. Mamíferos de Chile, en G. Cevallos & J.A. Simonetti (eds.). Diversidad y Conservación de los mamíferos neotropicales. CONABIO-UNAM, México. 151-183.

MÉNDEZ, M., SOTO, E.R., TORRES-PÉREZ, F. Y A. VELOSO. 2005. Anfibios y reptiles de los bosques de la Cordillera de la costa (X Región, Chile). En: Smith-Ramírez C, JJ Armesto y C Valdivianos (eds), Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile:

441-451. Editorial Universitaria, Santiago.

MUELLER-DUMBOIS, D. & H, ELLEMBERG. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. Wiley, New York.

MUÑOZ, M., H. NUÑEZ & J. YÁÑEZ (eds.) 1996. Libro Rojo de los sitios prioritarios para la conservación de la Diversidad Biológica de Chile. Corporación Nacional Forestal, Santiago.

MUÑOZ-PEDREROS, A. & J. YAÑEZ. 2000. Mamíferos de Chile. CEA ediciones. 463 pp.

MYERS, N., MITTERMEIER, R. A., MITTERMEIER, C. G., DA FONSECA, G. & A. B., KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403: 853-858.

NUÑEZ, H., V. MALDONADO & R. PÉREZ. 1997. Reunión de trabajo con especialistas en herpetología para categorización de especies según estados de conservación. Noticiario Mensual del Museo Nacional de Historia Natural 329: 12-19.

NÚÑEZ, H. & F. JAKSIC. 1992. Lista comentada de los reptiles terrestres de Chile continental. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile. 43: 73-91.

ORMAZABAL, C. 1989. Sitios de Interés botánico y tipos vegetacionales con riesgo de extinción en Chile. En: LIBRO ROJO DE LA FLORA VASCULAR DE CHILE. Corporación Nacional Forestal.

OSGOOD, W.H. 1943. The mammals of Chile.Field Mus. Nat. Hist. Zool. Ser. 30:1-268.

PAILLISSON, J.; REEBER, S.; MARION, L. (2002) Birds assemblages as bio-indicators of water regime management and hunting disturbance in natural wet grasslands. Biological Conservation. 106: 115-127.

PEÑALOZA, A.P.G., FRANKLIN, J., DONOSO, C., ARROYO, M.T.K., ARMESTO, J.J., MURÚA, R., PISANO, E., SCHLATTER, R. & I. SEREY. 1997. Monitoring for long term sustainability on the Rio Condor property, Tierra del Fuego, Chile. II Southern Connection Congress: Southern Temperate Biota and Ecosystems: Past, Present and Future.

PINCHEIRA-DONOSO, D. & H. NÚÑEZ. 2005. Las especies chilenas del género Liolaemus Wiegmann, 1834 (Iguania: Tropiduridae: Liolaeminae). Taxonomía, Sistemática y Evolución. Publicación Ocasional del Museo Nacional de Historia Natural, Chile 59: 7-486.

PRADO, C. & M. ALVAREZ. 1994. Estado de Conservación de la Vegetación y Flora de Chile. En: Perfil Ambiental de Chile. Comisión Nacional del Medio Ambiente. pp. 335-364.

POLLOCK, K., J. NICHOLS, T. SIMONS, G. FARNSWORTH, L. BAILEY & J, SAUER. 2002. Large scales wildlife monitoring studies: statistical methods for designs and analysis. Environmetric 13: 105-119.

REDFORD, K.H. & J.F. EISENBERG. 1992. Mammals of the Neotropics: the southern cone. University of Chicago Press, Chicago, Illinois. 430 pp.

RIPLEY, T. H. 1987. La Planificación de la Gestión de la Vida Silvestre, Investigaciones y Proyectos. Pp. 1-7 en: Schemnitz, S. D. (ed.) Manual de Técnicas de Gestión de Vida Silvestre. 4a. Ed. Traducida por B. Orejas M. y A. Fontes R., World Wildlife Fund-The Wildlife Society, Bethesda, MD, 703 pp.

SAG. 1998. Cartilla de Caza. Servicio Agrícola y Ganadero. División de Protección de los Recursos Naturales Renovables.

SAG. 2009. Ley de Caza y su Reglamento. Servicio Agrícola y Ganadero. División de Protección de los Recursos Naturales Renovables.

SIMONETTI, J.A. 2002. Diversidad Biológica. En: O. Sunkel (ed) Informe País: Estado del medio ambiente en Chile – 2002. LOM Ediciones. Santiago, Chile. pp 161-196.

SEPULVEDA, M., VIDAL, M. Y J.M. FARIÑA. 2006. Microlophus atacamensis. Predation. Herpetoloical Review 37: 224-225.

SQUEO F, ARANCIO G & GUTIÉRREZ J. 2008. Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena. 456 pp.

SUTHERLAND, W. 1996. Ecological census techniques a handbook. Cambridge university press. 335 pp.

TAMAYO, M & D. FRASSINETTI. 1980. Catálogo de los mamíferos fósiles y vivientes de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile) 37: 323-399.

TANSLEY, A.G., CHIPP, T.F. 1926. Aims and methods in the study of vegetation. Br. Emp. Veg. Comm., Whitefriars Press, London. 383 pp.

VELOSO, A. & J. NAVARRO. 1988. Lista sistemática y distribución geográfica de anfibios y reptiles. Bolletino del Museo Regionale di Scinze Naturali. Torino. 6: 481-539.

VELOSO, A. 2006. Batracios de las cuencas hidrográficas de Chile: Origen, diversidad y estado de conservación. I. Vila, A. Veloso, R Schlatter y C. Ramírez (Eds). 187 pp.

VIDAL, M.A. y A. LABRA. 2008. Herpetología de Chile. Primera Edición. Santiago, Chile. 593 pp.

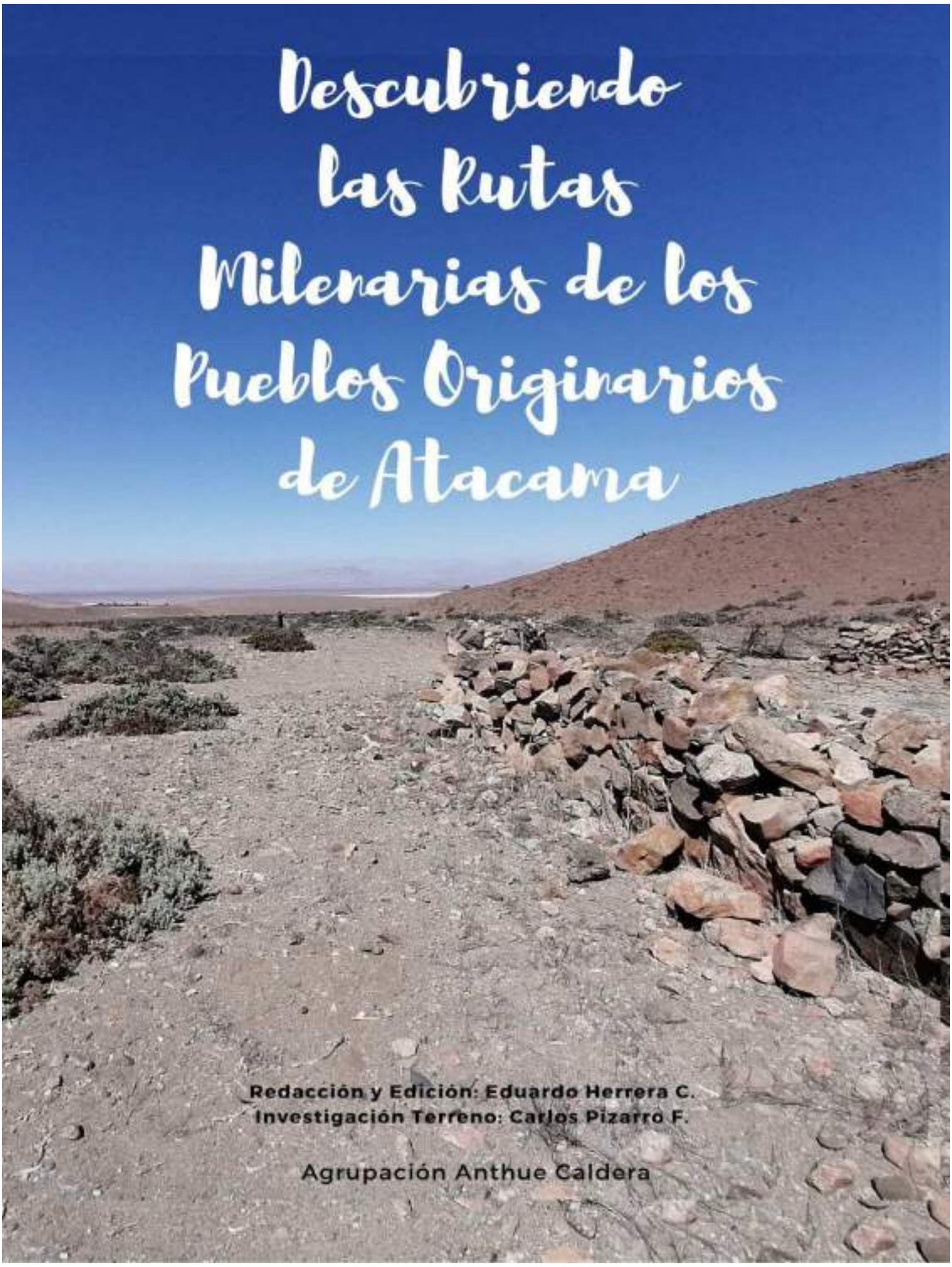
WHITTAKER, R.H. 1965. Dominance and diversity in land plant communities. Science, 147: 250-259.

WHITTAKER, R.H. 1967. Dominance and Diversity in Land Plant Communities. Science 147:250-261.

ZAR, J.H. 1996. Biostatistical Analysis. 3th Ed. Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River. New Jersey. 662.

Folio012998

Descubriendo las Rutas Milenarias de los Pueblos Originarios de Atacama



Redacción y Edición: Eduardo Herrera C.
Investigación Terreno: Carlos Pizarro F.

Agrupación Anthue Caldera

Folio012999

DESCUBRIENDO LAS RUTAS MILENARIAS DE LOS PUEBLOS ORIGINARIOS EN ATACAMA

Proyecto "Descubriendo las Rutas Milenarias de los Pueblos Originarios en Atacama", financiado por el concurso 2020 del Fondo Nacional de Desarrollo Regional glosa del 6% de Actividades Culturares.

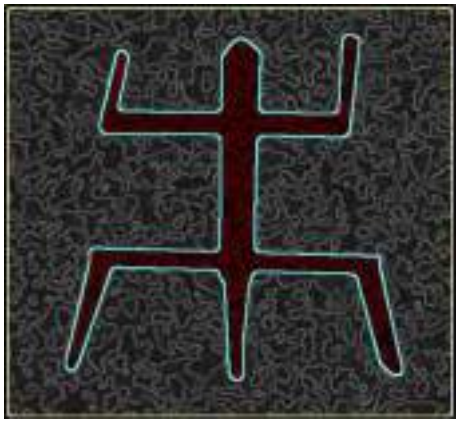
Gobierno Regional de Atacama – Consejo Regional de Atacama

Redacción y Edición: Eduardo Herrera Caballero
Investigación, Entrevistas, Imágenes y Difusión: Carlos Pizarro Figueroa, Eduardo Herrera Caballero, Juan Pablo Rico Fuentes y Jessica Acuña Neira.
Transcripciones: Danae Luna.
Diseño y Diagramación: Eduardo Herrera Caballero
Coordinación: Marcelo Valenzuela Navarro

Agrupación Anthue Caldera
Presidente: Raúl Miranda Silva

Primera edición junio de 2021.
Registro de propiedad intelectual número
Libro de distribución gratuita.
Se autoriza reproducir parte del texto de este libro, citando la fuente.
ISBN: 978-956-404-313-5

Imagen de Portada de Carlos Pizarro, sector al norte de Canto del Agua.



ÍNDICE

- Índice 2
- Presentación y Agradecimientos 3
- Políticas Públicas 5
- Monumentos Nacionales 7
- Qhapaq Ñan 8
- Pueblos Originarios de Atacama 10
- Metodología de Investigación 20
- Resultados de los Tres Sitios Analizados 24
  - Canto del Agua 25
  - Barranquilla 39
  - Finca Chañaral 53
- Conclusiones y Sugerencias 66
- Bibliografía 69



PRESENTACIÓN Y AGRADECIMIENTOS

El presente Libro Digital denominado "Descubriendo las Rutas Milenarias de los Pueblos Originarios", se enmarca dentro del proyecto del mismo nombre presentado por la Agrupación Anthue de Caldera, financiado por el Fondo Nacional de Desarrollo Regional con la glosa del 6% de Cultura, aprobado por el Gobierno Regional de Atacama y el Consejo Regional de Atacama.

El Objetivo General del proyecto consiste en descubrir las rutas milenarias de los Pueblos Originarios en Atacama, investigando en la Finca de Chañaral, Barranquilla y Canto del Agua, identificando dichas rutas ya sea de las antiguas culturas que poblaron nuestra Región, como las que generaron las culturas que nos invadieron desde otros territorios, como los Incas.

En el proyecto se identificaron tres lugares específicos para la realización del estudio: la Finca Chañaral, comuna de Diego de Almagro, en el llano que da hacia el norte; Barranquilla en la comuna de Caldera, en sus alrededores; y Canto del Agua, en el llano que da hacia el norte, comuna de Huasco.

La Región de Atacama posee un extenso territorio que abarca de Cordillera a Mar, con diferentes cuencas, en donde existen algunas que se proyectan de este a oeste, otras de manera diagonal, así como las cuencas cerradas asociada a los sistemas alto andinos. Nos encontramos en el extremo sur del "Desierto de Atacama", uno de los más áridos del mundo y en donde predominan los sistemas desérticos, tanto en la costa, en la depresión intermedia, en la Cordillera de la Costa en la precordillera, la Cordillera de Domeyko y los sistemas alto andinos en la Cordillera de Los Andes.

La presencia de agua en los Valles cuyos afluentes desembocan en el mar, son los principales sistemas que permiten la presencia de la vegetación con una innumerable cantidad de especies. De manera intermedia ocurre en otros sistemas de Quebradas en las que escurren aguas subterráneas las que permiten la presencia de grandes extensiones de humedales y en menor medida la presencia de humedales pequeños y aguadas. También hay que considerar el fenómeno del Desierto Florido que ocurre cuando las lluvias son mayores a las de un año normal.

Estos oasis generados por la naturaleza no solamente dan vida a la flora, sino que también permiten la vida de la fauna silvestre. Pero también han sido el albergue para las diferentes culturas que han poblado nuestra Región desde tiempos milenarios.

El poblamiento inicialmente desde la costa que después se fue introduciendo al interior de los valles y posteriormente comienzan los intercambios y relaciones con otros pueblos de otros lugares, a lo que se suma la posibilidad de la llegada de otros pueblos desde el otro lado de la Cordillera, estableciendo diferentes tipos de relaciones y patrones de asentamiento.

La presencia de los restos arqueológicos de sus aldeas, habitaciones, cementerios, sistemas de cultivos, canales y los caminos que usaban para movilizarse, son parte importante de nuestro Patrimonio e Identidad y es fundamental el reconocimiento y valoración de nuestros Pueblos Originarios.

El proyecto está completamente vinculado con las políticas públicas de la Región, nos referimos a la Estrategia Regional de Desarrollo de Atacama así como la Política Cultural Regional, definida por la Seremía de las Culturas, las Artes y el Patrimonio de nuestra Región de Atacama.

Para la investigación se consideró la realización de visitas en terreno, el análisis de estudios e informes que son parte de la Bibliografía, la aplicación de entrevistas a lugareños como a expertos en la materia y la revisión detallada en Google Maps y Google Earth.

Queremos agradecer a las organizaciones que nos apoyaron en la postulación como lo son la Comunidades Indígenas Diaguitas de la Costa María Alday y Sol Naciente de Barranquilla. También saludar a las personas que accedieron a entregarnos su relato, al profesor don Juan Guillermo Rojas Muñoz de Diego de Almagro, a la Sra. Carmen Araya que habita en la Finca de Chañaral Alto, a don Warner Vera e Iván Álvarez de Barranquilla; y, a don William Fritis Salinas y don Alberto Tránsito Villegas Valladares, de Canto del Agua.

Saludar al equipo que trabajó en este proyecto, nos referimos al Investigador don Carlos Pizarro Figueroa, al audiovisualista don Juan Pablo Rico Fuentes, en comunicaciones Jessica Acuña Neira y el Redactor y Editor Eduardo Herrera Caballero.

Por último, nuestros agradecimientos al Museo Nacional de Historia Natural por permitirnos realizar una entrevista vía zoom con el Arqueólogo don Francisco Garrido Escobar, uno de los principales investigadores en nuestra Región de Atacama.

RAUL MIRANDA SILVA
Presidente Agrupación Anthue

POLÍTICAS PÚBLICAS

Política Cultural Regional de Atacama

La Secretaría Regional Ministerial de las Culturas, las Artes y el Patrimonio, Región de Atacama, elaboró de manera participativa la política cultural para Atacama. En ella se presentan las principales definiciones y estrategias para articular el desarrollo cultural de la Región de Atacama. A continuación presentamos un resumen:

Enfoques

La Política adopta enfoques de derechos y de territorio, en coherencia con los instrumentos internacionales como la Declaración Universal de Derechos Humanos de las Naciones Unidas, entre otras; reconociendo que la diversidad cultural de los pueblos constituye un patrimonio común de la humanidad y es uno de los motores del desarrollo sostenible.

Principios: Son los criterios que orientan la acción pública que se sustentan en valores asociados al bien común y para posicionar a la cultura en el centro del desarrollo humano.

i) Promoción de la diversidad cultural:
Reconocer y promover el respeto a la diversidad cultural, la interculturalidad y el reconocimiento de la dignidad de todas las culturas e identidades.

ii) Democracia y participación cultural:
Reconocer que las personas y comunidades son creadores de contenidos, prácticas y obras con representación simbólica, con derecho a participar activamente en el desarrollo cultural, al acceso social y territorialmente equitativo a los bienes, manifestaciones y servicios culturales.

iii) Patrimonio como bien público
Reconocer que el patrimonio cultural, en toda su diversidad y pluralidad, es un bien público que constituye un espacio de reflexión, reconocimiento, construcción y reconstrucción de las identidades múltiples y colectivas.

iv) Reconocimiento cultural de los Pueblos Indígenas
Reconocer, respetar y promover la cultura de cada pueblo originario, sus prácticas ancestrales, sus creencias, su historia y su cosmovisión, teniendo especial consideración por el desarrollo de la cultura, las artes y el patrimonio cultural indígena.

v) Libertad de creación y expresión, protección de derechos laborales y valoración social de creadores y cultores.

Reconocer y promover el respecto a la libertad de creación y expresión de creadores y cultores. Promover los derechos laborales y la protección de sus obras.

vi) Memoria histórica

Reconocer la memoria histórica como pilar fundamental de la cultura y del patrimonio intangible, que se recrea y proyecta a sí misma en un permanente respeto a los derechos humanos, la diversidad, la tolerancia y la democracia.

Estrategia Regional de Desarrollo de Atacama

El Gobierno Regional de Atacama después de un trabajo participativo realizado el año 2007, elaboró la Estrategia Regional de Desarrollo de Atacama vigente hasta la fecha. Dicho instrumento de planificación y gestión, que es la guía para el accionar de todas las dependencias públicas que ejecutan iniciativas y políticas públicas en las nueve comunas de la Región, está compuesta de 9 lineamientos estratégicos de desarrollo. A continuación, presentamos el lineamiento asociado a la Cultura.

Lineamiento N° 8: Promoción de la Cultura y Patrimonio Regional

Son los elementos constitutivos relevantes del proceso de desarrollo regional, que aportan identidad al proceso y lo vincula con las características históricas, geográficas, culturales y de los ecosistemas de Atacama, que perfilan la necesidad de promover nuestra identidad.

Principales objetivos generales del lineamiento:

- Promover un desarrollo cultural armónico, equitativo y pluralista en la Región de Atacama.
- Desarrollar una política multicultural que respete la identidad de los pueblos indígenas.
- Desarrollar una cultura regional que respete el patrimonio cultural y artístico de la Región de Atacama.

Objetivos Específicos:

i) Fortalecer la creación artística.
ii) Promover el desarrollo de una industria cultural.
iii) Garantizar la participación ciudadana en la vida cultural.
iv) Ampliar y diversificar la participación de organizaciones culturales y sociales regionales en concursos con fondos públicos.
v) Habilitación de espacios para el desarrollo de la actividad cultural en el conjunto del territorio regional.
vi) Promover el resguardo, rescate y difusión del patrimonio cultural regional.
vii) Desarrollo de la pluriculturalidad y una cultura de respeto a las diferencias étnicas.



MONUMENTOS NACIONALES

El Consejo de Monumentos Nacionales (CMN) es el organismo encargado de la protección y tuición del patrimonio cultural y natural de Chile. Su Área de Patrimonio Histórico vela por la protección y puesta en valor de los Monumentos Históricos con componentes fundamentalmente históricos, bienes muebles, de los Monumentos Públicos. También lleva el Registro de los Museos.

El patrimonio cultural se entiende como un bien o un conjunto de ellos que constituyen un legado o herencia que se traspasa de una generación a otra y que opera como testimonio de la existencia de nuestros antepasados, de sus prácticas y formas de vida. Este comprende tanto las obras materiales (tangibles) como las creaciones anónimas surgidas del alma popular (intangibles).

Existe también un patrimonio natural, constituido por formaciones geológicas, paisajes y zonas naturales en las cuales viven especies animales o vegetales cuya existencia se ve amenazada. Para ser consideradas como patrimonio, estas deben tener un valor relevante y/o universal excepcional, ya sea desde el punto de vista estético, científico y/o medioambiental.

Desde su origen en 1925, el CMN es el organismo encargado de la protección y tuición del patrimonio cultural y natural de Chile. Para ello cuenta con una herramienta legal: la Ley Nº 17.288 de Monumentos Nacionales de 1970, que distingue las categorías de Monumentos Históricos, Monumentos Públicos, Zonas Típicas y Santuarios de la Naturaleza.

Monumentos Nacionales Declarados en Atacama

Tabla N° 1: Monumentos Nacionales Históricos. Este listado no incluye los Monumentos Públicos como Placas, Bustos, entre otros.

N°	DENOMINACIÓN OFICIAL	COMUNA	NÚMERO DE DECRETO	FECHA PUBLICACIÓN DIARIO OFICIAL
1	Estación de Ferrocarril de Caldera	Caldera	9045	07-09-1964
2	Cementerio Laico de Caldera	Caldera	316	17-06-1996
3	Iglesia Católica y la casa contigua	Chañaral	727	19-11-1985
4	Templo Presbiteriano de Chañaral	Chañaral	542	16-11-1994
5	Locomotora "Copiapó"	Copiapó	4543	05-06-1972
6	Casa de los Hermanos Matta (Museo Regional)	Copiapó	1813	26-07-1979
7	Estación del Ferrocarril de Copiapó	Copiapó	7817	27-11-1981
8	Casa Habitación de los Empleados del Ferrocarril (Sernagoemin)	Copiapó	7817	27-11-1981
9	Catedral de Copiapó	Copiapó	7817	27-11-1981
10	Villa Viña de Cristo (UDA)	Copiapó	7817	27-11-1981
11	Edificio Consistorial de Copiapó	Copiapó	664	17-12-1993
12	Estatuas de Mármol (4) Plaza de Armas de Copiapó	Copiapó	664	17-12-1993
13	Fuente Central de la Plaza de Armas de Copiapó	Copiapó	664	17-12-1993
14	Casa Maldini Tornini	Copiapó	2656	25-10-2008
15	Iglesia Parroquial de Freirina	Freirina	8377	05-11-1980
16	Edificio "Los Portales" (Consistorial)	Freirina	8377	05-11-1980
17	Las Chimeneas de Labrar	Freirina	8377	05-11-1980
18	Casa de José Joaquín Vallejos (Casa Jotabeche)	T. Amarilla	1026	31-01-1978
19	Palacio incaico de La Puerta	T. Amarilla	2558	11-08-1982
20	Pucará de Punta Brava	T. Amarilla	2558	11-08-1982
21	Establecimiento Metalurgista de Viña del Cerro	T. Amarilla	2558	11-08-1982
22	Acueducto de Amolanas	T. Amarilla	80	16-02-1983
23	Casa e Iglesia de la ex Hacienda de Nantoco	T. Amarilla	1030	22-01-1985
24	Estación de Ferrocarriles de Cachiyuyo	Vallenar	478	02-09-1996
25	Colecciones de todos los museos dependientes de DIBAM	Copiapó	192	20-06-1987

Fuente: Elaboración propia en base al registro de https://www.monumentos.gob.cl/monumentos/monumentos-monumentos?f%5B0%5D=localizacion%3A187

QHAPAQ ÑAN - SISTEMA VIAL ANDINO

Patrimonio de la Humanidad gracias a su Valor Universal Excepcional. Conocido también como el «Camino del Inca», esta extensa red de senderos atraviesa algunas de las zonas geográficas más extremas del mundo –desde montañas y selvas hasta el altiplano– y fue usada por caravanas, viajeros, mensajeros, ejércitos y la población local.

El Sistema Vial Andino es una vasta red de caminos y estructuras asociadas que, en su época de mayor apogeo, se extendió por casi 6.000 km y conectó a cerca de diez millones de individuos en 30 mil km de rutas. Construida por el Imperio Inca a lo largo de varios siglos, tomó como base los caminos y el conocimiento del territorio de las poblaciones que lo precedieron, abarcando territorios de Argentina, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Chile.

A pesar de su antigüedad milenaria, la columna vertebral de esta sociedad prehispánica destaca hoy por la gran presencia de sitios arqueológicos y su avanzada ingeniería, la cual puede ser apreciada en el uso de muros, caminos, escaleras, zanjas, sistemas de alcantarillado y desagüe, entre otros, todos los cuales fueron estandarizados para asegurar el control y la reparación.

El Sitio Patrimonio Mundial corresponde a una muestra significativa de la ruta andina e incluye casi 700 km de vías, así como 273 sitios arqueológicos asociados. Chile aporta con un total de 112, 9 km de ellas y 138 sitios arqueológicos. Destacan tramos empedrados en las regiones de Arica y Parinacota, vestigios de antiguos poblados en Antofagasta, y en la Tercera Región el sendero que cruza el desierto de Atacama, en la comuna de Diego de Almagro.

El tramo de la Comuna de Diego de Almagro está entre el Mineral de El Salvador y La Finca Chañaral.



Imagen 2: Extracto Mapa Unesco Sitios Chilenos Patrimonio de la Humanidad.

A continuación se presenta un mapa con la amplitud de ocupación de los Incas en América del Sur (Imagen 3: Mapa Red Vial de los Incas, recuperado de Historia Peruana).


N
VENEZUELA
COLOMBIA
Huaca
Pasto
Caraquí (Ibarra)
Quito
ECUADOR
Hatun Cañar (Ingapirca)
Tumipampa (Cuenca)
Tumbes
PERÚ
BRASIL
Huancabamba
Cajamarca
Cochabamba
Marcahuamachuco
Chan Chan
Huánuco Pampa
Pumpu (Bombón)
Tarma
Jauja
Pachacamac
Incahuasi
Tambo Colorado
Huaitara
Cuzco
Vilcashuamán
Jauja
BOLIVIA
Chala
Hatun Colla
Chuquito
Chuquiabo (La Paz)
Cochabamba
Incallacta
Paria
Tacna
Océano Pacífico
Tarapacá
Pica
Porco
Tupiza
Cotarpe
Humahuaca
Tilcará
PARAGUAY
CHILE
La Playa (Chicoana)
Copiapó
Pucará de Andagalá
Chilecito
Ranchillos
URUGUAY
ARGENTINA
RED VIAL INCA
Sitio prehispánico
Camino incaico
Límite internacional
Tahuantinsuyo
Escala gráfica
0
200
400 km

PUEBLOS ORIGINARIOS DE ATACAMA

La Región de Atacama es un vasto territorio de amplia y variada geografía, de cordillera a mar, con diferentes condiciones climáticas, dentro del gran territorio reconocido como el Desierto de Atacama. Posee una rica historia que se remonta a miles de años atrás en el tiempo, evidenciando una gran variedad de grupos humanos y culturas que forman parte de nuestra herencia y son la base de nuestro modo de vida presente (Garrido, 2007).

A continuación, presentamos una tabla en donde se resumen los periodos arqueológicos, los años en que se identificaron los grupos humanos y las culturas a las que corresponden.

Tabla N° 2: Periodos Arqueológicos en la Región de Atacama

Período	Años	Culturas
Paleoindio	12.000 a.c. - 10.000 a.c.	
Arcaico	10.000 a.c. - 100 a.c.	Huentelauquén y Anzuelo de Concha
Agroalfarero Temprano	100 a.c. - 700 d.c.	El Molle
Medio	700 d.c. - 1.000 d.c.	Las Ánimas
Intermedio Tardío	1.000 d.c. - 1.400 d.c.	Copiapó y Diaguitas
Tardío	1.400 d.c. - 1.536 d.c.	Diaguitas e Incas
Invasión Española	1.536 d.c. en adelante	

Fuente: Elaboración propia, en base al libro ¿Qué Sucedió en Copiapó? (Garrido, 2007)

A continuación, presentamos un resumen de cada uno de los pueblos que habitaron la Región de Atacama:



CULTURA HUENTELAUQUÉN

Son los antiguos habitantes de las costas del norte de Chile, se ubicaron entre Antofagasta y Los Vilos, abarcando más de mil kilómetros de ocupación. Pescadores y recolectores de mariscos, vivieron entre los 12.000 y 8.000 A.C. Según Francisco Cornely, el nombre de esta cultura significa "sobre el mar" y es una palabra mapuche. Otro investigador y descubridor de este pueblo es Jorge Iribarren, quien lo definió como un "complejo cultural independiente", caracterizado por "ciertas piezas de piedra facturadas en diversos volúmenes geométricos. De uso no identificado. Tiene dispersión conocida hasta Atacama".

Los primeros litos, es decir piedras talladas, pigmentadas, con formas, aparecen en esta cultura, sin que hasta el día de hoy se conozca su uso. Se han encontrado en tumbas, lugares ceremoniales y varios de ellos se caracterizan por sus formas geométricas: circulares, hexagonales, triangulares, rectangulares y otras semejantes a engranajes.

Sus habitantes buscaron las terrazas costeras cerca de fuentes de agua dulce, distantes entre 500 a 1.000 de la costa. Sus asentamientos eran especies de carpas confeccionadas con huesos de ballenas cubiertas con cueros de lobos y de otros animales marinos. Pero también se trasladaban a quebradas en el interior de los valles. Mariscos y pescados componían la alimentación de los Huentelauquén de la costa correspondiente al norte, mientras que más hacia el centro del país la complementaban con la recolección de semillas y frutos. Tejían cestos y elaboraban harinas con semillas de pastos. En Atacama, hay petroglifos con figuras de peces que se le atribuyen a esta cultura.

En 2008, fue descubierta la mina de San Ramón, la más antigua de América, con una data de 12.000 años de antigüedad, por un equipo de investigadores de la Universidad de Chile, hallazgo confirmado por la prestigiosa revista *Current Archeology*. El yacimiento está ubicado al norte de Taltal, posee óxidos de hierro, que se usaban para fines ceremoniales y como pigmento y fue explotado por esta cultura. Este descubrimiento ha cambiado la visión de ella y de sus habitantes como simples cazadores recolectores de la costa.

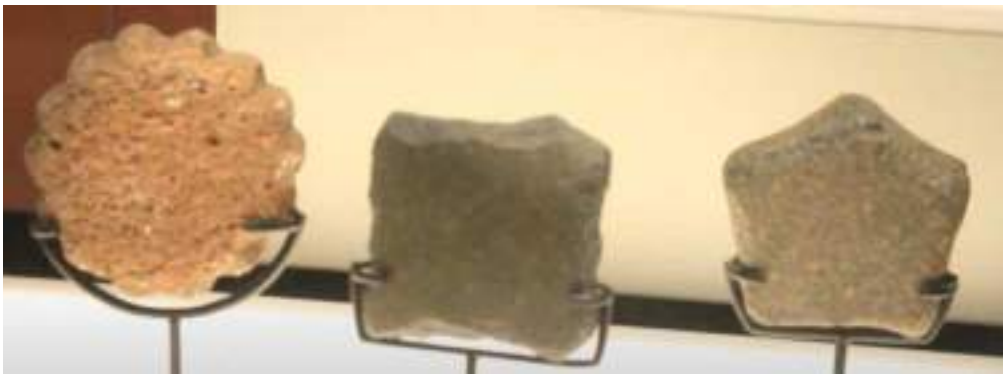


Imagen 4: Litos Geométricos Cultura Huentelauquén, video Youtube, Museo Arqueológico de La Serena.

ANZUELO DE CONCHA

El Arcaico Medio y Tardío se caracteriza principalmente por la presencia de un grupo cultural cuyo desarrollo se inicia hacia los 4000 a.C. y culmina hacia los 100 a.C., que corresponde a poblaciones altamente adaptadas a la explotación de recursos marítimos, como resultado de una oscilación climática cálida y seca que afectó a los recursos terrestres y que trajo consigo el volcamiento hacia una especialización en la explotación marítima.

A estos grupos se les denominó Cultura del Anzuelo de Concha, ya que se caracterizan por el desarrollo de una importante industria de anzuelos elaborados a partir de conchas de choro zapato, además de una amplia ergología asociada a la explotación marítima dentro de la cual nos encontramos con pesas líticas para la pesca, anzuelos compuestos, entre otras herramientas.

Considerando la presencia de anzuelos y un posible uso de balsas, se deduce el aprovechamiento de los recursos no sólo inmediatamente cercanos a la costa, sino también el acceso a los recursos de profundidad mediante el anzuelo, y a la obtención de recursos en alta mar mediante el uso de navegación. En la costa de Atacama, el Arcaico Medio se registra en las ocupaciones inferiores de Bahía Maldonado, en el sector de Bahía Salada.



Imagen 5: Anzuelos elaborados de Conchas, presentación CMN en Youtube.

CULTURA EL MOLLE

Fueron los primeros agroalfareros del norte semiárido o norte chico, ocuparon los valles cercanos a los ríos de Copiapó, Huasco, Elqui y Limarí. Son los antecesores, junto con Las Ánimas, de la cultura Diaguita. Este pueblo se desarrolló entre el 300 A.C y el 800 D.C. En el 150 A.C. introdujeron la técnica de la cerámica. Sus piezas son simétricas, altas, de bases planas, representaron sus animales, especialmente con los que pastoreaban.

Su alfarería se caracteriza por el uso de rayas paralelas y finas, hechas mediante incisiones, con decoración geométrica, piezas asimétricas, con estilizaciones zoomorfas. También hay vasos altos pintados, con dibujos estilizados que representan la figura de camélidos presentes en la zona (guanacos y llamas).

También confeccionaron tembetás o bezotes, adornos personales que elaboraban usando metales como el cobre nativo, el que transformaban mediante láminas, o hueso, prendedores para vestimentas confeccionados con hueso, además de las cerámicas para uso doméstico o en sus ceremonias.

Este pueblo también destacó en el desarrollo de la piedra tallada, la que transformaron en puntas de proyectil, hojas de cuchillo, perforadores y tajadores. Es una cultura que se asentó en los lugares, construyendo aldeas con muros de contención que las protegían.



Imagen 6: Jarro globular doble con asa puente y decorado inciso lineal en zig-zag y escalerados. Colección Museo Nacional de Historia Natural. Registro SURDOC 1-2760

CULTURA LAS ÁNIMAS

Esta cultura ocupó los valles de Copiapó, Hurtado y Limarí y también tuvo un asentamiento en la Bahía de Coquimbo, y se desarrolló entre el 800 y el 1.200 d.c. El espacio geográfico fue menor que el habitado por la cultura antecesora, El Molle. Es importante aclarar que no hay nociones de continuidad entre ambas.

Sus habitantes vivían en asentamientos, cultivaban la agricultura, el pastoreo y también la pesca. Alcanzaron el desarrollo de la alfarería. Las cerámicas descubiertas de esta cultura han mostrado uso de colores: negro, rojo y blanco en platos y vasijas, algunos de ellos con formas zoomórficas, usando para decorarlas líneas geométricas anguladas, en línea rectas, zig-zag y triángulos adosados a una línea.

El pastoreo lo realizaban principalmente con llamas, de quienes también procesaban su lana para su vestimenta. Cultivaban maíz, porotos y zapallo, además de recolectar el fruto de chañar y semillas de algarrobo.

Francisco Cornely, al excavar el complejo Las Ánimas, ubicado en el valle de Elqui, creyó encontrarse con un asentamiento diaguita, estudios posteriores comprobaron que se trataba de Las Ánimas. También se reconocen similitudes con la Cultura La Aguada de Argentina, por lo que se asume la existencia de estrechas relaciones y comunicaciones entre los pueblos de ambos lados de la Cordillera.

Diversos objetos encontrados dan cuenta que usaron la piedra, madera y conchas para elaborar instrumentos como percutores, pesas, pulidores y puntas de proyectil, con una mayor riqueza material que Los Molles, como también un mayor desarrollo de lo simbólico en su cerámica.



Imagen 7: Cerámica Cultura Las Ánimas, video YouTube Museo Arqueológico de La Serena.

CULTURA COPIAPÓ

La cultura Copiapó aparece en el valle de Copiapó entre los años 1.200 al 1.400 D.C. Sus habitantes fueron agro-alfareros, buscaban sectores altos o terrazas fluviales donde asentarse y construir sitios defensivos como pucarás desde donde vigilaban sus territorios. Algunos lugares que ocuparon fueron Manflas, Rodeo, Iglesia Colorada y Punta Brava.

Se alimentaban gracias al cultivo del poroto, maíz y zapallo, usando canales de regadío como forma de distribuir y cuidar el agua. También recolectaban el fruto del chañar y molían las semillas del algarrobo, productos que intercambiaban con caravanas provenientes del noroeste argentino que llegaban hasta la zona para comerciar.

Tuvieron una relación estrecha con camélidos del norte, especialmente llamas, de quienes obtenían su carne, la lana para elaborar sus ropas y cuero. Las vegas existentes en lo alto del valle ayudaban a alimentar este ganado.

Su cerámica tiene motivos, figuras y colores recurrentes, lo que según los expertos es señal de una identidad cultural definida. Se han recuperado cerámicas que se clasifican en dos tipos: el negro sobre rojo que lleva motivos característicos de llamas estilizadas, y el estilo Punta Brava que corresponde a tinajas para almacenar líquidos y alimentos.

Una importante cantidad de objetos que se han encontrado de esta cultura están relacionados con el uso de alucinógenos: tabletas de madera, tubos inhaladores, espátulas y cucharas óseas. Otro aspecto importante es que conocieron la metalurgia, como lo demuestran objetos metálicos hallados como punzones-perforadores y decorativos, como placas y aros de cobre fundido. También hay evidencias de su elaboración de textiles y cestería. Sus muertos eran enterrados en túmulos con vasijas con alimentos. Esta cultura es heredera de Las Ánimas.



Imagen 8: Cerámica Copiapó, representación gráfica en memoria de título de Francisco Garrido.

CULTURA DIAGUITA

En las actuales regiones de Coquimbo y Atacama habitaron los diaguitas, entre el 800 D.C y la llegada de los españoles. Para algunos autores, es la cultura prehispánica más destacada del norte del país, debido al valor artístico de sus cerámicas, con formas zoomorfas y antropomorfas, decoración geométrica que fue variando a través del tiempo, por lo que se ha dividido su evolución en tres fases.

La primera, se caracterizó por el uso de urnas, platos subglobulares profusamente decorados en el interior con bandas blancas sobre fondo rojo, con diseños geométricos en rojo y negro. Hacia el 1.200 D.C, en la llamada Fase II o Clásica, se produce el apogeo de esta cultura, donde los motivos se multiplican y la técnica especialmente de la decoración de la cerámica alcanza un gran despliegue. Usan pequeñas figuras geométricas repetitivas para decorar, y formas cerámicas asimétricas conocidas como "jarro pato" y "jarro zapato".

La Fase III se refiere al proceso en que el Imperio Inca llega al territorio diaguita, este pueblo defiende sus tierras y autonomía pero finalmente ingresan al sistema de mitimaes con el que el imperio mantenía a los pueblos bajo su dominación. El sincretismo se produjo con resultados en motivos incas en la cerámica, creando nuevas y únicas formas. En lo económico, los diaguitas aumentaron la extracción minera, a exigencia del mencionado imperio.

La desaparición forzada de estos pueblos de indios ocurre a principios del periodo republicano, ya que los primeros gobiernos dictan leyes tendientes a liquidarlos. A la mayoría de los pueblos de indios de los valles de Copiapó, Huasco, Elqui, Limarí y Choapa, se le quitan parte de sus tierras que pasan a poder del Estado y se elimina su estatus jurídico colonial.

Solamente el antiguo pueblo de indios del Huasco Alto logró mantener intacta la posesión de sus tierras hasta la actualidad, demostrando sus propietarios y habitantes tener un poblamiento ancestral en estos territorios de cordillera.

Este pueblo desarrolló la metalurgia, la ganadería, la pesca y la agricultura. Construyeron aldeas en las que concentraron su población.



Imagen 9: Cerámicas Diaguitas del Museo Chileno de Arte Precolombino, video en Youtube.

ATACAMEÑOS

Los Atacameños, Atacamas o Licanantay, son descendientes de la cultura arqueológica San Pedro, cuyos antecedentes se pueden seguir al menos hasta 1500 años atrás. La llegada de los conquistadores hispanos al oasis atacameño hacia 1536, es resistida durante las primeras décadas por la población indígena y solo en 1556 la zona es definitivamente pacificada a través del tratado de paz de Suipacha.

Durante la colonia, las tierras de este pueblo formaron parte del sistema de mercedes de tierra y encomiendas, al mismo tiempo que sufrieron del proceso de evangelización de la fe católica. El poblado de San Pedro tuvo importancia geopolítica en el norte. Durante el siglo XVII, a pesar del progresivo despoblamiento que vivían, se suman a los movimientos de alzamientos del mundo andino liderados por Tupac Amaru y Tomás Catari en otras latitudes, que en Atacama dirigió Tomás Paniri, sin suerte.

Esta cultura se caracterizó por su organización social, donde el territorio era colectivo y las tierras cultivables se trabajaban familiarmente, por ejemplo, la mantención de los canales de regadío. También se dedicaron al pastoreo de camélidos propios de la zona. Poseían un gobierno llamado asamblea comunal, compuesta por hombres y mujeres propietarios de un terreno como por jefes de unidades domésticas.

Cultivaban papas, quinoa, tunas, maíz, calabazas, zapallos y ají utilizando sistemas de terrazas con un óptimo aprovechamiento del agua, tan escaza en la zona, pero también recolectaban chañares y semillas de algarrobo y se alimentaban de la carne de la llama y la alpaca, de quienes también extraían su lana para confeccionar su ropa.

Existe registro de su presencia en la Mina Las Turquesas ubicada en el mineral de El Salvador, comuna de Diego de Almagro, en donde también se identifica la presencia de otras culturas propias del norte chico, por lo que se estima que era un centro neurálgico de comunicación e intercambio y que el actual camino conocido como "Camino del Inca" existía desde hace muchos años atrás antes de la llegada de los cusqueños.



Imagen 10: Representación de una Cerámica Atacameña, presentación en YouTube Chile Conectados TVN.

PUEBLO CHANGO

Toda la costa del Desierto de Atacama fue el hábitat de este pueblo precolombino, hasta Coquimbo. Pescadores y mariscadores de excelencia, ante la falta de lluvia aprendieron a usar la camanchaca, la espesa neblina costera, a su favor, además de las fuentes naturales de agua dulce que llegaban al mar. Usaban balsas de cuero de lobo marino, una embarcación que les permitía navegar y pescar en alta mar.

Esta embarcación se construía con el cuero de cuatro lobos machos previamente ablandados en agua dulce, que se cosían para formar grandes bolsas de hasta 3 m que luego se inflaban por el extremo mediante una pequeña caña o tubo de hueso. Las costuras eran selladas e impermeabilizadas con aceite y grasa del mismo animal. Con dos de estas bolsas se armaba la balsa, amarrando los extremos con sogas y en la parte central se disponía un tablado de madera, atado a ambos, sobre el cual los navegantes podían sentarse a horcajadas o arrodillarse.

Estos experimentados hombres de mar pescaban atunes, congrios, tollos, lisas, dorados, bagres, jureles y pulpos, así como lobos de mar, a las que arponeaban debajo de la aleta, en el corazón, se dejaban arrastrar por ellas hasta que se desangraban, para después de muertas subirlas a la embarcación. En el caso de las ballenas, desde la orilla la tribu esperaba ver donde varaba para comerla en el lugar. Intercambiaban productos del mar con la población de los valles, pescados secos y salados, cueros y pieles de animales marinos y guano de aves marinas. Recibían a cambio productos agrícolas, como frutas, maíz, coca, utensilios, cerámicas, etc.

Se vestían con pieles de lobo marino, guanacos o vicuña, gorros de lana de estos camélidos y decoraban sus cabellos con la grasa de estos animales, lo que hacía que brillaran con el sol. Vivían en rucas, confeccionadas muchas veces con cueros y huesos de animales marinos. Se sabe que con las conchas confeccionaron collares, brazaletes, cuchillos y cucharas y también usaron dientes de lobo marino con fines ornamentales. Se les considera semi nómades, porque algunos grupos se asentaban en lugares donde había agua apta para beber, mientras otros recorrían la costa de acuerdo a las posibilidades de explotación de recursos marinos.



Imagen 11: Balsa usada por los Changos, presentación CMN en YouTube.

PUEBLO COLLA

Los Colla de las Provincias de Copiapó y Chañaral deben su nombre a una generalización del etnónimo colla que se impuso en el siglo XIX a la población indígena que habitaban en la región de la Puna de Atacama y en algunos valles altos del noroeste de Argentina. La Puna de Atacama pertenecía a Bolivia hasta 1900, año en que su territorio fue intercambiado por Tarija a la República de Argentina.

Desde ese momento, se generalizó el término colla para denominar a la población indígena dedicada a la actividad ganadera que vivía en el altiplano de las actuales provincias argentinas de Jujuy, Salta y Catamarca. El origen de esta población ganadera era multiétnico, conformado por atacameños que habitaban a uno y otro lado de la cordillera, por migraciones Aymara y posiblemente quechua de más al norte, que se fundieron con la población indígena originaria de los valles trasandinos.

En estas nuevas tierras, los colla se unen a familias sobrevivientes del antiguo "pueblo de indios" de San Fernando de Copiapó y a crianceros tradicionales procedentes del Norte Chico. En el pasado, los Colla sostenían su economía con el abastecimiento a los centros mineros, oficinas salitreras y pequeños poblados, llevando sus productos ganaderos, textiles y combustible vegetal. Complementaban su economía pastoril con la caza de guanacos, vicuñas y chinchillas, con la recolección de leña, la confección de carbón, la actividad pirquinera y la arriería de mulas.



Imagen 12: Fotografías Pueblo Colla presentación CMN en YouTube.

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Según lo planteado en la descripción del proyecto, la investigación se planteó los siguientes elementos básicos para su realización:

- La investigación en terreno consistió en identificar las huellas troperas de cada sector o las que ya hayan sido reconocidas y declaradas como tal, como por ejemplo parte del Camino del Inca en el sector de Diego de Almagro.

- La primera identificación se realiza en base a los antecedentes disponibles en internet y luego se verificará con las imágenes del Google Earth y Google Maps, como de la información que puedan entregar algunos lugareños en cada sector identificado para realizar la investigación.

- Se realizó un viaje a terreno de prospección de los Sitios y en una segunda visita se realizaron las grabaciones in situ, para tomar todo tipo de imágenes, con fotografías, videos y grabaciones con dron desde el aire.

- Se incluyó un tercer viaje para contrastar las imágenes captadas con las recogidas en las entrevistas o en bibliografía.

- La investigación concluyó con la entrega de un Informe de Terreno (formato word), con un reporte de las salidas a terreno, los hallazgos y su registro gráfico.

En la primera reunión de trabajo con el equipo se estableció el criterio de resguardo de los posibles hallazgos en las visitas en terreno, más allá del encuentro de huellas troperas o rutas específicas, nos referimos al encuentro de cualquier elemento físico como la presencia de restos de cerámicos, herramientas, tallas, talleres líticos, pircas y cualquier otro elemento arqueológico, así como también en el caso paleontológico.

En caso de un hallazgo de cerámico o herramienta, se establece que se debe fotografiar junto con un elemento que permita identificar sus medidas, como por ejemplo una moneda. También se indica que los elementos encontrados se deben dejar en el mismo lugar y que no se debe alterar el sitio del hallazgo.

En caso de encontrarse con un elemento de mayor valor patrimonial o diferente a los habituales, se puede tomar la ubicación georreferenciada, para entregar dichos antecedentes a las entidades competentes.

Levantamiento de Información realizada por el investigador Carlos Pizarro:

Se realizó una primera revisión de publicaciones, física y digitales, sobre los tres sitios a investigar, levantando importante información en los sitios electrónicos, como cartografía del siglo XIX e información histórica y arqueológica.

- Herramientas tecnológicas utilizadas:

- Se realiza una revisión comparativa con aplicaciones web como https://www.google.cl/maps, https://maps.me/
- Se utilizan para registro georreferencia un equipo Garmin Inreach y su mapa https://explore.garmin.com/Map.
- Para registro fotográfico y audiovisual un móvil Huaweii Pro30 lite y una cámara Nikon D3300.
- Se utiliza el software Google Earth para revisión comparativa y georreferencia.

Distinción entre Rutas o Huellas que se pueden encontrar en terreno.

Se pueden encontrar caminos pavimentados, de ripio, de tierra, acueductos, huellas asociadas al Camino del Inca, rutas alternativas de los pueblos originarios, rutas más modernas usadas en tiempos de la colonia y en la actualidad (Imagen 13).



Y para las mismas imágenes de fotografías, podemos mostrar su visualización en Google Earth y Maps (Imagen 14):





Imagen 15: Representación viaje en Caravana de Burros, video YouTube Historia de Chañaral.

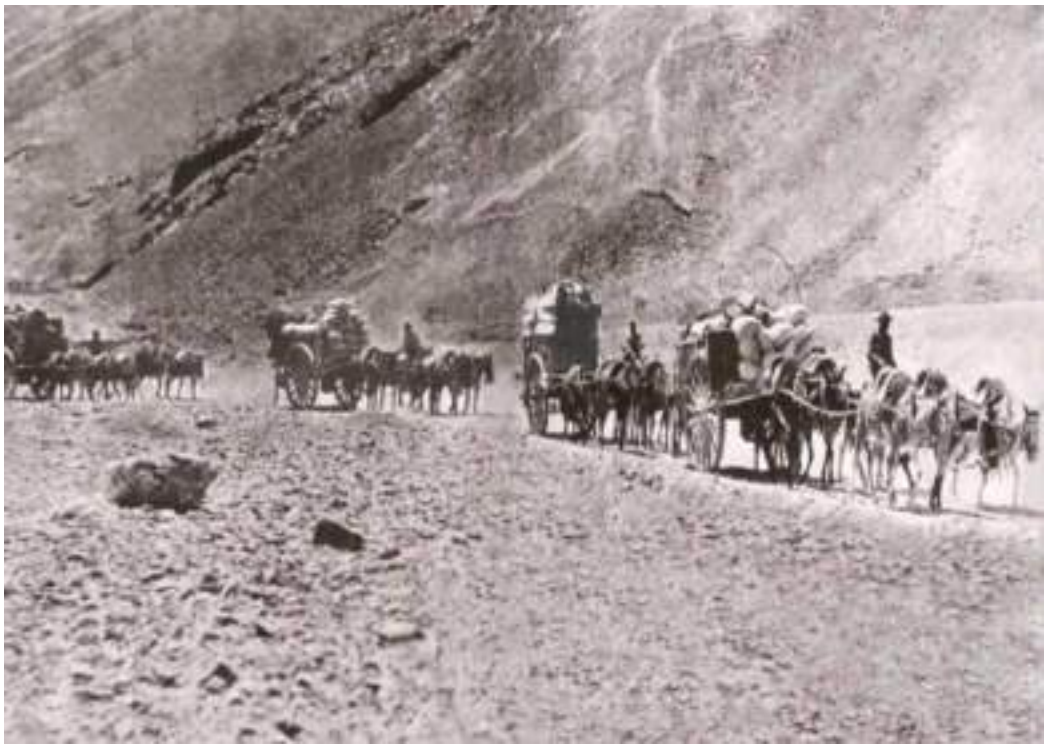


Imagen 16: Representación viaje en Carretas, video YouTube Historia de Chañaral.

Mapa Guía para el Análisis y Comparación

El Mapa Geográfico o Carta Jeográfica del Desierto i Cordillera de Atacama, elaborado por Francisco San Román para la Dirección de Obras Públicas en el año 1892, junto con un grupo de profesionales, con quienes recorrió el gran territorio del norte, nos presenta una guía de los caminos existentes en esa fecha, en donde se destaca como la principal ruta a las vías o líneas de trenes que conectaban a las faenas mineras con los puertos disponibles en la región. Cabe mencionar que otra fuente de comunicación entre las regiones era por vía marítima.

En este mapa también es posible distinguir las rutas de carretas que conectan ciudades con poblados, faenas mineras y aguadas, por donde circulaban los carros de arrastre impulsados por burros o caballos, en las cuales se trasladan las cargas de productos mineros o insumos. Anteriormente antes de la introducción de las carretas, se usaban las caravanas de llamas o burros, con los que se trasladaban las materias primas.

Y también aparecen los caminos troperos, los que básicamente eran usados por personas que caminaban dichos trechos extensos ya sea a pie o montando un burro o un caballo.

Y de manera excepcional se incluye el rastro del Camino del Inca.

Este es una imagen reducida de dicha Carta (Imagen 17) y al costado una imagen ampliada de sus referencias (Imagen 18):





RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

A continuación, se entregan los resultados del proceso de investigación, la que estuvo enfocada en trabajo de campo de los tres sitios seleccionados, en la búsqueda de información en internet y en la bibliografía disponible, en base a las entrevistas, en la comparación con el mapa de Francisco San Román y los mapas en Google Earth y Maps.

Imagen 19: Ubicación en el Mapa Regional los 3 lugares investigados.



CANTO DEL AGUA

Canto del Agua se ubica en un sector de la depresión intermedia entre la Cordillera de La Costa y la Pre Cordillera, en donde confluyen varias quebradas provenientes del este, de los cerros que se encuentran entre Copiapó y Vallenar. La principal quebrada aportante es la de Algarrobal por el norte. Todas estas quebradas no son ríos o no tienen escurrimiento superficial de agua, pero sí de manera subterránea, lo que permite la generación de un oasis en medio del desierto, el cual empalma con la Quebrada Carrizal que desemboca en la laguna de Carrizal Bajo.

Pertenece a la Comuna de Huasco, Provincia de Huasco, Región de Atacama. Sus principales estancias son: Agua del Lazo, Villa Nueve, El Zanjón, Yerbas Buenas, San Juan, Llano del Lagarto y Tabali. Antiguamente circulaba una línea de tren por el sector, por donde pasaban los cargamentos de los diferentes minerales extraídos de la Quebrada Algarrobal y la Quebrada Yerbas Buenas (ramal construido en el año 1868). Por el año 1960 habrían dejado de operar por completo estos ramales.



Imagen 20: Imagen captada desde YouTube actividad de Encuentro Rural en Canto del Agua.

REPORTE INVESTIGACIÓN EN TERRENO

Se realizan dos salidas de campo para verificar senderos y huellas identificadas en cartografía digital y aplicaciones digitales. Se efectúa un barrido por los alrededores de Agua del Lazo, que incluyen desde el norte la Quebrada Algarrobal desde la ruta que une Ruta 5 con Totoral, las localidades de Tabali, Canto del Agua y Llano de Los Lagartos.

Visitamos y entrevistamos a dos lugareños, uno de ellos de la comunidad diaguita Chipasse Ta Caluba, otro residente en Agua del Lazo y un tercero en Canto de Agua. Se registran con imágenes aéreas los distintos puntos de interés para crear material audiovisual, según lo planificado en el proyecto (Anexo 1.2). En terreno se logra evidenciar la amplia red de antiguas huellas, algunas en desuso y otras convertidas en caminos anexos o parte de los caminos enrolados actuales. Basado en nuestra investigación se comprueba la conexión del sitio con localidades de Totoral y Hacienda Castilla, ya sea por actividades mineras del siglo XX y segunda mitad del XIX, como también agricultura, tránsito y comercio.

En visitas en los alrededores de Agua del Lazo también se logra dar con sitios que presentan vestigios de taller líticos, ceramios indígenas y otros de tiempos más modernos de uso minero o pastoreo como vajillas, latas, metales, entre otros.

Desde las entrevistas logramos recoger información importante respecto a un posible tramo del Camino del Inca, hoy cubierto por caminos de tierra, que pasa con dirección Norte-Sur unos kilómetros al este de Agua del Lazo y es utilizado por las comunidades para llegar a Llano de Los Lagartos, rutas de pastoreo del s XX que conectan la localidad con el Valle del Huasco y la presencia de distintos sitios con vestigios arqueológicos indígenas protegidos por el hermetismo de los entrevistados. Se evidencian pircas habitacionales y de ganado en el sector de Quebrada Eureka, al Noroeste de Agua del Lazo, quebrada que conecta hacia la localidad de Totoral.

Y es el caso de la localidad de Agua de Lazo, cercana a Canto de Agua, que en la historiografía se relata que fue paso de la expedición de Pedro de Valdivia, quien utilizó el Camino del Inca. En el sector también se encuentra evidencia de la presencia de pueblos originarios como los Diaguitas. Esperamos poder confirmar el paso del Camino del Inca, por donde hoy se encuentran caminos y huellas de tierra que unen localidades como Totoral con Tatara (Freirina) pasando por Canto del Agua, como un oasis importante en la zona.

Registro fotográfico de las visitas a Terreno



Imagen 21: Sendero tropero, posiblemente usado recientemente por guanaco o ganado caprino. Sector Agua del Lazo.







Imagen 22 (arriba): Vista al oeste desde cerro cercano a Agua del Lazo.

Imagen 23 (abajo):Vista al sur cerro cercano a Agua del Lazo.

Imagen 24 (costado): En el llano cerca de Canto de Agua.



Imagen 25: Alineación de camino de tierra con brújula gps garmin inreach, 17 km lineales (Señalizado en foto satelital)



Imagen 26: Piedras lascas de diferente tipo en Canto del Agua, referencia tapa lente Nikon 50 mm.

Imagen 27: Pircado al costado del camino, sin vestigios arqueológicos evidentes. Camino minero de norte a sur, desde C-416 a C-432. A la derecha Sierra Chañar.



Análisis Territorial y Bibliográfico Provincia del Huasco

Desde las publicaciones de Jorge Cruz (2015), Francisco Ríos (1981) y de Oriel Álvarez (1992), se presenta un breve resumen que sirve de base para el desarrollo del análisis.

La movilidad de los grupos humanos que habitaron estas latitudes, fue acorde a las condiciones favorables brindadas por la zona, al contar con gran cantidad de quebradas que comunican el interior con el litoral y a la vez conectadas entre sí, ya que muchas de ellas disponen de recursos hídricos durante todo el año, lo que constituiría un factor decisivo para el asentamiento y desplazamiento de grupos humanos.

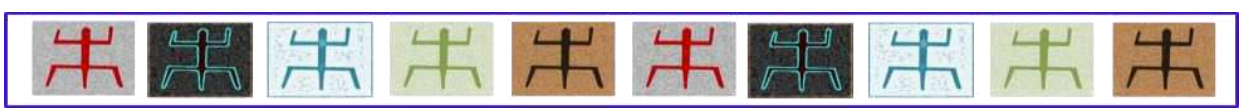
Durante la estación invernal, época poco propicia para vivir en la alta cordillera, la costa les ofrecía una variedad de recursos que secados o ahumados podían ser almacenados, proporcionando una estabilidad económica no comparable con la explotación de otros ambientes. Además, se reconocen dos tipos de grupos humanos, los que viven en las zonas altas del valle y los que ocupan las zonas costeras. Estos grupos costeros y montañeses se han mantenido a lo largo del tiempo, llegando incluso a extenderse hasta la época actual.

A pesar de que la cordillera de Los Andes constituye un sistema montañoso con abundancia de precipitaciones níveas, también tiene periodos de escasez de nieve, cuando quedan al descubierto corredores naturales llamados portezuelos, que pudieron haber permitido a la gente del Huasco y sus contemporáneos situados en la misma latitud allende Los Andes, posiblemente conocerse e intercambiar algunos productos.

Fue en la etapa cultural de El Molle, cuando los huasquinos dejan de depender exclusivamente de la caza y la recolección, y su economía tiende a hacerse cada vez más dependiente de la producción de alimentos vegetales y de animales domesticados. La abundancia de agua y buena calidad de los terrenos obligó a estos hombres a formar grandes grupos para emprender pesadas construcciones agrícolas.

Una nueva etapa tendió a la diversificación agrícola, haciendo mejor uso de la trashumancia ganadera, asociada al intercambio de productos a grandes distancias mediante caravanas de camélidos. De esta etapa cultural los arqueólogos la denominaron Las Ánimas o agro alfarero medio.

Esta etapa de la prehistoria fue de tránsito hacia la cultura Diaguita, teniendo su mayor desarrollo entre los años 1200 hasta la llegada de los europeos. Este período prehistórico marca la consolidación de los procesos de sedentarización habitacional, a base de grupos aldeanos con una organización social más integrada y compleja, con jefaturas y jerarquías



grupales según el parentesco, que controlaban las actividades económicas del valle a partir de un sistema de dualidad.

En Huasco Bajo se expone del hallazgo de un cementerio de la cultura Copiapó, en donde además de sus tipos diagnósticos, aparecen restos de metal y elementos del complejo alucinógeno. Este sector conformaría el límite más austral de la presencia de dicha cultura, lo cual manifiesta la necesidad de una mayor investigación en dicho Valle, respecto de este periodo.

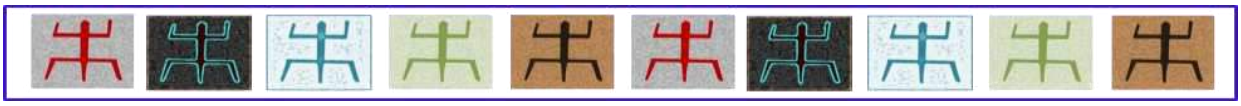
Durante el periodo Intermedio Tardío, aproximadamente entre los años 1000 a 1400 de nuestra era, en la Región de Atacama se desarrolló la cultura Copiapó. Se asentaron entre los ríos Salado y Huasco, evolucionando desde la cultura Las Ánimas de Atacama, con fuertes rasgos puneños y de forma coetánea a la cultura Diaguita de la cuarta región. Su patrón de asentamiento se establece preferentemente en riberas de ríos interiores y con una clara orientación cordillerana de economía agropastoril.

Para el caso del valle del Huasco, en la mayoría de los sitios el Periodo Intermedio Tardío y Tardío se dan de modo conjunto y por lo general es muy difícil distinguir lo específico para cada cual. Sin embargo, la constante es ver siempre ocupaciones Diaguita con una fuerte influencia Incaica y ocasionalmente alguna presencia de elementos de la Cultura Copiapó en el Valle del Huasco.

A mediados del siglo XV, llega a la Región de Atacama y por ende al Huasco el general Sinchiruca con diez mil hombres. Según otro cronista español, Jerónimo de Vivar, ocurrieron algunas escaramuzas y peleas ligeras entre pueblos, hasta que los hijos del sol establecieron una exitosa alianza con los diaguitas del Huasco y se produjo una interesante interacción cultural.

Con la llegada de Los Incas al Valle, se produjo una resistencia pero fueron sometidos y la organización Inca definió las autoridades para cada zona del Valle, nombrando a Caciques o Mandones. También aprovecharon las vías de comunicación existentes para distribuirse por el territorio y en los sectores llanos crearon el Camino del Inca al incluir tamberíos cada un día de marcha, por donde envían los tesoros encontrados al Perú, las que procedían de algunas minas como Capote y Canutillos, las que ya presentaban signos de explotación antes que llegasen los Incas.

El Huasco era gobernado por el cacique Maricande o Marican, quien tenía bajo su alero o tolderío, el sector de Huasco Bajo desde la costa hasta Paitanás (Vallenar). Dependían de él los caciques Coluba, Atuntaya y Moroco. A Coluba le correspondía la zona de Carrizal,



Canto del Agua (en donde habitaba) y el sector de Bahía Salada. Con la llegada de los españoles, Maricande es ajusticiado y Pedro de Valdivia nombra a Coluba en su reemplazo.

Los Incas revitalizaron el uso de la costa y los diaguitas continuaron con sus tradiciones y la administración de su territorio. El término del periodo tardío del valle del Huasco ocurre en el año 1536, cuando llega por un paso cordillerano de más al norte don Diego de Almagro, a la última zona de América exenta de acciones militares ejecutadas por las huestes españolas.

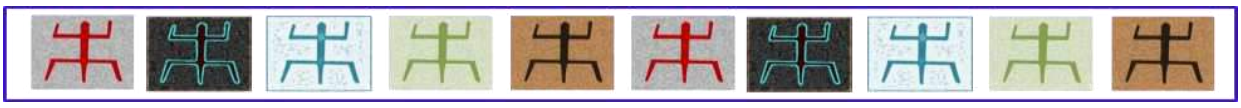
Al europeo, dominador de la situación, no le interesó la cultura local, mucho menos conservarla, buscaba únicamente el enriquecimiento rápido por la adquisición de metales nobles, y con la imposición del sistema de encomiendas que vino después, obtuvo grandes mercedes de tierra trabajadas gratuitamente por mano de obra indígena, sobre todo en la parte baja del valle. Desde ese momento, los ibéricos generaron una serie de prejuicios contra los indígenas, asignándoles una suerte de inferioridad innata, tratándolos como bárbaros, salvajes e infieles.

Posteriormente después de la Colonia, se menciona como un gran poblado que abastecía de cultivos agrícolas para las faenas mineras del sector cuyo auge comienza en el segundo ciclo del siglo XIX. Aproximadamente 25 mil habitantes se contaban entre Totoral, Carrizal Bajo, Carrizal Alto y Canto del Agua; en el mejor momento del mineral de Carrizal Alto; inclusive se construyó un tren especial hacia el mineral, uniéndose a los ramales que venían desde Yerbas Buenas y desde Merceditas, que transportaban sus productos hacia el puerto de Carrizal Bajo. Con el fin del auge minero de los alrededores, la población bajó considerablemente y en el gran pueblo de Carrizal Alto penan las ánimas.

Entrevistas

De manera complementaria entregamos los antecedentes aportados por las personas de Canto del Agua y por el Arqueólogo Francisco Garrido en entrevista vía zoom. Alberto Villegas, habitante local, Guardaparque y Comunero Diaguita, nos indica que en Canto del Agua existieron culturas antiguas como los Diaguitas y que "vestigios hay muchos solamente hay que buscarlos con responsabilidad".

Don Wiliam Fritis, residente e investigador de patrimonio local nos cuenta que–Francisco Ríos en su libro Las Riberas del Huasco narra que Pedro de Valdivia pasó por Canto del Agua, pero que no está claro por donde ingresa y por donde parte, indica que "por donde sale está clarito que tiene que haber pasado por donde está el Mineral de Capote, pero por donde llegó, yo presumo que por Totoral".

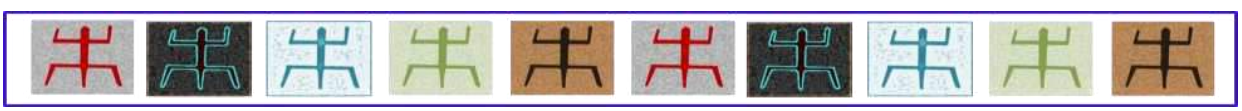


Villegas comenta que antiguamente la carretera (ruta 5) no pasaba por donde está ubicada actualmente, sino que transitaba por el medio del llano, el Llano de los Lagartos y que en la Cuesta de las Varillas estaban las posadas, que "incluso están los vestigios, las pircas donde estaban las posadas, después ya cuando a medida que el tiempo - como se dice - avanza y van avanzan los proyectos, hicieron la carretera hay caminos por todas partes".

Villegas nos agrega que también están los caminos transversales que van desde la costa hacia la cordillera, que se utilizaban para la trashumancia. Se "sabe que acá la primavera es en septiembre, octubre y en la cordillera es en el verano entonces aprovechaban los pastos de acá de la costa y después se llevaban sus animales hacia la cordillera hasta marzo, abril".

Francisco Garrido Escobar, arqueólogo y curador del Museo Nacional de Historia Natural, nos indica sobre Canto del Agua que es un sector bastante poco conocido, la única referencia que hay es sobre los Litos Geométricos de la Cultura Huentelauquén encontrados en ese territorio. Sobre la Cultura Huentelauquén, se habla de cultura pero no significa necesariamente que hayan compartido una identidad, se conoce que habitaron desde Antofagasta hasta Los Vilos, son grupos cazadores recolectores que vivían tanto en la costa como en el interior, que tenían básicamente una tecnología de puntas de lanzas bastante largas, de unos 15 centímetros lanceolada para cazar probablemente animales tanto marinos como terrestres, y además se encuentran unas piedras que tienen distintas formas geométricas que van desde tres lados como un triángulo, hasta unos similares a engranajes hasta con 22 lados, de función desconocida hasta la fecha.

Este destacado arqueólogo nos indica que en "el Valle de Huasco se investigó un poco cuando existió el Museo de Huasco en la época que estaba Sanguinetti". Se creó en los años 60 y Sanguinetti lo manejó hasta que falleció. Actualmente está a cargo de Jorge Zambra que lo mantiene hasta el día de hoy. "Pero en lo que es investigación arqueológica no se siguió desarrollando mucho en esa zona excepto cosas muy puntuales, no sé si tienen que ver con impacto ambiental pero también tuvieron otros hallazgos especiales que surgieron por aquí, por allá, durante esos años, pero el valle del Huasco se conoce súper poco su prehistoria."



Análisis Mapa 1892



Imagen 28: Recorte Mapa Jeográfico sector Canto del Agua.

Recordemos que, según las referencias del Mapa Jeográfico (Geográfico) del año 1892 editado por Francisco San Román, la línea negra gruesa representa las vías ferroviarias, las líneas negras no gruesas son los caminos de carretas, las líneas negras tenues las quebradas y las líneas delgadas punteadas son los Caminos Troperos. Las líneas rojas gruesas punteadas simbolizan las divisiones provinciales y comunales.

Del mapa se aprecian caminos interiores desde Canto del Agua en dirección norte que conectan hasta Totoral, tanto de carretas como troperas. En cambio, en dirección sur este se distinguen tres rutas, una línea de tren, un camino de carretas y un camino tropero. También existen dos caminos troperos en el medio de la llanura al este de Canto de Agua. El más lejano y cercano a la Ruta 5, es posible distinguir una parte de este en Google Maps y Earth, pero en los sectores de mucha arena (sur) se pierde el rastro. Éste viene desde la Quebrada Yerbas Buenas y da hacia el sector conocido como Punta de Rieles.

La otra huella o camino tropero que pasa por el medio del Llano no es posible encontrarla en Google Maps, especialmente por la erosión producida por la arena y los aluviones. Sí es fácil confundirse con el camino que atraviesa medio a medio por el poblado de Llano del Lagarto, pero este no presenta rasgos que puedan ser de origen de una huella tropera, pero sin duda sería prudente la realización de una revisión más profunda de dicho camino.

El único rastro que conecta a Canto del Agua con Copiapó, es la línea férrea que va en dirección a la quebrada Yerbas Buenas, la que en el sector de Punta Díaz se produce un cruce con el camino de Carretas que se conecta hacia el norte con el Mineral de Chañarcillo y este enfila en dirección con el Valle de Copiapó en el sector de Pabellón.

Existe una buena posibilidad, guiándonos por los relatos, de que el tren se halla construido sobre un camino anterior que se usaba para transportar los minerales en carretas, desde Yerbas Buenas hasta Carrizal Bajo, antes que se construyese el Tren; y, es muy probable que antes que fuese una ruta de carretas haya sido un camino tropero que se conectaba con las aguadas que están antes de Canto del Agua, siguiendo un lógico raciocinio de las culturas preincaicas.

Revisión en Google Maps y Google Earth.

Desde Google Earth 2008 fue posible encontrar rastros de caminos troperos en dirección al este, principalmente desde Agua del Lazo y Tabali, hacia las quebradas de la precordillera. Al respecto es muy posible que muchas de estas se deban al pastoreo de las cabras que son llevadas a lo alto en periodo de verano y tal vez probablemente se hacía lo mismo con los camélidos en los tiempos prehispánicos.

También se encuentran caminos troperos en dirección norte sur que unen los diferentes humedales o aguadas, así como rastros en la orilla del cerro en dirección norte, en donde algunas huellas se introducen en orientación oeste hacia las faenas mineras, así como un atajo hasta Totoral.

La mayoría de estas rutas troperas están junto a los actuales caminos, así que también se cruzan y en varios casos los caminos actuales siguen u ocupan el mismo rastro.

Resultados Canto del Agua

En Canto del Agua no hay estudios específicos sobre dicho asentamiento, pero sí se menciona como uno de los lugares en donde se encontraron las piedras talladas por la cultura Huentelauquén y también se le identifica como uno de los territorios donde habitaron parte de los Diaguitas antes que llegaran los Incas.

En los libros de historia se menciona a Canto del Agua como un sector en donde habitaban los pueblos originarios de la Provincia del Huasco, cuyos dominios abarcaban hasta Totoral y Bahía Salado.

El relato de las personas entrevistadas, da cuenta de la presencia de varios lugares y vestigios arqueológicos por los diferentes sectores asociados a Canto del Agua, así como de la posibilidad de que el Camino del Inca hubiese pasado por este pueblo.

De la investigación realizada por Carlos Pizarro y otros miembros del equipo, fue posible distinguir sistemas de pircas en los alrededores de los cerros del oeste del gran Llano, también se encontraron tallas cerca del poblado, se identificaron algunos caminos troperos y varios caminos actuales formales e informales.

En los registros fotográficos y de dron, es posible identificar caminos troperos en algunos sectores, como los cerros pequeños cercanos a los poblados como en los cerros de la cara oeste del gran llano. Es casi imposible encontrar huellas troperas en los sectores despoblados de mucha arena, donde también es posible apreciar la erosión producto de la circulación de vehículos.

Desde Google Earth fue posible encontrar rastros de caminos troperos en dirección al este, hacia las quebradas de la precordillera, en dirección noroeste hacia los cerros y Totoral; en dirección norte, tanto entre pueblos como saliendo de estos en dirección a Totoral o Copiapó.

A continuación, presentamos un mapa con los hallazgos georreferenciados desde Google Earth.



Imagen 29: Georreferenciación de huellas troperas (líneas amarillas) en Google Earth. Elaboración propia.

Representación Rutas Evidentes

Para culminar, presentamos una representación lógica de las conexiones de las rutas que debiesen haber usado los pueblos originarios en el sector de Canto del Agua, las que se detallan en la tabla continua.

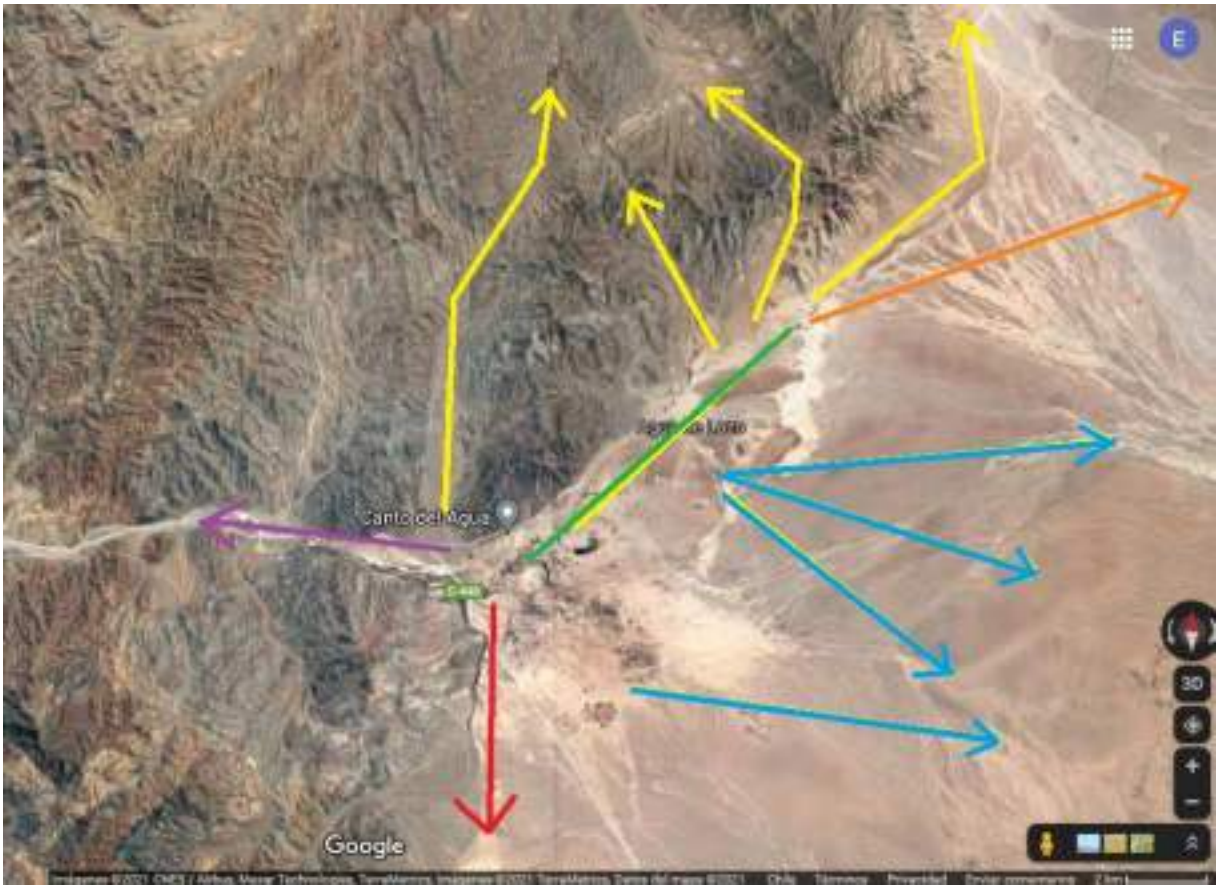


Imagen 30: Representación Gráfica de las Rutas. Elaboración propia.

Tabla 3: Identificación de las Rutas.

Línea	Color	Representa
	Verde	Ruta entre Asentamientos y Aguadas
	Amarillo	Rutas hacia Minas y Totoral
	Naranja	Ruta hacia el Valle de Copiapó
	Morado	Ruta hacia la Costa
	Rojo	Ruta hacia Santa Rosa de Huasco y Paitanás
	Celeste	Ruta de las Veranadas para la alimentación de los animales domesticados

BARRANQUILLA

El balneario de Barranquilla pertenece a la Comuna de Caldera, Provincia de Copiapó, Región de Atacama. Está ubicado a 66 km al sur de Caldera. Es un sector reconocido por sus hermosas playas de arenas café claro, en un sector dominado por amplios espacios dunarios y que se ha visto altamente poblado en los últimos años.

Se estiman en cuatro mil las viviendas instaladas en Barranquilla y según los datos aportados por los dirigentes, la mayoría son un segundo hogar de descanso. Alrededor de 400 personas viven efectivamente en este lugar.

Se ubica entre las Playas de Bahía Salado por el sur y de Playa La Virgen y Puerto Viejo por el Norte. La principal quebrada que desemboca por el poblado es la Quebrada Seca que viene desde medio del desierto por el este. Se ubica en el sector en donde se pierde la Cordillera de La Costa; los cerros de los alrededores son de mediana altura (200 a 400 metros) y discontinuos entre sí.



Imagen 31: Fotografía de Barranquilla desde sector de Cerro Negro. (Imagen modificada ampliada su altura en un 30%).

REPORTE INVESTIGACIÓN EN TERRENO

Visitamos el sector en dos salidas, donde se realiza trabajo de campo por toda la Quebrada Seca, alrededores y sur de Caleta Piedras Bayas y diversas quebradas y borde costero del Punta Verde hasta 3 km al norte de la mencionada playa, distante 6 km al norte de Barranquilla.

Se realizó una entrevista con un lugareño, pertenecientes a la comunidad diaguita María Alday y Sindicato N°1 de pescadores, como también vía telefónica con un integrante de la comunidad diaguita Sol Naciente.

Al recorrer Quebrada Seca, por sus características geográficas aluvionales solo se encuentran huellas recientes de vehículos, en el sector de faena minera cercana al cruce de acceso a Caleta Barranquilla se registran dos pequeñas pircas, de probable uso minero.

De los comentarios recogidos en la entrevista se nos informa la posible presencia de pircado tipo corral en una antigua mina al norte de la Quebrada Seca, en una zona de difícil acceso que no fue posible visitar.

En el sector de Caleta Piedras Bayas, en la pequeña bahía, ubicada inmediatamente al sur de la caleta mencionada se encuentra otro pircado de diversos usos costeros, donde fue posible encontrar vestigios cerámicos quebrados los cuales deben ser revisados por profesionales para confirmar su origen indígena. En formaciones rocosas al este de dicho pircado se hallaron conchales, con vestigios de huesos y piedras lascas, similares a los evidenciados en la primera visita a Caleta Piedras Bayas. Por su condición de concesión privada no fue posible investigar en dicha caleta.

En el sector de Punta Verde y al norte por el borde costero encontramos diversos caminos y huellas de pescadores/algueros y conchales de larga data, pero no así pircados o construcciones de origen indígena, dado los usos modernos, no fue posible determinar su relación con pueblos originarios.

De las entrevistas con lugareños de Caleta Barranquilla sí fue posible recoger testimonios de antiguos hallazgos de ceramios, puntas de flechas y utensilios de hueso hallados en los alrededores, de los cuales, lamentablemente no hay evidencia.

El desarrollo habitacional de los últimos quince años ha afectado la presencia o ubicación de vestigios arqueológicos, al igual que la abundancia de huellas vehiculares imposibilita establecer una relación de estas con senderos o caminos de origen ancestral. De los mismos comentarios de los habitantes locales se obtiene información de usos de pastoreos en zonas cercanas a Caleta Barranquilla (10 km al este aproximadamente) en las últimas décadas del S. XX.



Imagen 32: Fotografía de Islote Blanco en Barranquilla.

Las tradiciones de pesca y recolección se mantienen en la zona y el origen de la mayoría de las comunidades diaguitas proviene desde una raíz indígena. Se realizó registro aéreo en los sitios investigados para revisión y las cápsulas micro documentales.

El sector de Barranquilla tiene muy poca investigación arqueológica y a la vez diversa cantidad y calidad de evidencia de la instalación y paso de culturas costeras y diaguitas (como lo señala FL Cornely en su publicación Cultura Diaguita Chilena, habitaron incluso la costa de Atacama y Coquimbo), en este punto es importante poder profundizar la investigación.

Registro fotográfico de las visitas a Terreno



Imagen 33: Fotografía sector norte de Barranquilla, Punta Verde y Sierra Negra.



Imagen 34: Fotografía de Barranquilla.



Imagen 35: Pircado en torno a roca, múltiples usos temporales, probable origen de grupos costeros. Ladera sur Sierra Lomas Negras.

Imagen 36: Pircas de antigua data, sin uso reciente. Sitio arqueológico Caleta Piedras Bayas.

Imagen 37: Pircado costero en desuso vista oeste. Desembocadura Quebrada Punta Verde.









Imagen 38: Se aprecia un antiguo sendero costero al interior de quebrada en Sierra Lomas Negras.

Imagen 39: Senderos costeros en Caleta Piedras Bayas, se aprecian evidentes restos de conchales.

Imagen 40: Llano al sur de Quebrada Seca. Muchas huellas 4x4 de diversos usos. Se puede ver Caleta Barranquilla al fondo



Análisis Territorial y Bibliográfico Borde Costero Caldera

En base a la memoria "El alma de los metales: Producción tecnológica de piezas metálicas en el litoral de la Región de Atacama", de Catalina Gutiérrez Guíñez, podemos desarrollar el siguiente análisis territorial:

Se estableció una cronología tentativa, la cual comienza por I Periodo de Pescadores portadores de litos geométricos poligonales, representado básicamente por grupos pertenecientes al Complejo Huentelauquén, cuyas evidencias se encuentran en los sitios Puerto Guacolda, Caleta Totoral, Puerto Caldera, Bahía Obispo, Los Médanos, Pan de Azúcar y oasis de Totoral.

El II Periodo de Pescadores especializados, se caracteriza por la denominada «Cultura del Anzuelo de Concha» y por grupos especializados en la pesca, recolección y caza marina, cuyos sitios más representativos los encontramos en Puerto Guacolda, Bahía Carrizal, Caleta Chañaral y Bahía Maldonado, Los Médanos, Caldera y Calderilla. Este periodo se ha ubicado en correlación con Taltal, en donde el anzuelo está datado a partir de los 4200 a.C.

El III Período de Pescadores especializados, está representado por grupos de la llamada «Cultura del anzuelo de concha 2», quienes en oleadas posteriores a los grupos especializados, y que provienen del norte vía marítima, introducen un cambio tecnológico en la elaboración del anzuelo de concha, ahora de vástago largo, más resistente para la pesca de presas de mayor magnitud, más la introducción del anzuelo y barbas de arpones en hueso. Los sitios del litoral de Atacama que representan este periodo son básicamente los mismos que el anterior, en donde se sigue el cambio estratigráfico entre un periodo y otro. Hacia el final del Arcaico Tardío, los grupos especializados del litoral entran en contacto con poblaciones del interior Molle, dando origen al Formativo Temprano de la costa.

Durante el VI Periodo de Pescadores contemporáneos a poblaciones tardías del desarrollo regional, productoras de alimentos arriban poblaciones desde el interior, cuyas evidencias corresponderían a cerámica Copiapó negro sobre rojo - ante y Punta Brava, además de grupos del sur y del Norte Grande. Caldera y Taltal son los sitios clásicos de la costa donde confluyeron grupos étnicos prehispánicos de distintos territorios.

El último periodo o VII Periodo de Pescadores contemporáneos a la expansión Inca hasta la Colonia se caracteriza por un «decaimiento», en que las poblaciones dominadas por dicho imperio se constituyen en enclaves específicos para la explotación especializada de recursos marinos, dependientes de centros administrativos interiores.

Caldera habría constituido uno de los «focos» de dominio incaico, el cual a su vez, respondería a los centros político – administrativos al interior del valle de Copiapó. Evidencia de esto, es la presencia de tamberías, junto con material incaico en Obispito, Rodillos, Bahía Obispo, Playa Flamenco, Bahía Salada, Pajonal y Totoral.

Dentro de las pocas investigaciones arqueológicas realizadas en el litoral de Atacama, destacan las publicaciones de Cornely quien expone que desde Caldera a Huasco, toda la franja del litoral estuvo fuertemente poblada, dada la gran cantidad de cementerios hallados. Ya en estos tiempos, el autor menciona el alto grado de alteración de los contextos arqueológicos por lugareños en busca de oro, joyas o piezas de alfarería, destacando el cementerio de Bahía Salada como uno de los menos alterados.

Los sitios consistieron en conchales con material de superficie, junto con restos de construcciones, tales como círculos de piedra en pirca seca, denominados tambos y tambitos. Los materiales encontrados en la tumba excavada y en los recintos pircados, estarían en relación con el Inca en la costa de Obispito. Asimismo, en la mina Indio Muerto, se menciona la vinculación que tuvo este sitio con el litoral, por presentar restos alimenticios y adornos de origen costeño.

Por lo tanto, la mina se habría activado en tiempos preincaicos, existiendo una ruta minera longitudinal que conectó los oasis atacameños con el extremo septentrional de la Región de Atacama, incluyéndose en esta red elementos propios del litoral.

Los sitios costeros que presentan evidencias metálicas se manifiestan con el agro alfarero medio o Las Ánimas, no obstante, debemos recordar que no poseen una adscripción histórico – cultural segura. Para el periodo agro-alfarero Tardío, los sitios costeros con evidencias metalúrgicas corresponden a Obispito, el que es señalado como un importante enclave incaico, desde donde provienen cencerros, manoplas, campanillas, brazaletes, tumis, discos y aros.



Caldera constituyó un centro de «convergencia multicultural». En sus cementerios se han encontrado cabezales de maza, varillas, agujas, cinceles, pinzas, campanillas, manoplas, anzuelos, tupus, anillos, aros y brazaletes. De Puerto Viejo, en la desembocadura del Río Copiapó, provienen un anzuelo y minerales. En Bahía Salada y Maldonado, se han encontrado conchales con una ocupación hasta tiempos tardíos que presentaron aros y brazaletes de oro, anzuelos y escoria de cobre.

El contexto de Bahía Salada, presentó alfarería del tipo Copiapó, platos Diaguita incaico y urnas policromas, las cuales se caracterizan por tener imperfecciones en su manufactura.

Bahía Maldonado, presentó un cementerio con ocho tumbas asociadas, dentro de las cuales cuatro contenían ofrendas. Uno de los individuos estaba extendido y protegido por costillas de ballenas, con una laja protegiendo un jarro pato, un plato Copiapó y una fuente rojiza, posible variante del tipo Copiapó.

Totoral, presentó tumbas desde donde se extrajeron alfarería tipo Copiapó y otros tipos.

Según los antecedentes históricos asociados al Valle del Huasco, su administración preincaica abarcaba hasta Bahía Salado, por lo que debemos suponer que el sector de Barranquilla estaba bajo la administración de los pueblos del Valle de Copiapó.

También interpretamos que, según lo indicado por Francisco Ríos, (1981) en Bahía Salado se realizaban los encuentros tribales o de los naturales de Copayapu, en donde debiese haber "demostraciones de esos machitunes". Por lo que Barranquilla debe haber sido lugar de paso de los habitantes del Valle de Copiapó hacia dicha playa.

Entrevistas

Iván Álvarez, Presidente de la Comunidad Diaguita Sol Naciente de Barranquilla, nos indica que en varios sectores de Barranquilla han visto cerámicos y rucas de los pueblos originarios. Dicha información la mantienen con cierto resguardo para su protección. También dice que "hay que valorizar las cosas de cómo vivió la gente, los diaguitas fueron un pueblo sencillo. Un pueblo sencillo que se cuidaban entre ellos mismo sí".



A su vez, Warner Vera, socio del Sindicato N°1 de Pescadores de Barranquilla y comunero Diaguita, también menciona la presencia de muchos tambos, puntas de flechas, hacia el sector norte. Indica que "una vez un niño encontró un alambre, porque para allá hay unas minas de indios, en la tarde se ve el camino, en el triángulo se ve derechito el camino y hay una mina y el niño se encontró un alambre pensando que era de cobre pero era de oro."

Por su parte Francisco Garrido nos cuenta que en el borde costero "hay colecciones desde el periodo arcaico en adelante, desde la cultura de Huentelauquén hasta épocas más o menos recientes".

En el caso específico de Barranquilla lo más cercano que se conoce es el sector de la Bahía Maldonado. Se excavaron unos sitios del periodo arcaico, un misterio bastante importante, el periodo arcaico de recolectores es un periodo bastante amplio, que tiene varios miles de años del poblamiento, desde hace más de 10.000 años hasta casi 2.000 años atrás; ahí se encontraron algunos cuerpos del periodo más arcaico tardío y asociado a lo que se llama la cultura de anzuelo de concha.

Garrido se refiere a que "Taltal y Caldera prácticamente tienen casi los mismos tipos de materialidad cultural, porque en la costa tú siempre vas a encontrar la cerámica y las puntas de proyectil". En Caldera se encuentra bastante de la cultura Copiapó que el grupo que estaba en el Valle, "pero cuando llegan los Incas es básicamente como lo que tú encuentras en Caldera y en casi gran parte de la costa de la Región, esa misma cerámica tú la encuentras hasta Taltal, por ejemplo".

Hay un área muchos más amplia de contacto, hasta Taltal llegan cosas hasta de Arica, las que tienen que ver con otras redes de movilidad. En la costa probablemente los pescadores se movían mucho más de norte a sur por el mar y tenían bienes del lugar donde vivían pero también de lugares más lejanos.

"También es interesante porque gran parte de los materiales Incas, sobretodo metales que eran objetos, vestigios, se han encontrado en la costa, en Caldera está lleno, lleno de metales Incaicos, lo cual es bastante llamativo porque hay mucho más de lo que se encuentra en el Valle", detalla este destacado arqueólogo.



Análisis Mapa 1892

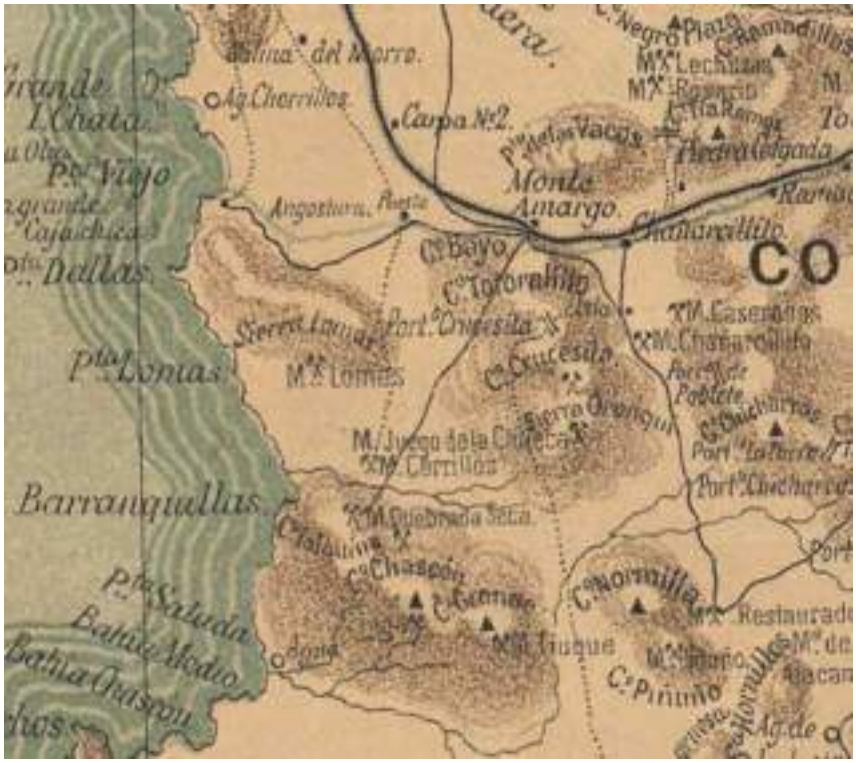


Imagen 41: Recorte Mapa Jeográfico sector Barranquilla.

Recordemos que según las referencias del Mapa Jeográfico (Geográfico) del año 1892 editado por Francisco San Román; la línea negra gruesa representa las vías ferroviarias, las líneas negras no gruesas son los caminos de carretas, las líneas negras tenues simbolizan las quebradas y las líneas delgadas punteadas son los Caminos Troperos.

Del Mapa se aprecia un camino tropero proveniente desde Caldera que conecta con las minas que están en la parte alta de la Quebrada Seca a unos 5 km aproximados al este de Barranquilla. Es demasiado lógico que dicho camino coincida con la actual Ruta Costera, eso se puede ver en una superposición de mapas. Del mismo mapa se muestra un camino de carretas que sale de Monte Amargo por el Río Copiapó, hasta una mina actualmente abandonada a unos 500 metros al sur del cruce.

Resultados de revisión en Google Maps y Google Earth.

Desde Google Maps se hace bastante difícil la ubicación de rastros por la erosión o movimiento de las arenas con el viento y la infinidad de huellas dejadas por los vehículos con tracción en las cuatro ruedas, deporte muy habitual en este sector.

Aun así se pueden distinguir rastros de las antiguas rutas provenientes desde el sector Monte Amargo del Río Copiapó, en dirección a Barranquilla, Bahía Salado, las minas de los alrededores y posiblemente en orientación de las caletas más al sur.

También en la Sierra Negra, sector Rocoso al norte de Barranquilla, es posible ver algunas huellas, como en el sector costero de este gran cerro rocoso y más abajo en la Punta Verde y su quebrada.

En algunos sectores de la orilla del borde costero donde hay presencia de rocas es posible distinguir rastro de las rutas. Un ejemplo de aquello es la siguiente fotografía tomada desde un video de dron, la que también es posible ver en Google Maps.



Imagen 42: Ruta tropera sector norte de Barranquilla.

Resultados Barranquilla

En los registros fotográficos y de dron, es posible identificar caminos o huellas troperas en los sectores de rocas. Es casi imposible encontrar huellas troperas en los sectores de arena, existe bastante erosión producto de la circulación permanente de vehículos 4X4, pero en los casos de terrenos vírgenes, es el viento que traslada la arena y que taparon cualquier vestigio de alguna posible huella tropera.

Del relato de las personas entrevistadas, quienes comenzaron el poblamiento actual de Barranquilla desde la década del 70, dan cuenta de haber encontrado sistemas habitacionales y cerámicas en varios sectores en las proximidades de la Caleta.

De la investigación realizada por Carlos Pizarro y otros miembros del equipo, fue posible distinguir posibles lugares que hayan servido de cobijo para quienes habitaron estos sectores, los que se encontraron en el sector de Piedras Bayas por el sur, Cerro Negro por el este y en las Quebradas: Seca, de la Sierra Lomas Negras y Punta Verde. También se encontraron cerámicos y rastros de rutas troperas.

En virtud de lo anterior se puede deducir que la ruta más usada entre las comunidades costeras eran las orillas, tanto en las rocas como en las playas. En sectores con planicies o acantilados y más rocosos, se pueden encontrar caminos a mayor distancia de la orilla, como fue posible evidenciar en la Sierra Negra. Los caminos hacia el interior para el intercambio con los otros pueblos, aparentemente se hacían a través de las cuencas más pronunciadas (Río Copiapó o Quebrada de Totoral), principalmente por el acceso a la disponibilidad de agua.

A continuación, presentamos un mapa con los hallazgos georreferenciados desde Google Earth.



Imagen 43: Georreferenciación de huellas troperas (líneas amarillas) en Google Earth. Elaboración propia.

Representación Rutas Evidentes

Y para culminar presentamos una representación lógica de las conexiones de las rutas que debiesen haber usado los pueblos originarios en el sector de Barranquilla, las que se detallan en la tabla continua.



Imagen 44: Representación Gráfica de las Rutas. Elaboración propia.

Tabla 4: Identificación de las Rutas.

Línea	Color	Representa
	Verde	Rutas desde la orilla hacia Aguadas
	Conchevino	Ruta hacia minas o Talleres Líticos
	Morado	Ruta hacia Caldera desde la Mina Q. Seca
	Rojo	Ruta que recorre todo el Borde Costero por la orilla
	Celeste	Ruta desde la Bahía hasta el Cerro Negro

FINCA CHAÑARAL

La Finca Chañaral Alto está a 20 km al noreste de Inca de Oro, en la Comuna de Diego de Almagro, Provincia de Chañaral, Región de Atacama. El sector de La Finca es atravesada por la Quebrada Chañaral Alto que desemboca en la Quebrada Chañarcito. Está rodeada por dos aleros rocosos que le dan sombra por la mañana y por la tarde temprano. Está a unos 1500 metros aproximados de altitud sobre el nivel del mar.

El sector de la finca es una especie de embudo, que permite la presencia de un Oasis y el escurrimiento de agua superficial en pequeñas proporciones. Eso permite la mantención de un Bosque de Chañares, junto con otros árboles. También su agua es aprovechada para abastecer a la ciudad de Diego de Almagro.

Es un sitio de reconocimiento mundial para la gran presencia de Arte Rupestre en sus rocas. Los últimos aluviones generaron un gran socavón, cortando el antiguo camino y dejando algunas tumbas de pueblos originarios a la vista.



Imagen 45: Finca de Chañaral desde las alturas.

Reporte Investigación en Terreno

Se realizaron dos visitas al sector, junto a la localidad de Diego de Almagro y vegas del interior de La Finca Chañaral Alto. Se recorrió una pequeña fracción del Camino del Inca al norte de La Finca Chañaral y algunas quebradas de la misma área. Se realizan dos entrevistas y registro audiovisual aéreo, como también verificación de los nuevos datos obtenidos de las entrevistas en las plataformas digitales y entrevista telefónica con especialista técnico en el Camino del Inca.

Este sitio cuenta con una variada investigación arqueológica, es parte del Camino del Inca que es reconocido como Patrimonio Mundial y cultural respecto a las diversas culturas que recorrieron o habitaron el lugar.

En terreno se puede evidenciar este camino, con estacas que lo señalizan en algunos sectores y algunos otros vestigios arqueológicos en los alrededores, lo que confirma lo recogido desde las entrevistas, a una criancera colla del sector y a un investigador local de Diego de Almagro, respecto a la relación de La Finca de Chañaral con distintas aguadas y rutas que lo conectan con sectores como Chañarcito, finca Quinta Chañar, ambas al norte y otras como la vega, mostazal, Mocobí y otras majadas collas al este y noreste en el sector precordillerano, al igual que mencionan rutas hacia el Salar de Maricunga. Esto se puede confirmar en ~~de~~ diversas investigaciones arqueológicas publicadas.

De norte a sur, La Finca de Chañaral fue un oasis privilegiado de establecimiento y paso de culturas Atacameñas, Copiapó, Molle, Ánimas e inca/diaguita hasta la llegada de los españoles. El Camino del Inca está en ciertas áreas demarcado y en otras solo es la fauna nativa, especialmente guanacos (*lama guanicoe*) quienes lo utilizan, además de algunos amantes del patrimonio y el deporte que lo han recorrido en ocasiones.

Registro fotográfico de las visitas a Terreno

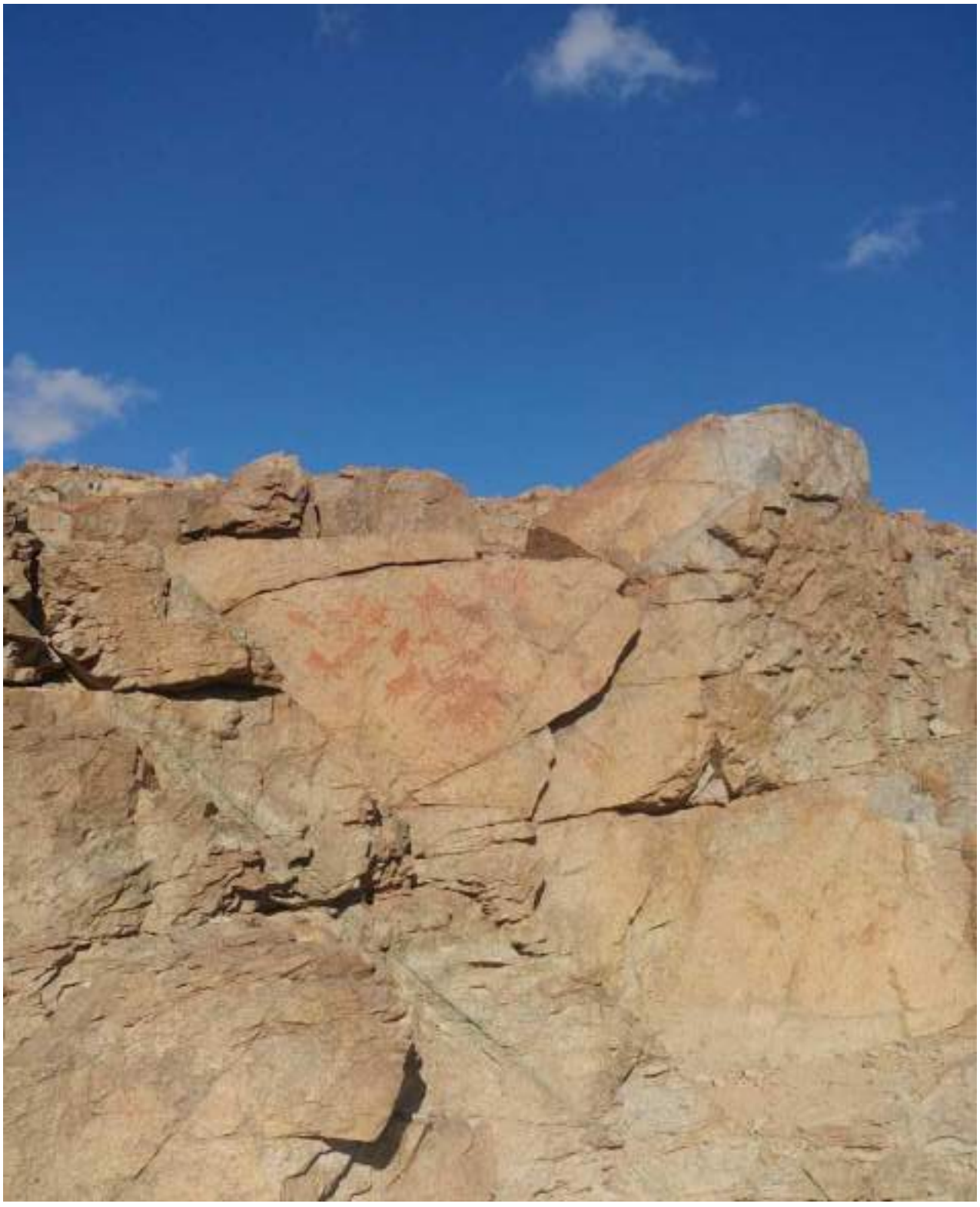


Imagen 46: Panel de camélidos. Pintura Rupestre vertiente este en La Finca de Chañaral Alto.





Imagen 47: Panorámica hacia el sur del Camino del Inca, se alcanza a ver el sendero bajando en zig zag.

Imagen 48: Ruta C-253, sendero indicado por lugareños como el acceso desde el norte del Camino del Inca, hacia La Finca.



Imagen 49: Estaca señalizando el Camino del Inca. Sector norte de la Finca.

Imagen 50: Aguada de Finca Chañaral.

Imagen 51: Sitio patrimonial al noroeste de Finca Chañaral, ruta C-253, Quebrada de Chañaral Alto.





Análisis Territorial y Bibliográfico de Diego de Almagro

En base a un extracto del libro "La Trashumancia en la Minería del Norte Chico" de Ricardo Arredondo Carvajal, podemos desarrollar el siguiente análisis territorial:

La minería es una actividad que se desarrolla tempranamente, caracterizada por los grupos humanos que se desplazan entre la costa y la pampa transicional, en busca de presas de caza, agua y núcleos extractivos de rocas para la elaboración de herramientas líticas. El desarrollo sostenido de esta actividad desemboca en la trashumancia estacional, actividad que consiste en el traslado permanente entre un piso ecológico y otro, en busca de recursos necesarios para la sustentabilidad de la vida.

Este tránsito es regulado por los cambios estacionales, desde el mar hacia la cordillera en los meses más cálidos estos grupos se desplazan hacia los bofedales y oasis andinos, donde se encuentran las manadas de guanacos que ocupan estos espacios como campo de pastaje y sitios de reproducción. En la periferia de estos sitios se encuentran núcleos rocosos que sirven para el abasto de material ocupado en la fabricación de herramientas líticas, necesarias para el proceso de caza y faenamiento de presas.

Al sur oeste de la localidad de Diego de Almagro, se encuentra un sitio arqueológico con el fechado de actividad minera más antiguo de la comuna, correspondiente a unos 5.000 años a.C. El sitio comprende una variedad de talleres líticos dispersos por toda el área en los cuales se confeccionaban herramientas y utensilios, con características bifaciales y monofaciales, lo que da cuenta de una tradición extensa en esta actividad, además de la existencia de una red de intercambio de herramientas líticas o de rocas como materia prima, usada posteriormente para la confección de otras herramientas entre una diversidad de grupos étnicos que se encontraban dispersos en los territorios de la Región de Atacama en dicha época.

Para los grupos que habitan en la comuna es la minería la que permite el florecimiento de una identidad común, pero además la distinción con otros grupos produjo una dinámica interna relacional de alianza y reconocimiento al interior del mismo grupo, al mismo tiempo que de alteridad u otredad con los grupos foráneos.

Estas dinámicas de identidad entre miembros del mismo grupo frente a otros, dan paso a la necesidad de manejar los recursos naturales de forma eficiente para poder mantener la cohesión y la estabilidad al interior del grupo y formar alianzas de intercambio comercial. En la comuna de Diego de Almagro el desarrollo sostenido de la minería complementado con la trashumancia, constituyen la base identitaria de la población local.



Desde el desarrollo de estrategias de caza y fabricación de herramientas, se da otro cambio en la lógica del ser humano primitivo y tiene que ver con los modos de producción, el cual será diferencial para cada grupo, determinado por el nicho ecológico en el cual se emplace. Esto definirá a grupos nómades de grupos sedentarios, lo que favorecerá el surgimiento de caminos, rutas y circuitos de intercambio local, donde se comercia mercancía de uso diario entre los grupos regionales circundantes, dando paso a la articulación de relaciones económicas como el trueque y las alianzas interétnicas las que permiten diversificar la cultura local por medio del contacto con otros grupos de la región o de lugares más lejanos como la Puna y la Sierra Andina.

Existe un sitio poco explorado en Pampa Arenales, ubicado a cuatro km al noroeste de Pampa Austral, exhibe estructuras de piedras de carácter piramidal, de las cuales se maneja poca información debido a la deficiente exploración e investigación de estas estructuras que datan del periodo arcaico, evidenciando las extensas zonas ocupadas por los grupos cazadores recolectores.

Los hallazgos en Pampa Austral dan cuenta de la presencia de la Cultura Huentelauquén en esta zona. Los hallazgos en la Mina Las Turquesas registran presencia de las diferentes culturas que habitaron el Valle de Copiapó a la que se suman las culturas San Pedro y Atacameños, venidos desde el Despoblado de Atacama, por el norte.

Carlos González (2018), da cuenta de que "en distintos lugares del oasis, en ambos costados de la quebrada, hemos encontrado más de 200 superficies rocosas (o paneles) con pinturas preferentemente de color rojo, con motivos geométricos, abstractos, antropo y zoomorfos, como también otros indeterminados. Al parecer se utilizó óxido de hierro molido para realizar estas pinturas. Junto a estas evidencias rupestres, se han localizado en el oasis asentamientos (espacios de viviendas), cementerios de túmulos (montículos de tierra y piedras) y sepulturas aisladas. Además, se observan algunas construcciones de adobe y piedras de épocas históricas y recientes, dando cuenta de una ocupación humana continua desde tiempos prehistóricos hasta la actualidad".

También se indica que La Finca Chañaral Alto da cuenta de la presencia de las Culturas Molle, Las Ánimas, Copiapó e Inca-Diaguita, según los registros de los estudios realizados por el Arqueólogo; pero tampoco descartan que dado sus condiciones naturales, La Finca haya sido ocupada por los grupos humanos del periodo arcaico.

Entrevistas

Juan Guillermo Rojas es profesor de matemáticas, artesano y estudioso de los Pueblos Originarios, quien desde joven se estableció como profesor de la Escuela Aliro Lamas, en la comuna de Diego de Almagro, lo que le permitió conectarse y aprender sobre el patrimonio y las culturas ancestrales.

Nos plantea que Diego de Almagro, en el sector de El Salvador y Pueblo Hundido, fue habitado por la Cultura San Pedro y que en el oasis de La Finca Chañaral se estableció una mayor interculturalidad, dado su ubicación estratégica.

Este profesor se inscribió en el arte de las letras y patrimonio al escribir tres libros sobre los Pueblos Originarios; uno sobre La Finca, el segundo sobre el Arte de los Indígenas y el último sobre la Cerámica de los Diaguitas.

Nos indica que antiguamente el sector poblado de Pueblo Hundido estaba ubicado en la salida oeste del actual pueblo, donde se encuentra la Aguada. Pero que los pueblos originarios habitaron el sector de la Quinta Los Chañares, en donde había agua y vegetación abundante, en donde ha encontrado vestigios arqueológicos.

En la Finca Chañaral, también estima que había intercambio cultural con los pueblos trasandinos.



Imagen 52: Registro de Rutas troperas en dirección este y oeste, en cerro que acompaña el sector de La Vega, en la parte alta de la Quebrada Chañaral.

Sobre las rutas troperas nos agrega que existe una conexión que va desde la Quinta Los Chañares hacia la Finca Chañaral en dirección sureste y otra que va hacia La Finca Chañarcito en dirección suroeste. A lo que suma una posible conexión de esta última hacia la Finca.

Por último, indica haber encontrado una huella que podría ser una Ruta Alternativa paralela al Camino del Inca, por el Llano en el sector este de La Ola, muy cercana a la antigua línea ferroviaria del Tren Longino.

Carmen Araya, criancera y habitante de La Finca, nos cuenta sobre todos sus recorridos por el sector, lo que ha visto y vivido durante toda su vida. "Una vez fuimos a velar a mi marido al Camino del Inca, estaba muy hermoso y limpio, como que recién hubiesen pasado, es muy bonito por allá", nos relata cuando la fuimos a visitar.

Gracias a su presencia, sitios como La Finca y sus alrededores cuentan con cierta protección y mantienen vivas las tradiciones de los pueblos originarios. Ella vivió en carne propia la fuerza del aluvión del 2015 en el sector alto de la Quebrada Chañaral, nos indica que se salvaron de milagro, ella con su padre, de morir arrastradas por las aguas.

Por su parte, Francisco Garrido nos relata sobre su trabajo con el proyecto del Qhapaq Ñan "estuve trabajando con el Consejo de Monumento en ese proyecto, entre 2007 y el 2015; durante esos años estuve ahí haciendo los registros de esa zona, en el Camino del Inca pudimos por lo menos catastrar muy bien todo lo que era desde Portal del Inca en El Salvador hasta La Finca, lo único, el principal problema, es que el aluvión del 2015 dañó bastante el camino, sobretodo en la zona que se llama Llano Topón Azul o Pampa del Inca, en ese sector en particular que está hacia el sur del río de la Sal, ahí probablemente muchos sitios deben haber desaparecido, lo mismo que pasó con La Finca con el socavón que se hizo, que destruyó la continuidad del camino".

Garrido nos aclara que es importante entender que el Qhapaq Ñan, no era un simple camino sino que era parte de una red y que en ese sentido siempre va a ver un ramal más troncal, que en el caso de Chile va de norte a sur, pero que también tiene distintos desvíos. Si bien tenía una función estatal y era la ruta del imperio para generar la conectividad del territorio, también la gente local la utilizó y en ese sentido lo interconectó con otras rutas locales.

Este investigador se refiere a las otras rutas alrededor del Camino Principal, "de la Finca hacia el norte, tiene muchos ramales paralelos y desvíos, sobre todo hacia el sector del Cerro Vicuña, el cerro más grande que está ahí, tiene varias caminos que van hacia allá, yo no lo he seguido hasta el final pero se ve que continúan y siguen hacia allá; todos esos ramales tienen cerámicas, estructuras y lugares de descanso."

Comparación hallazgos con Mapa 1892



Imagen 53: Recorte Mapa Jeográfico sector Finca Chañaral.

En la imagen del mapa se aprecia en primera instancia el Camino del Inca, en un segundo plano se identifican las rutas de carretas, principalmente la que atraviesa la Quebrada de Chañaral, hacia el norte la que conecta al Cerro Vicuña con Pueblo Hundido, hacia el oeste,

las que conectan a la Finca Chañarcito en dirección sur con las diferentes minas establecidas a la fecha de 1892; en cambio no se aprecian registro de rutas troperas.

Resultados de revisión en Google Maps y Google Earth

Por Google Earth fue posible encontrar varios rastros que se pueden asociar a caminos troperos que acompañan el Camino del Inca en su recorrido por el llano que lleva hacia el norte al costado del Cerro Vicuña. Son tanto caminos paralelos así como perpendiculares.

También fue posible encontrar un rastro que conecta La Finca con la Quinta ubicada en Diego de Almagro usando Google Earth versión 2008, así como de esta última con la Finca Chañarcito, la que el Cerro San Antonio atraviesa por la mitad.

Hacia el sur de la Finca, es posible distinguir rutas troperas que se conectan con el Camino del Inca y otras que van en paralelo que vienen desde la parte alta de la Quebrada Chañaral, también en el Llano que se aproxima a Inca de Oro como en el cerro del Este.

Resultados

La Finca es reconocida en la historia como el primer gran oasis después de cientos de kilómetros del recorrido del Camino del Inca desde el Despoblado de Atacama, cuya evidencia queda en los escritos de la comitiva que acompañaba a Pedro de Valdivia cuando invadieron nuestro territorio.

De la investigación realizada por Carlos Pizarro y otros miembros del equipo fue posible distinguir diferentes rutas y huellas tanto en los cerros como por las quebradas.

En los registros fotográficos y de dron, es posible identificar caminos troperos en varios sectores alrededor de La Finca, como en el cerro este de la misma Finca y los cerros que acompañan la quebrada en dirección sureste, como también en la Quebrada Chañaral al norte de la Finca, en dirección noroeste.

A través de Google Earth fue posible encontrar algunos rastros que podrían ser las rutas mencionadas por el Profesor Juan Guillermo Rojas, que unen la Quinta de Chañar con La Finca de Chañaral en dirección sur este, como también hacia la Finca Chañarcito en dirección sur oeste, así como las mencionadas por Carmen Araya hacia el suroeste por la Quebrada Chañaral.

También se encuentra evidencia de caminos troperos que confluyen en un punto con el Camino del Inca, unos 5 km aproximados al sur de la Finca, antes de bajar al camino que da directo a Inca de Oro. Estos rastros tienen múltiples direcciones, pero habitualmente son ocupados por caminos modernos.

A continuación presentamos un mapa con los hallazgos georreferenciados desde Google Earth.



Imagen 54: Georreferenciación de huellas troperas (líneas amarillas) en Google Earth. Elaboración propia.

Representación Rutas Evidentes

Y para culminar presentamos una representación lógica de las conexiones de las rutas que debiesen haber usado los pueblos originarios en el sector de La Finca Chañaral, las que se detallan en la siguiente tabla:



Imagen 55: Representación Gráfica de las Rutas. Elaboración propia.

Tabla 5: Identificación de las Rutas

Línea	Color	Representa
	Verde	Camino del Inca
	Conchevino	Ruta hacia minas
	Celeste	Ruta en dirección nor oeste que se bifurca entre la Finca Chañarcito y la Quinta Chañaral
	Naranja	Rutas que se conectan hacia La Vega y los sectores altos de la Quebrada.

CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

Conclusiones

De los tres sitios investigados, solamente La Finca de Chañaral cuenta con investigaciones arqueológicas en profundidad que permiten identificar de manera sistemática quienes vivieron en el oasis, en cambio en Barranquilla y Canto del Agua, no existen investigaciones específicas.

En los tres lugares se encontraron vestigios arqueológicos como sistemas de pircados para habitaciones, corrales, conchales, talleres líticos, registros oficiales de zonas protegidas por ley de Monumentos Nacionales, el Qhapaq Ñan, senderos, huellas y rutas troperas, cerámicos, piedra lasca y talla.

También las personas entrevistadas en los tres sitios, dan cuenta dentro de la historia traspasada de la presencia de pueblos originarios como de la permanencia de algunos tambos y rutas milenarias.

Dentro de los sitios encontrados en terreno utilizados como habitaciones o lugares de residencia, hay varios que mantuvieron los usos de parte de trabajadores en los tiempos actuales o cercanos en las últimas décadas. Lamentablemente muchos de ellos se encuentran con basura actualmente y son usados como baño.

En el caso de senderos, huellas y rutas troperas, que aparentemente tienen una larga data, también han sido utilizadas como base para la habilitación de caminos actuales, instalaciones de tendidos eléctricos y sondeos mineros. Inclusive hasta el mismo Camino del Inca se encuentra intervenido por caminos pavimentados, rutas oficiales como rutas mineras no enroladas. Nos referimos a caminos que usan su mismo rastro y sentido.

En el borde costero en los sectores lejanos a los Valles la principal conexión es por la orilla, ya sea en las playas, entre medio de las rocas o la parte alta de los acantilados. En los valles la principal conexión es dentro del mismo valle y en el desierto es con las rutas hacía los humedales y bofedales, donde se pueda llevar a los animales domesticados para su alimentación, en sectores altos y cordilleranos. Otras vías de conexión es con los lugares de trabajo asociado a la minería, pero siempre teniendo en cuenta el acceso con alguna Aguada.



Sugerencias

A modo de sugerencias consideramos que la Región de Atacama es muy rica en la presencia prehispánica de diferentes culturas, sobre las cuales es necesario el desarrollo de una mayor investigación, abarcando aspectos poco estudiados como por ejemplo la dieta o los alimentos que consumían, sus costumbres, su vestimenta, sus pasatiempos, las interconexiones entre pueblos, etc., muchos elementos sobre los que hoy existe tecnología para su estudio.

Para asegurar un resguardo seguro de los sitios arqueológicos, también es necesaria una mayor educación al respecto, en todos los niveles educativos. Esto también ayuda en mantener información disponible para todo público.

Es urgente un reconocimiento más profundo de los Pueblos Originarios, ir más allá de lo social o de un registro, se requiere rescatar la memoria histórica que es parte de nuestra identidad y parte de nuestro patrimonio intangible.

Es recomenzar la Historia, Chile no partió en la Independencia o con la llegada de la escritura de parte de los españoles, sino que comienza con la historia de vida de los grupos humanos que habitaron nuestras tierras desde hace miles de años.

El Estado debe jugar un rol más activo en la puesta en valor del patrimonio de los pueblos originarios. Avanzar desde fondos concursables a fondos permanentes y dotarlos de mayores recursos.

También consideramos pertinente que en las principales entidades públicas que ejecutan proyectos de obras públicas, debe haber un Arqueólogo que sea capaz de asegurar que las iniciativas de inversión no vayan a afectar algún sitio patrimonial.

La ciudadanía también juega un rol fundamental en la protección y conservación de los sitios arqueológicos, tiene que asumir conscientemente, de manera educada e informada, que tenemos que preservar nuestra identidad y nuestro patrimonio y no afectar con actos irresponsables como dejar basura, rayar, usar como baños, romper o mover piezas, conductas que al final terminan destruyendo nuestra cultura.



Disponer de mayores estudios e información arqueológica es relevante para el sistema de evaluación ambiental, de los proyectos privados que se someten a dicho proceso y las empresas también tienen la posibilidad a través de la Responsabilidad Social Empresarial y mediante los compromisos voluntarios ambientales a respaldar las investigaciones no tan sólo en el terreno donde se emplaza su proyecto, sino que en la comuna en donde están interviniendo.

Respecto de los caminos troperos o rutas milenarias, consideramos que es importante identificarlos y que cada Municipio los considere como parte de su patrimonio, estos senderos pueden darle un espacio al desarrollo cultural de los pueblos originarios y del resto de la comunidad. Es posible incentivar su recorrido, de manera responsable, como elemento de apoyo a la salud de las personas. La creación de rutas y recorridos patrimoniales y actividades de reconocimiento ayudarían a su conocimiento y valorización. Sería un profundo avance que los Municipios postularan algunas de estas rutas milenarias para ser consideradas como Monumentos Nacionales.

También es importante, aprovechando el momento constituyente, que se pueda establecer un diálogo entre académicos, investigadores, gestores culturales, guías de turismo y actores públicos, para buscar la manera de que las rutas sean declaradas como Monumentos Arqueológicos (previa investigación) pero que puedan ser recorridos por la comunidad.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, Manuel; Maldonado, Nicole; Izquierdo, Tatiana; Bernárdez, Enrique; Cáceres, Miguel. "Guía Geológica, Un Recorrido Geoturístico por el Área Marina Costera Protegida Isla Grande de Atacama". Universidad de Atacama, 2018.
- Alé Cortés, Ángelo, 2015. "Complejo cultural Las Ánimas: una aproximación al cambio social que permite su surgimiento en el norte semiárido chileno" (650-1200 d.c.). Memoria de título. Universidad SEK.
- Álvarez, Sebastián. 2019. 2° Encuentro Rural en Canto del Agua. https://www.youtube.com/watch?v=sl_-yCyuqBE
- Aracena, Alejandro. Cultura Copiapó, pueblo originario de la región de Atacama. Blog Tierra Amarilla. 2016.
- Arredondo C., Ricardo. "La Transhumancia en la Minería del Norte Chico". Departamento de Cultura y Turismo, Ilustre Municipalidad de Diego de Almagro, 2014.
- Arévalo T., Jorge y Arancibia, Andrea. "Arte Nativo en las Rocas". Corporación Pro Patrimonio, Cultura y Turismo de Atacama, 2019.
- Alvarez H., Oriel. "Freirina, Una Historia". Municipalidad de Freirina, 1992.
- Bustamante, Patricio y Rojas, Rodrigo. "Caminos de Chile – Caminos del Inca". Centro de Extensión del Senado, 2015.
- Cabello, Gloria. "Marcando yacimientos: Pinturas rupestres y minería en la Región de Atacama, Chile (600-1300 D.C.)". Universidad de Buenos Aires, 2017.
- Castells, Carmen, Catherine Westfall, , Carlos González. "Conservación Arqueológica del Itinerario Cultural del Qhapaq Ñan de El Salvador, Región de Atacama". 2008.
- Codelco Chile División Salvador. "Anexo 10; Prospección arqueológica y paleontológica proyecto flotación de escorias convertidor teniente Fundición Potrerillos". Codelco Chile División Salvador, 2011.
- Castells, Carmen, Carlos González Godoy y Catherine Westfall. "Mina las turquesas: lapidaria, secuencia alfarera prehispánica e interrelaciones culturales en un espacio internodal del Desierto de Atacama, Chile". Estudios Atacameños, 2017.
- Chile Conectado TVN. 2019. El artesano al rescate de la Cultura Atacameña. https://www.youtube.com/watch?v=1G64bpvTVh8
- Consejo de Monumentos Nacionales. 2020. Día del Patrimonio Cultural en casa - Región de Atacama - Pueblos Indígenas. https://www.youtube.com/watch?v=AGXqn2ziE2Q
- Consejo de Monumentos Nacionales. 2020. Día del Patrimonio Cultural en Casa - Región de Atacama - Historia Minera de Chañaral en el S. XIX. https://www.youtube.com/watch?v=Z32O3PYR_1Q
- Consejo de Monumentos Nacionales, Dibam, SNIT; "Estándares Mínimos de Registro del Patrimonio Arqueológico".
- Cornely, F. Cultura Diaguita – Chilena (Provincia de Coquimbo y Atacama). 1949

- Cruz, J. 2015. Prehistoria del Huasco. (cap. I, pp. 19 – 23). En: Órdenes, E (ed). Biodiversidad de la Provincia de Huasco: Rescate de la biodiversidad agrícola con valor alimentario y patrimonial de las comunidades diaguitas y campesinas.
- Dron Ricky. 2019. Islote Blanco Barranquilla Chile. https://www.youtube.com/watch?v=8scAnOfzObY.
- Gallardo I., Francisco. "Estilos de arte rupestre e interacción social en el Desierto de Atacama (norte de chile)". Mundo de antes Volumen 12, Junio 2018; pp.13-78. Centro Interdisciplinario de Estudios Interculturales e Indígenas. Programa de Antropología. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Garrido E., Francisco y Robles G., Camilo. ¿Qué Sucedió en Copiapó? Rescatando y Educando Sobre La Historia Prehispana de Atacama. Consejo Nacional de la Cultura y las Artes, 2007.
- Gobierno Regional de Atacama. "Monumentos Nacionales de la Región de Atacama, Patrimonio Histórico, Arqueológico y Natural". Gobierno Regional de Atacama, 2003.
- González G., Carlos. 2018. "En busca del pasado. Arqueología, patrimonio e historia comunal en Finca de Chañaral, Diego de Almagro".
- Griem, Wolfgang. Museo Virtual. 2005-2020. https://www.geovirtual2.cl
- Gutiérrez G., Catalina. "El alma de los metales: Producción tecnológica de piezas metálicas en el litoral de la Región de Atacama". Memoria para optar al título de Arqueóloga. Universidad de Chile, 2012.
- Historia Peruana. Sistema Vial en el Tahuantinsuyo (2020). Recuperado de Historia Peruana. https://historiaperuana.pe/periodo-autoctono/sistema-vial-tahuantinsuyo.
- Hoyos, María del Carmen de. "Gente Americana: Diaguitas". AZ Editores, 2014.
- Ical Atacama. "Atacama: La Cultura Escondida en el Desierto". ICAL, 2018.
- IGM. Carta IGM Canto del Agua 2800 / 7045, 1era edición, 1967.
- INE, Resultados Censo 2017, publicado el 2018 en www.censo2017.cl.
- Laming – Emperaire, Anette. "La Arqueología Prehistórica". Ediciones Martínez Roca, 1968.
- La Zapatería Producciones. 2019. Arreando Memorias - Registro Audiovisual del proyecto Arrieros y Prácticas de Trashumancia en el Huasco Alto. https://www.youtube.com/watch?v=vK3ou67fI8o
- Ministerio de Medio Ambiente. "Buenas Prácticas Ambientales para la protección de los Recursos Naturales y la Conservación de la Biodiversidad de Zonas Áridas". Gobierno de Chile, 2010.
- Ministerio de las Culturas, las Artes y el Patrimonio. Política Cultural de Atacama. 2018.
- Montiel V., Lincoyán. "Caldera, Reseña Histórica". Editorial del Norte, 1998.
- Molina, Raúl. 2016. Pueblos de Indios del Norte Chico. Los diaguita actuales/ Indians Towns of the Norte Chico and Chile's present-day Diaguitas. En. El arte de ser diaguita/The Art of being Diaguita. C. Sinclaire (Ed.), Santiago: Museo Chileno de Arte Precolombino, pp. 81-108.
- Molina, Raúl. Collas y Atacameños en el Desierto y la Puna de Atacama y el Valle de Fiambalá: Sus relaciones transfronterizas. 2010.
- Molina, Raúl. "Derrotero de plata en Atacama: geografía literaria del mineral de Tres Puntas". Estudios Atacameños, 2014.

- Morales, L. Joaquín. Historia del Huasco, 1896.
- Muñoz L., Cristian. "Francisco San Román, Naturalista de Atacama Siglo XIX". Editorial Alicanto Azul, 2014.
- Muñoz L., Cristian. Naturalista de Atacama. Estudio y compilación. 2003.
- Museo Chileno de Arte Precolombino. Tras la Huella del Inka en Chile, 2001.
- Museo Chileno de Arte Precolombino. El arte de ser Diaguita: Cómo se prepara la exposición, 2016.
- Museo Arqueológico de La Serena. 2021. Recorriendo la nueva exhibición: Desde los primeros americanos a las Ánimas. https://www.youtube.com/watch?v=xe_xKNdCDOU&t=3318s
- Nuñez A., Lautaro; Garcés H., Héctor y Llagostera M., Agustín. "Guía Museo Arqueológico". Universidad Católica del Norte, 1994.
- Osorio, Luis. 2014. Cápsulas Culturales: I Los Changos. https://www.youtube.com/watch?v=alybK6VVyXg
- Plumer, Guillermo. 1996. FINCA DE CHAÑARAL #1 y #2 CHILE ARQUEOLÓGICO. TERCERA REGIÓN. https://www.youtube.com/watch?v=E71XCuxTtHM&t=192s; https://www.youtube.com/watch?v=0zvqq9br7PE&t=801s
- Prieto, Rafael. Estudios Culturales y Patrimoniales. "QHAPAQ ÑAN El Sistema Vial Andino y los Incas en el Norte de Chile". Consejo de Monumentos Nacionales, 2015.
- Provincia del Huasco. 2017. CANTO DEL AGUA HISTORIA Y VIDA EN EL DESIERTO. https://www.youtube.com/watch?v=4EE_K_9HdXg&t=668s
- Ríos C., Francisco. 1981. "Por las Riberas del Huasco". Salesianos.
- Riveros Strange, Rodrigo. "Chile Arqueológico". Arcano IV, 2013.
- Rojas M., Juan. "La Finca de Chañaral, un lugar para conocer y admirar". Tercera Edición Artesanal, 2021.
- Rojas M., Juan. "Arte de los Indígenas de Atacama". Edición Artesanal, 2020.
- Rojas M., Juan. "El Arte Cerámico de los Diaguitas de Chile". Edición Artesanal, 2014.
- San Román, Francisco. "Carta Jeográfica del Desierto i Cordilleras de Atacama". Dirección de Obras Públicas, 1892.
- SERNATUR. "Región de Atacama, Cultura Patrimonio". 2014.
- Servicio Nacional del Patrimonio Cultural. Cultura Molle y su Producción Cerámica. https://www.cdbp.patrimoniocultural.gob.cl/652/w3-article-52510.html?_noredirect=1
- UNESCO. Mapa Patrimonial de Chile. 2016 (http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Santiago/pdf/mapaUNESCOweb.pdf)
- Universidad de Valparaíso. "Informe Final Estudio FIC: Qhapaq Ñan, Huella en el Desierto". 2021.

El presente Libro Digital "Descubriendo las Rutas Milenarias de los Pueblos Originarios", es de un trabajo de investigación cuyo objetivo general es descubrir las rutas milenarias de los Pueblos Originarios en Atacama, investigando en la Finca de Chañaral, Barranquilla y Canto del Agua.

Proyecto presentado por la Agrupación Anthue de Caldera, en base a entrevistas, trabajo de campo, análisis de estudios arqueológicos e históricos, así como una revisión exhaustiva en los mapas disponibles en google earth, georeferenciando información disponible.



Proyecto financiado con el concurso FNDR 6%, actividades de Cultura año 2020, del Gobierno Regional de Atacama.

Gobierno Regional de Atacama – Consejo Regional de Atacama

Folio013071

LOS PETROGLIFOS DE LA FINCA DE CHAÑARAL. PROVINCIA DE ATACAMA, CHILE

Por Herbert Hornkohl

La "Finca de Chañaral" está situada en pleno desierto de la Provincia de Atacama, dentro del Departamento y Comuna de Chañaral, al noreste del pueblo y estación de ferrocarril Inca de Oro, y unida con este último por una buena carretera de 18 kilómetros de largo, la que continúa hasta el conocido mineral de cobre de Potrerillos.

Es un pequeño oasis escondido en la Quebrada de Chañaral Alto, atrayente y ameno y dotado de una vegetación de árboles frutales, hortalizas y sementeras, cuyo verdor contrasta notablemente con la aridez y desolación de las serranías vecinas. Debe su existencia este reducido terreno cultivable al afloramiento natural del agua subterránea de la citada quebrada en una estrecha garganta de aproximadamente dos kilómetros de largo y donde las vegas, de no más de 50 a 150 metros de anchura, están bordeadas a ambos lados por abruptos farellones y paredes desnudas de rocas dioríticas (ver plano adjunto). Cabe mencionar que hace algunos años atrás, fueron realizados aquí trabajos especiales de captación de agua para el abastecimiento del puerto de Chañaral, construyéndose una cortina e instalándose la tubería correspondiente de conducción.

Folio013072

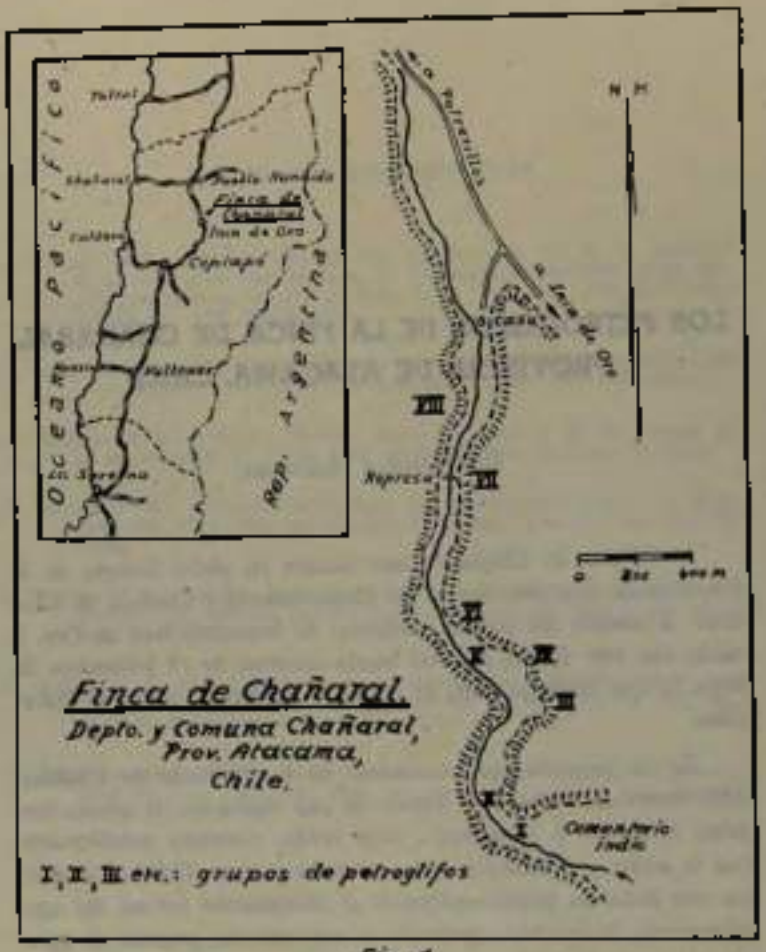


Fig. 1

Se comprende que un lugar tan favorecido por la naturaleza en medio de los vastos y desamparados desiertos atacameños, debía servir al hombre como paradero desde tiempos muy remotos y en realidad, la "Finca de Chañaral" ha constituído una de las estaciones principales del famoso "Camino del Inca", que en su época unía el

Folio013073

centro de Cuzco con las comarcas de Chile central. Con sus típicos trazados casi rectos, el Camino del Inca, en parte aun visible hoy día, conducía desde este lugar hacia el norte al Agua del Pajal y Doña Inés y hacia el sur a Inca de Oro, Tres Puntas y Copiapó (5). Se lo ve en la vecindad de la finca, por ejemplo, a ambos lados del Portezuelo de la Chinchilla al suroeste de ella, hallándose borrado ya por el efecto del tiempo en los terrenos más inmediatos. Pero hay otros y diversos vestigios del antiguo hombre indígena dentro del propio recinto de la finca. Así, existe frente a la entrada sur de la angostura un cementerio indio con varios túmulos que, por desgracia, parecen haber sido ya saqueados; una pirca construída en la cumbre de la colina que flanquea por el norte el mismo lugar, puede corresponder, tal vez, a restos de una atalaya: son frecuentes los hallazgos de fragmentos de alfarería, de puntas de flechas y de otros objetos en los terrenos labrados de la vega; pero lo que más llama la atención del visitante, son los signos pintados en las rocas o petroglifos, cuya descripción será el tema principal del presente trabajo.

Se encuentran estos petroglifos dispersos a lo largo de casi toda la angostura y preferentemente en la orilla naciente de ella, formando varios grupos o conjuntos. Se trata de signos y dibujos pintados en rojo que cubren las paredes verticales de la roca diorítica, muchas veces a no más de uno o dos metros sobre el nivel de la vega y al borde inmediato de un sendero que pasa por su orilla. Sólo algunos se encuentran a mayor altura, pero sin sobrepasar los 20 metros verticales por encima del fondo de la quebrada.

La mayor parte de las pinturas, hechas seguramente con una mezcla de tierra colorantes con aceites vegetales, se han mantenido en un bastante buen estado de conservación y se destacan nítidamente sobre el fondo claro de la piedra, pero hay algunas también semiborradas por los efectos atmosféricos, o mutiladas debido al desprendimiento de trozos de roca.

En la siguiente descripción detallada de los petroglifos se le ha asignado a cada grupo o conjunto un número romano, en orden sucesivo de sur a norte, nomenclatura que coincide con la empleada en el plano adjunto y en las figuras insertadas al texto. Estas últimas se han copiado de fotografías tomadas por el autor.

Folio013074

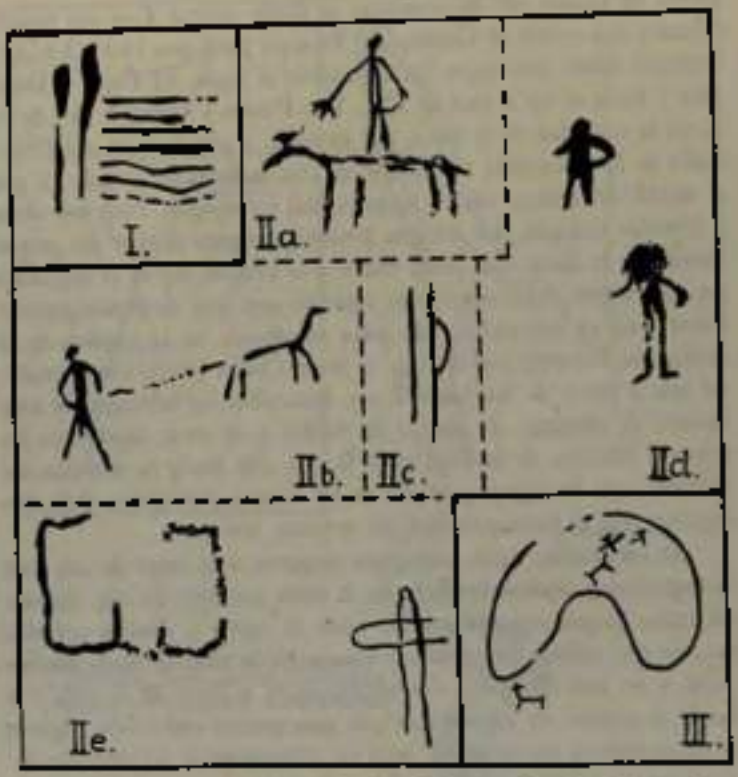


Fig 2 - Petroglifos de la Finca de Chañaral

Cuevo 1 (Fig. 2):

En el comienzo mismo de la angostura y pintado sobre una pared vertical que mira hacia el sur, se encuentra un dibujo compuesto de dos líneas verticales, cuneiformes y siete rayas horizontales, diseño que ocupa un ancho horizontal de 45 cm. En rocas cercanas hay además una línea ondulada y una figura humana estilizada.

Folio013075

Grupo II (Fig. 2):

Es un conjunto de varios dibujos dispersos, pintados en las paredes de roca que bordean el camino y a más o menos 1 a 2 m. de altura sobre el mismo. Las más nítidas de las figuras, los que en general se encuentran bastante borradas, son: un cuadrúpedo bajo una figura humana (IIa); otro cuadrúpedo unido con un hombre, al parecer, por medio de un lazo (IIb); un signo compuesto de dos líneas verticales y un gancho (IIc); dos pequeñas figuras humanas (IId); y finalmente, una combinación de dos ganchos abiertos con una especie de cruz formada de líneas rectas dobles (IIe).

Grupo III (Fig. 2):

Pertenece a este grupo la combinación de un diseño reniforme, especie de óvalo doblado, con dos diminutas llamas muy estilizadas y con dos trazos cuneiformes. Como se verá más adelante, el signo reniforme se repite también en otros grupos y resulta ser, por lo tanto, muy característico para los petroglifos de la Finca de Chañaral.

Puede incluirse también en el grupo presente un gran círculo doble con un punto en el centro y acompañado de algunos trazos rectilíneos muy borrados, que queda visible en lo alto de una pared vertical, mirando hacia la quebrada. No figura entre las ilustraciones adjuntas.

Grupo IV (Fig. 3):

Se trata de la representación muy llamativa de varios cuadrúpedos en movimiento, tal vez de una escena de caza de guanacos, sorprendidos y en fuga. El grupo es notable por el realismo de su diseño y ocupa la cara superior de un farellón que se eleva en la entrada de una quebradita lateral. Se encuentra a más o menos 60 m. al este del camino y a unos 15 m. de altura sobre el mismo. Su dimensión total es de unos 75 cm. horizontales por 50 cm. verticales, no alcanzando cada uno de los animales representados un largo individual de más de 15 a 20 cm.

Folio013076

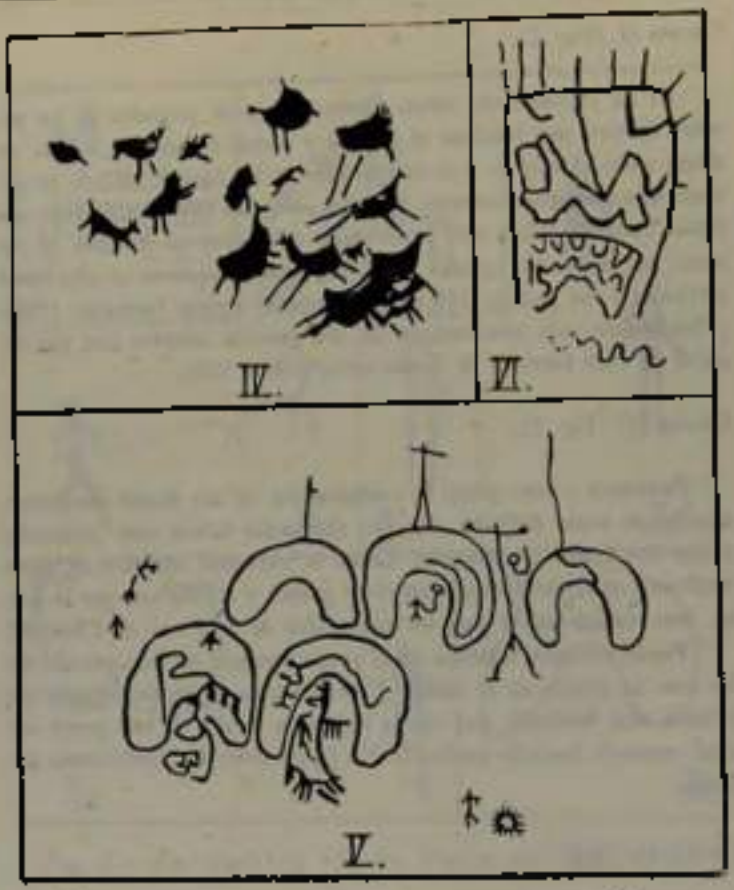


Fig. 3 – Petroglifos de la Finca de Chañaral.

Grupo V (Fig. 3)

Es una combinación de varias figuras que aparece, a unos 6 m. de altura, en la cara vertical de un farellón inmediato al camino. Su elemento principal lo constituye el mismo signo semiforme del Grupo III, pero que aquí se repite cinco veces en unión con varios trazos rectilíneos, los cuales son representaciones fuertemente estilizadas de

Folio013077

figuras humanas y con otros signos irregulares. En la parte baja del lado derecho se observa, además, una pequeña figura antropomorfa al lado de un diminuto círculo con rayas. Todo el conjunto descrito ocupa un espacio de 1.80 m. de ancho por 1.60 m. de alto.

Grupo VI (Fig. 3):

Cubre este conjunto la frente vertical norte de una roca cuadrada grande, a casi 2 m. de altura sobre el camino. La figura dominante es un diseño geométrico de contornos aproximadamente rectangulares, con trazos interiores rectilíneos, ondulados o dispuestos en zig zag, formando el todo una especie de cara humana muy esquematizada, coronada por varias rayas. En su base se observa una pequeña línea aislada serpentiforme. Para darle al dibujo descrito la interpretación citada de cara humana, existen, en realidad, razones especiales que más adelante se comentarán.

En la misma pared, pero ocupando su parte inferior, aparecen además algunos (¿tres?) signos rectiformes del tipo Grupo III y V, y una figurita humana, dibujos muy borrados y en parte apenas distinguibles.

Grupo VII (Fig. 4):

Está formado por un conjunto de tres hileras de triángulos, dos de ellas verticales y una horizontal, pintadas a unos 10 a 15 m. por encima del camino sobre la cara lisa de un farellón que mira hacia el sur. El largo total de cada hilera alcanza a unos 60 cm., siendo la altura de los triángulos que las componen, alrededor de 15 cm.

Grupo VIII (Fig. 4):

Es el único grupo situado al lado poniente de la quebrada. Lo constituyen varios conjuntos de petroglifos, distribuidos sobre las paredes lisas y verticales de un ancho farellón que marca en esta orilla el término norte de la angostura propiamente tal. Pues más allá la quebrada, poco a poco, se ensancha y sus laderas adquieren ya relieves más suaves.

Folio013078

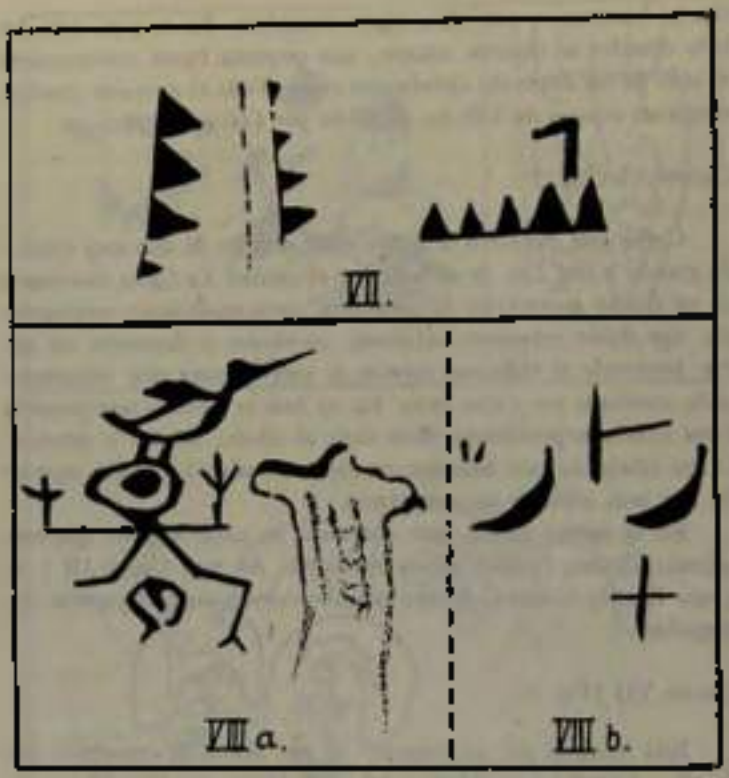


Fig. 4 – Petroglifos de la Finca de Chañaral.

En las ilustraciones adjuntas se reproducen sólo los dos dibujos más nítidos (VIII a y b), siendo el estado de conservación de los demás (VIIIc) tan precario que sería difícil copiarlos o más bien reconstruirlos con suficiente exactitud.

El petroglifo VII* representa, en primer lugar, una extraña combinación de una figura humana estilizada, vista de frente, con un ave grande, en perfil, sentada sobre su cabeza. Los brazos elevados de la figura humana terminan en manos que sólo tienen tres dedos, y entre las piernas abiertas se observa una especie de círculo algo deformado con una raya central. La parte inferior izquierda del dibujo

Folio013079

está cortada, por haberse desprendido aquí un trozo de roca. Contrastando con la ejecución extremadamente estilizada de la figura humana, el dibujo del ave se caracteriza por su marcado realismo. Otro diseño que se distingue inmediatamente al lado derecho del anterior, pero con contornos algo vagos y en trazos débiles, parece ser también una representación antropomorfa. La altura del conjunto es de más o menos 1 m. Se encuentra en un sitio apenas accesible y a unos 20 m. sobre el fondo de la quebrada.

El petroglifo VIIIb se compone de diversos elementos sencillos, entre los cuales se destacan una cruz y dos signos en forma de media luna. Estos últimos tienen cierta semejanza con la caparazón de ave, tal como está dibujada en el petroglifo VIIIa, y podrían, por lo tanto, corresponder tal vez a una repetición esquematizada del mismo motivo. El conjunto ocupa un espacio de 1 m. de ancho por 0.5 m de alto y está situado más al sur del petroglifo VIIIa, a unos 10 m. sobre el fondo de la quebrada.

En el conjunto VIIIc, por último, ubicado aún más hacia el sur, entran varios dibujos, todos con sus colores muy desvanecidos y apenas distinguibles. Entre ellos se repite varias veces el motivo zeniforme de los grupos III, V y VI.

Las pinturas antes descritas constituyen el total de petroglifos hoy día reconocibles en la Pinca de Chañaral. Sin duda alguna corresponderán ellos, llenos de un marcado simbolismo al igual que sus parientes en otras regiones, a la representación de ideas determinadas y de cierta trascendencia entre los indígenas de las épocas pasadas. Como no se trata, sin embargo, de una verdadera escritura, será difícil descifrar su lenguaje y quizá nunca se logrará entender plenamente su significado.

Pero, aun sin penetrar en este misterio fundamental, podemos por lo menos llegar —mediante un examen comparativo del diseño y estilo— a conclusiones interesantes de otra índole que nos revelan algo sobre la procedencia y tal vez la edad de los diversos signos empleados y por lo mismo, si las pruebas son de peso, sobre la pertenencia, migración o sucesión de razas y pueblos.

Para este propósito hay que eliminar de la lista, naturalmente, todos aquellos signos primitivos y simples que tienen carácter uni-

Folio013080

versal, es decir, los que pueden haberse creado en cualquier época o en cualquier lugar del mundo y sin que su difusión y repetición nos obligue a admitir la existencia de relaciones mutuas directas o influencias específicas. Tales signos serían por ejemplo los círculos, trazos rectos, líneas onduladas, líneas en zig-zag, o sus combinaciones sencillas y corrientes, y aun muchas representaciones de figuras humanas y de animales. El estudio tendrá que basarse, por lo tanto, en aquellos otros elementos que sobresalen por sus rasgos originales ya más definidos o por su diseño más complicado, y sobre todo, si hay oportunidad para hacerlo, en la observación de combinaciones características de varios elementos, o sea, de conjuntos enteros, dentro de los cuales hasta los signos primitivos y simples pueden adquirir importancia por su presencia repetida en calidad de accesorios esenciales.

Si bajo este punto de vista se examinan ahora las petrografías de la Finca de Chañaral, llama la atención en primer lugar el que su conjunto como entidad total no tiene semejanza con los tipos de petroglifos que se conocen en las regiones vecinas, ya sea del norte (provincias de Antofagasta y Tarapacá) o del sur (parte austral de la provincia de Atacama hasta los departamentos de La Serena, Elqui y Coquimbo de la provincia de Coquimbo). Sólo para algunos escasos elementos individuales hay analogías en las zonas limítrofes, predominando entre ellas las influencias del norte y no apareciendo ningún rasgo teniente típico del sur inmediato. A este último respecto, por ejemplo, sorprende la falta absoluta de cierta clase de diseños que son tan frecuentes y característicos en la región al sur del Río Copapó hasta la propia Provincia de Coquimbo, y que consisten por un lado en la combinación de múltiples líneas curvas caprichosamente entrelazadas, idénticas a las que E. Boman también encontró ser comunes en la región calchaquí-diaguita de la República Argentina (11), y por otro, en una especie de casilleros formados por trazos cruzados

Los petroglifos de la Finca de Chañaral se distinguen, en cambio, por la presencia de varios diseños particulares no registrados hasta la fecha en ninguna parte de Chile, y cuya cantidad y repetición le da a su conjunto general justamente ese carácter único y singular

Folio013081

más arriba comentado. Tales diseños, nuevos para nosotros, son: las figuras reniformes de los grupos III, V, VI y VIIIc; las bileras de triángulos del grupo VII; la combinación de una figura humana con la de un ave en el grupo VIIIa; y los signos en forma de media luna del grupo VIIIb. Hasta la representación ornitomorfa del grupo VIIIa, por sí sola, constituye ya —en la forma aquí encontrada— una novedad dentro de los petroglifos chilenos, hecho interesante al que, sin embargo, no debe tal vez atribuírse desmesurada importancia.

Pero a pesar de toda esa originalidad, parece imposible ver en ella la manifestación de un estilo local propio. Pues el sitio es demasiado estrecho y limitado para haber dado cabida a una población estable de mayores proporciones y, por tanto, capaz de crear tal estilo, ni siquiera en unión con la red en extremo dispersa de otros oasis vecinos. Las condiciones de vida en aquellos páramos no son comparables en realidad con las de ciertos extensos valles regados que atraviesan el desierto y en los cuales se han podido formar núcleos más importantes de comunidades humanas con expresiones artísticas y culturales de carácter local propio y particular. En la diminuta población de la Finca de Chañaral, por el contrario, siempre habrán prevalecido sobre el elemento local, influencias extrañas y de índole pasajera, tanto más cuanto que el lugar ha sido paradero obligado en una ruta vital de comunicaciones entre pueblos distantes.

Resulta obvio, por lo tanto, aceptar también en materia de los petroglifos un dominio de tales influencias exteriores, y se justifica buscar para ellos posibles nexos hasta con zonas lejanas, por lo menos en lo que se refiere a aquellos elementos que no tienen similitud alguna con los de las regiones vecinas. Las pruebas que efectivamente pueden aducirse en este sentido, no son muchas y, miradas cada una por sí sola, tal vez no resulten del todo seguras, pero hay una tendencia común entre ellas que es sugestiva.

Así, nos hacen recordar las bileras de triángulos del grupo VII un motivo idéntico de decoración, usado no sólo con mucha frecuencia en la alfarería inca, sino también en el arte de otras culturas peruanas anteriores y de la de los atacameños, si bien su difusión entre estos últimos no sea tan notable.

Folio013082

Será más difícil encontrar dentro del arte indio en general algún paralelo con el diseño romforme que tanto se repite en los petroglifos de la Finca de Chañaral. Un ligero parentesco aparente existe con los dibujos de pallares en ciertos tipos de alfarería peruana, de los cuales R. Larco Hoyle, por ejemplo, presenta en sus trabajos numerosas y variadas ilustraciones (3). Pero la similitud es demasiado vaga para poder sacar de ella sola y sin otros antecedentes de más peso, conclusiones convincentes.

Un detalle de interés lo proporcionan los dibujos de animales cuadrúpedos que aparecen en varios petroglifos de la Finca de Chañaral. Entre sí muestran ellos marcadas diferencias, pudiéndose distinguir tres tipos o estilos. Están presentes, desde luego, los dos tipos de diseño de llamas o guanacos que son bastante conocidos en extensos sectores de la región andina, a saber: uno muy esquematizado y en el cual se emplean líneas rectas sencillas para trazar la imagen de un animal inmóvil (ver grupo III); y otro ejecutado con vivo realismo, mostrando la anchura natural de los cuerpos y evocando, a veces, pleno movimiento (grupo IV). Posiblemente, la diferencia de estilos indicará a la vez cierta diferencia de edad. R. Latcham, por ejemplo, quien se refiere a este aspecto, al hablar en general de tales figuras de llamas en los petroglifos y la alfarería andinos, atribuye, citando también a Uhle, el estilo rígido esquemático a la época de influencias chinchas en su expansión al Sur, y sostiene que el otro estilo más realista, en cambio, sea original de una época anterior (epigonal Tiahuanaco o netamente atacameña), admitiendo eso sí, su persistencia también durante los períodos siguientes (4). En el presente caso, haya o no haya diferencias de edad entre los dos tipos de diseño, las figuras de llamas estilizadas no constituyen un elemento muy revelador, pues su área de difusión a través de vastas zonas del norte y del sur en ambos lados de la cordillera, es casi demasiado amplia para que puedan insinuarse algunas relaciones específicas. Esto cambia, al tratarse del segundo tipo de diseño, o sea, el de las figuras realistas, cuya expansión en el territorio chileno es mucho más limitada. Tiene su desarrollo principal y más avanzado en la provincia de Antofagasta y especialmente en la región del Río Loa, territorio de los antiguos atacameños. Las excelentes reproducciones publicadas por

Folio013083

St. Rydén dan una idea de la calidad de aquellos dibujos (7). Desde la zona citada hacia el sur vuelve a asomarse el mismo estilo en diferentes lugares, hasta llegar a su límite austral, en la línea divisoria entre las provincias de Atacama y Coquimbo. En todo este trayecto declina, poco a poco, la perfección del dibujo y se observa también cierto cambio de su técnica. En cuanto a la modalidad del diseño, ocupa la representación de este estilo en la Pinca de Chañaral un lugar intermedio entre los dibujos muy perfectos del norte y los otros más toscos del sur, como prueba de aquella influencia que ha venido extendiéndose desde la zona atacameña del Loa.

Aparte de los dos estilos comentados, existe un tercer tipo de dibujo de animales, en el cual, debido a sus rasgos poco definidos, es difícil identificar la especie. Son los dos cuadrúpedos que figuran en el grupo II a y b, cada uno en combinación con un ser humano. Hay una manifiesta diferencia de diseño entre estos y aquellos otros dibujos de animales, faltando además cualquier detalle característico que permitiera interpretarlos también como imágenes de llamas, motivo tan preferido y por lo mismo tan perfectamente dominado por los artífices indígenas. Podría, en consecuencia, sospecharse que se tratara de la representación, bastante imperfecta por cierto, de unos caballos con sus dueños, o sea, de dibujos más recientes, hechos durante o después de la llegada de los españoles.

Queda por comentar, finalmente, el signo tal vez más interesante de todos, que es el de la cara estilizada del grupo VI. Se trata de un diseño que no es desconocido en Chile, pero que sólo se repite más al Sur, tras un largo vacío de unos 900 kilómetros, en los Departamentos de Ovalle e Illapel, de la provincia de Coquimbo, formando parte aquí de una clase bastante difundida y variada de petroglifos muy "sui generis" y de rasgos originales. Conviene tener presente, desde luego, que el diseño intrincado del referido signo excluye toda posibilidad de que se repita el mismo tema en petroglifos de lugares distantes por mera coincidencia y sin que medien relaciones directas entre uno y otro hallazgo.

Lo que hay de particular en los mencionados petroglifos originales del sur de la Provincia de Coquimbo, puede resumirse brevemente como sigue:

Folio013084

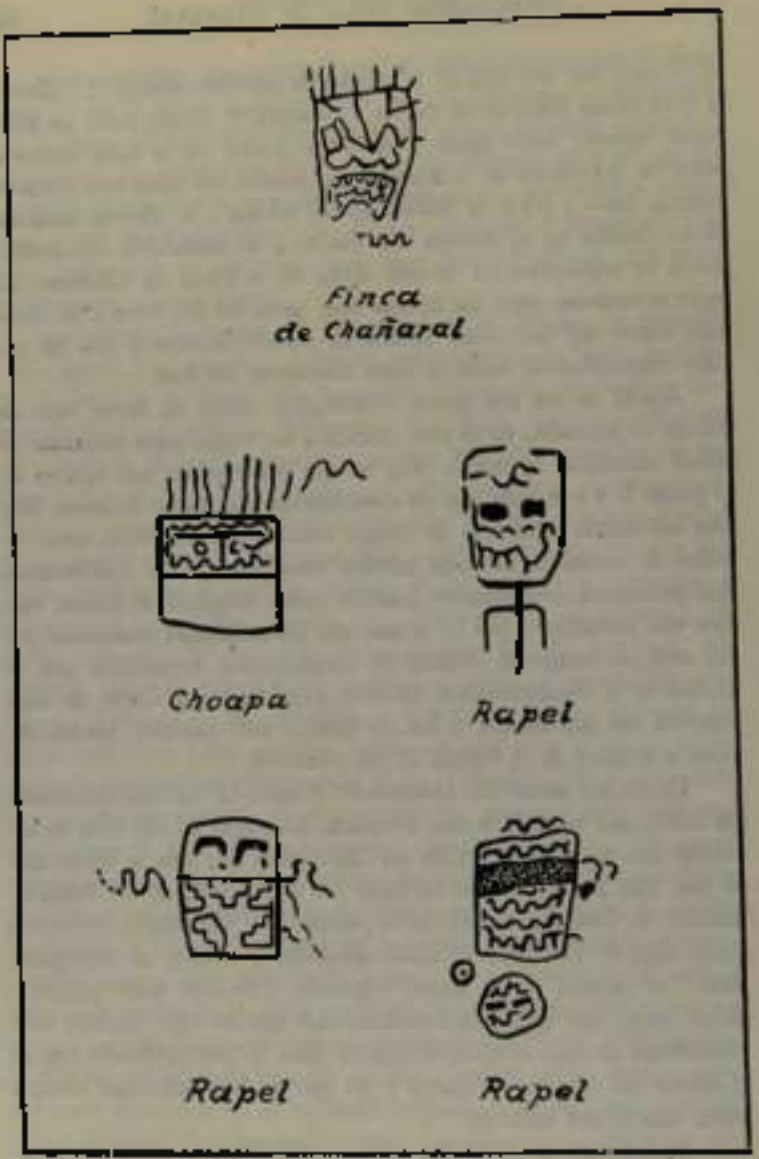


Fig. 5 - Cuadro comparativo y de evolución de ciertos elementos de petroglifos chilenos.

Folio013085

Es un tipo que por una serie de elementos propios y por sus diseños decorativos y en parte artísticamente desarrollados, se distingue en forma notable de otra clase de petroglifos más primitivos y toscos de la misma región, y que en contraste con la expansión mucho más amplia de estos últimos, ocupa una zona claramente limitada entre los ríos Limarí en el norte y Choapa, en el sur, habiéndose introducido, al parecer, desde la costa hacia el interior. Hay fuertes argumentos que favorecen la idea de poder interpretar la presencia del tipo citado como vestigio de una inmigración directa, ya sea pacífica o guerrera, de elementos humanos preincaicos del litoral peruano. L. Strube lo comenta así por primera vez en su interesante publicación de 1926 (9), asignando a aquellos petroglifos un origen peruano de una época intermedia entre Tiahuanaco e Inca y calificándolos como posible aporte de los Chincha-Atacameños en su avance hacia el sur. Nuevas observaciones hechas en el terreno por el autor del presente trabajo y que serán materia de una próxima publicación, permitirán agregar una serie de datos más de interés, si bien la identificación precisa de las obras en relación con un pueblo determinado necesitará todavía mayores pruebas.

Los diversos elementos propios del tipo ovallino, a así se quiere llamarlo, son bastante numerosos, como ya se ha hecho presente más arriba. No viene al caso, sin embargo, hacer aquí un comentario general de todos, y sólo interesa recordar aquéllos que son similares a su poniente aislado de la Finca de Chañaral. En la Fig. 5, junto con este último, se reproducen algunos ejemplos típicos de las localidades de Choapa (Dep. Illapel) y Rapel (Dep. Ovalle), diseños rectangulares de caras humanas, representadas en sus fases progresivas de estilización y desfiguración. Cabe advertir, eso sí, que los ejemplos elegidos no corresponden a los elementos más llamativos del estilo ovallino ni tampoco a los mejor ejecutados, pero que su tema, no obstante, es tan típico y característico como el de cualquiera de los demás petroglifos sobresalientes en aquella zona. No se trata de pinturas, como en el caso de las pictografías de la Finca de Chañaral, sino de verdaderos grabados (incisos o raspados), en los cuales el dibujo se destaca con trazos claros sobre la superficie natural más oscura de las rocas. Su reproducción en negro de la Fig. 5, debe, por

Folio013086

lo tanto, entenderse como una especie de imagen "negativa". Dicho sea de paso que la diferencia de la técnica no tiene mayor alcance, en cuanto a origen y procedencia de los dibujos y obedece sencillamente a razones locales de adaptación, como se ha podido observar en varias ocasiones.

Al comparar ahora el diseño de la Finca de Chañaral con los ejemplos ovallinos de la Fig. 5, se nota de inmediato cierta similitud con el petroglifo de Chuapa, y si se observa luego la evolución paulatina del motivo, a base de los mismos elementos fundamentales, desde aquella estilizada cara reconocible de Chuapa hasta el último dibujo más desfigurado de Rapel, que resulta completamente exento ya de rasgos humanos, puede establecerse una relación perfecta entre todos y cada uno de los petroglifos representados. Lo que ellos, incluso el signo de la Finca de Chañaral, tienen en común, son su forma de rectángulo vertical, la subdivisión expresa o insinuada de este rectángulo en dos sectores superpuestos, el empleo de líneas onduladas o en zig-zag para el dibujo de los detalles, la fuerte tendencia de estilización y esquematización y por último, la presencia de un atributo accesorio: la línea serpentiforme exterior, agregada ya sea a la base, a la cabeza o en uno de los lados, atributo que casi nunca falta y que en esta combinación resulta ser un elemento eminentemente característico.

Todo lo anterior nos induce a admitir que existe una relación directa entre el petroglifo aislado de la Finca de Chañaral y el referido tipo desarrollado de petroglifos de la región de Ovalle e Illapel, y si aceptamos para este último un origen peruano preincaico, tenemos que interpretar la presencia del mismo elemento en el lejano oasis atacameño como prueba de que la inmigración o invasión forastera de que antes se hablaba, se haya realizado, en parte a lo menos, por la ruta del desierto norteño. Decimos en parte, porque no puede desarraigarse del todo la idea de un posible desplazamiento por mar o por la costa, dada la ausencia de vestigios similares tierra adentro a través de distancias tan apreciables. El empleo de la ruta del desierto en este caso confirmaría además lo que sostuvo Latcham, al opinar que el llamado "Camino del Inca", en Chile, habría sido ya una vía importante de comunicaciones entre los pueblos, siglos antes

Folio013087

del advenimiento de los Incas (5). Habría que atribuir a estos últimos las mejoras técnicas de la ruta en sus trazados y la organización más perfecta de su servicio.

Como conclusión final de las observaciones y comentarios antes expuestos puede ahora resumirse lo siguiente:

Los petroglifos de la Finca de Chañaral son vestigios de migraciones humanas o el reflejo de influencias culturales forasteras en su paso por el desierto atacameño desde el norte hacia el sur.

Probablemente corresponden ellos a varias épocas, desde los tiempos preincaicos, con elementos venidos del propio Perú, hasta la llegada de los españoles, con lo que se confirmaría que el llamado "Camino del Inca" se haya constituido sobre una ruta preexistente de tiempos antiguos.

En cuanto al paso de los Incas mismos, históricamente comprobado, no se puede afirmar con certeza que ellos también hayan dejado sus marcas entre aquellos petroglifos, o si lo han hecho, lo que en fin es probable, cuáles de los signos tendrían que ser atribuidos a su influencia.

Es de desear, naturalmente, que futuras observaciones —en lugares cercanos o distantes— contribuyan a completar o confirmar lo arriba establecido, esclareciendo a la vez las incógnitas que aun subsisten. Sería interesante en primer término registrar otros petroglifos de la zona y en la misma ruta. De su existencia hay noticias, como, por ejemplo, dos citas breves de L. Dampsky y F. J. San Román, de los cuales el primero (2) se refiere a pinturas, principalmente de figuras humanas, en Los Infieles cerca de la Sierra de Doña Inés (a más o menos 100 kilómetros al noreste de la Finca de Chañaral), y el segundo (8) a petroglifos en la Sierra de Cachinuyo (a unos 50 kilómetros al sureste de la Finca), respectivamente. Las ilustraciones que acompañan estos relatos no permiten establecer similitudes con los petroglifos de la Finca de Chañaral. Pero como dichos autores no han reproducido ni tampoco descrito el total de los dibujos existentes, es posible que una nueva inspección descubra algunas relaciones más estrechas.

Folio013088

BIBLIOGRAFIA

(1) Boman, Eric: Antiquités de la région andine de la république argentine et du désert d'Atacama. Tomo I. Paris, 1908.

(2) Darapsky, L.: Das Departament Tahai. Berlin. 1900. p. 111

(3) Lanc Hoyle, Rafael: La escritura mochica sobre pallares. Rev. Geográfica Americana. Buenos Aires, Agosto. 1942.

(4) La escritura peruana sobre pallares. Rev. Geogr. Americana. Buenos Aires, Noviembre y Diciembre 1943

(4) Latcham, Ricardo E.: Arqueología de la región atacameña. Santiago 1938. pp. 102/103.

(5) Id. 1936. 21.

(6) Magalhaes, Manuel M.: El Camino del Inca. Revista de la Sociedad Chilena de Historia y Geografía, Tomo III, 1912, Nº 7.

(7) Nyrén, Eng.: Contributions to the archaeology of the Rio Loa region. Göteborg, 1944.

(8) San Román, Francisco J.: Desierto y cordilleras de Atacama. Santiago 1911, Vol. II, pp 57/58

(9) Strube E. Leon: Arte rupestre en Sudamérica, con especial descripción de los petroglifos de la provincia de Coquimbo. Chile. Concepción 1926

Folio013089

Marine Pollution Bulletin 145 (2019) 624–640

Contents lists available at ScienceDirect

Marine Pollution Bulletin

journal homepage: www.elsevier.com/locate/marpolbul

Spatial monitoring of metals and As in coastal sediments of northern Chile: An evaluation of background values for the analysis of local environmental conditions

Jorge Valdés[a,*], Joseline S. Tapia[b]

[a] Laboratorio de Sedimentología y Paleoambientes (LASPAL), Instituto de Ciencias Naturales Alexander von Humboldt, Facultad de Ciencias del Mar y de Recursos Biológicos, Universidad de Antofagasta, Av. Universidad de Antofagasta 2800, Antofagasta, Chile
[b] Escuela de Geología, Facultad de Ingeniería, Universidad Santo Tomás, Santiago, Chile

ARTICLE INFO

Keywords:
Metals
Marine sediments
Chile
Background level

ABSTRACT

To assess environmental conditions along the coast of northern Chile, 457 sediment samples were collected between 22° S and 28° S in order to evaluate the Cu, Zn, Pb, Ni, V, Cd, As and Al content as well as its corresponding relationship to nearby anthropogenic activities. In general, the results of most metals showed that bays without industrial activity accumulate lower concentrations of contaminant elements in the sediments and thus mostly represent natural conditions. The highest Cu, Pb and V levels were measured in coastal zones were different industrial mining activities have been developed during the last decades.

Results of different indices of environmental evaluation and ecological impact suggest that, metal content of sediments from pollution-free zones characterized by similar oceanographic and geological conditions to those under study, would be the most appropriate background level for assessing the anthropogenic impact on coastal areas of northern Chile.

1. Introduction

Human occupation of the coastal zone of northern Chile has led to important industrial developments which were at first not accompanied by corresponding environmental regulations, resulting in numerous marine settings which are now polluted. In Chile, environmental regulations have been established long after the start of intensive industrial activities. As such, current environmental regulations can have a limited effect on the protection of the marine environment, especially when they would require detailed scientific data (which generally is not available) related to the local environmental characteristics that the authority intends to regulate.

The northern coast of Chile is characterized by: (i) extreme aridity, (ii) a general lack of continental water sources, such as perennial rivers, given that only the Río Loa and Río Copiapó are present south of −22° S and north of −28° S, (iii) and the presence of cities which are largely associated with mining activities. As such, the main wastes disposed in the marine environment contribute to increased concentrations of pollutants which correspond to different metals derived from the treatment, storage, and shipment of mine products, as well as from other services associated with related activities (Valdés et al., 2015; Tapia et al., 2018). Once in this environment, metals follow distinct paths that are governed by biological, physical, and chemical processes; in particular, one part enters the trophic chains (i.e. biological matrix), another is kept in suspension (i.e. water matrix), and the other fraction is incorporated along the seafloor (i.e. sediment matrix). Due to their dynamics, metals have short residence times in the first two matrices and may be retained within the sedimentary matrix for much longer periods of up to millions of years. Therefore, under certain conditions, the coastal sediments of northern Chile display a record of the natural and anthropogenic processes that are characteristic of that particular zone.

Previous studies related to metal content in coastal environments of northern Chile are scarce and are locally focused. In the sediments, water and biological matrices, studies have been undertaken in the areas of Caldera (Castillo and Valdés, 2011), Chañaral (Andrade et al., 2006; Stauber et al., 2005; Medina et al., 2005; Lee and Correa, 2005; Lee et al., 2002; Fariña and Castilla, 2001; Ramírez et al., 2005), Antofagasta (Salamanca et al., 2000, 2004; Lepez et al., 2001; Valdés et al., 2010, 2011, 2014, 2015; Castro and Valdés, 2012; Calderón and Valdés, 2012;), and Mejillones (Valdés et al., 2005; Valdés and Sifeddine, 2009; Valdés et al., 2008; Valdés, 2012; Guiñez et al., 2015).

* Corresponding author.
E-mail addresses: jorge.valdes@uantof.cl (J. Valdés), jtapiaz@santotomas.cl (J.S. Tapia).

https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.06.036
Received 13 January 2019; Received in revised form 7 June 2019; Accepted 12 June 2019
Available online 03 July 2019
0025-326X/ © 2019 Published by Elsevier Ltd.

Folio013090

Results from all of the listed studies show some degree of anthropogenic impact to the coastal environment given that concentrations of metals are above international guidelines.

Due to the fact that metals can pose a risk to the environment and specifically to human and marine communities, it is necessary to more comprehensively assess the natural concentrations of these elements in the marine environment to determine normal "background" concentration ranges which would serve to evaluate the degree of impact generated by industrial activities. Despite published results of the previous listed studies, which indicate environmental contamination along the coast of Chile, no significant progress has been made to establish regional baselines in marine sediments (or the natural range of concentrations) in areas without anthropogenic influence. Therefore in a country largely driven by mining activities, where coastal areas are commonly used to transport mineral concentrates (e.g., Coloso and ATI in Antofagasta Region) and process minerals (e.g., Lipesed in Tocopilla, Antofagasta Region, Las Ventanas in Valparaíso Region, among others), more data is needed along the coast of Chile to determine the precise extent of anthropogenic contamination because natural concentrations of metals in various media have not yet been largely quantified.

As such, the objectives of this study are to present trace metal and As concentrations in coastal areas of northern Chile and assess their relationship with anthropogenic activities. Also, the Geoaccumulation Index, Enrichment Factor, Pollution Load Index, Sediment Quality Guideline, and the Ecological Risk Assessment are utilized to establish the state of contamination of marine sediments, using different reference values such as the baseline concentrations.

2. Materials and methods

2.1. Geologic and anthropogenic setting

The study area is located in the coastal zone of northern Chile between 23° and 29° S. The geology between 23° and 25° S is mostly constituted by intrusive and volcanic rocks of the Jurassic period (Fig. 1). The intrusive rocks are characterized by the presence of quartz monzodiorites, diorites, gabbros, and granodiorites with biotite, pyroxene, and hornblende minerals; the volcanic sequences (mostly La Negra Formation) are constituted by lavas, basaltic to andesitic agglomerates, and rhyolitic tuffs which are intercalated by sandstones, marine shales, and continental conglomerates. Farther south, between 25° and 29° S, aside from Jurassic sedimentary, volcanic, and intrusive rocks similar to those found in the north, there are also (i) Paleozoic metamorphic outcrops constituted by slates, phyllites, and to a lesser extent marbles, cherts, metabasalts, and metaconglomerates (i.e. the Chañaral Epimetamorphic Complex), (ii) Neogene sedimentary rocks which correspond to alluvial, colluvial, or fluvial piedmont sequences constituted by conglomerates, sandstones and siltstones, and (iii) Quaternary unconsolidated materials (Sernageomin, 2003; Fig. 1).

In northern Chile, high population densities and industrial activities coexist in the same urban zones. Therefore, there exists a high probability of impact to the environment and human exposure to contamination in certain areas. Industrial activity within the study area mainly corresponds to mining activities which has promoted the establishment of port cities and mining infrastructure. Within the coastal section of northern Chile, principal industrial complexes are found in Mejillones, Antofagasta, Chañaral, and Caldera (Fig. 1; numbers 3, 4, 9, and 13 respectively), while distinct productive activities such as aquaculture are present in other coastal cities.

2.2. Methodology

The methodology utilized in this study can be reviewed in detail by examining previous works of Valdés (2012) and Valdés et al., 2005 2010, 2014. In summary, marine sediment samples representative of a 225 cm^2 surface area were collected between a water depth of 10 to 120 m with a Van Veen dredger and were then stored at low temperatures for transport. Once dry, the < 63 μm fraction was separated because it has been shown that potentially contaminant metal(loid)s in marine sediments of Chile tend to associate with fine-grained sediments, namely the silt and clay size (e.g., De Gregori et al., 1996). After sieving, 400 to 600 mg of marine sediments were digested in Teflon bombs with 10 mL HNO_3 + 1 mL $HClO_4$ + 0.5 mL HF. The concentrations of Cd, Ni, Zn, Cu, V, As, Al, and Pb within the digested sediment were analyzed in the LASPAL laboratory by Atomic Absorption Spectrometry in a 6300 Shimadzu instrument.

The accuracy and precision of the methods were evaluated using the marine sediment MESS-3 standards, certified by the National Research Council, Canada. The close correlation between the data of this study and the certified values (Table 1) indicates that isobaric interferences are negligible for the studied elements.

The geoaccumulation index (I_{geo}; Eq. (1)) was calculated according to Müller (1979):

$$I_{geo} = log_2 \frac{C_n}{1.5 \times B_n} \quad (1)$$

where C_n is the current element concentration and B_n is the background concentration. The results of I_{geo} were classified according to the contamination scale proposed by Müller (1979) (Table 2).

Additionally, the enrichment factor was calculated in order to assess the proportion of the metal(loid)s that is in excess with respect to the lithologic background. For this, the formula described by Tribovillard et al. (2006) (Eq. (2)) was applied:

$$EF = \left(\frac{M}{X}\right)_{sample} \div \left(\frac{M}{X}\right)_{background} \quad (2)$$

where M corresponds to the analyzed metal(loid), and X is the level of a normalizer element. The metal(loid) concentrations of samples are initially normalized to conservative elements, which could be any element associated with clay minerals (such as Al, Fe, Co, Li and Sc), to avoid the variability produced by granulometric divergence (Reimann and de Caritat, 2005; Mil-Homens et al., 2013; Wan et al., 2015). In this study, Al was chosen as the normalizing element,

If the EF values fall between 0.5 and 1.5 (0.5 < EF < 1.5), the metal(loid)s may be derived entirely from crustal materials or natural weathering processes. On the contrary, if EF values > 1.5 indicate an important proportion of non-crustal contributions and/or unnatural weathering processes (e.g., anthropogenic effects) (Essien et al., 2009; Larrose et al., 2010).

Given that contaminant metal(loid)s always occur in sediments as complex mixtures with high variations, the Pollution Load Index (PLI) was used to determine the integrated pollution status of the combined toxic groups at sampling stations. This was calculated using the n^{th} root of the product of n contamination factors (CFs) for the tested metal (loid)s, according to Eq. (3) (Bhuiyana et al., 2010):

$$PLI = (CF_1 \times CF_2 \times CF_3 \times \cdots \times CF_n)^{\frac{1}{n}} \quad (3)$$

where CF_n is the contamination factor of metal(loid) n (CF = current metal(loid) concentration/metal(loid) background concentration). The PLI values were interpreted in two ways: polluted (PLI > 1) and unpolluted (PLI < 1), following Tomlinson et al. (1980) and Harikrishnan et al. (2017).

In all calculation procedures, the concentration of 6 baseline materials were used to evaluate which source best reflects the chemical composition of the marine sediments in the studied areas. This was done because values traditionally used such as that of the upper continental crust (Turekian and Wedepohl, 1961 or Rudnick and Gao, 2003) can correspond to geological references that usually do not represent the evaluated area. These baseline concentrations correspond to (i) uncontaminated marine sediments of northern Chile, (ii) aeolian dust of northern Chile, (iii) regional soils of northern Chile, (iv) average

Folio013091

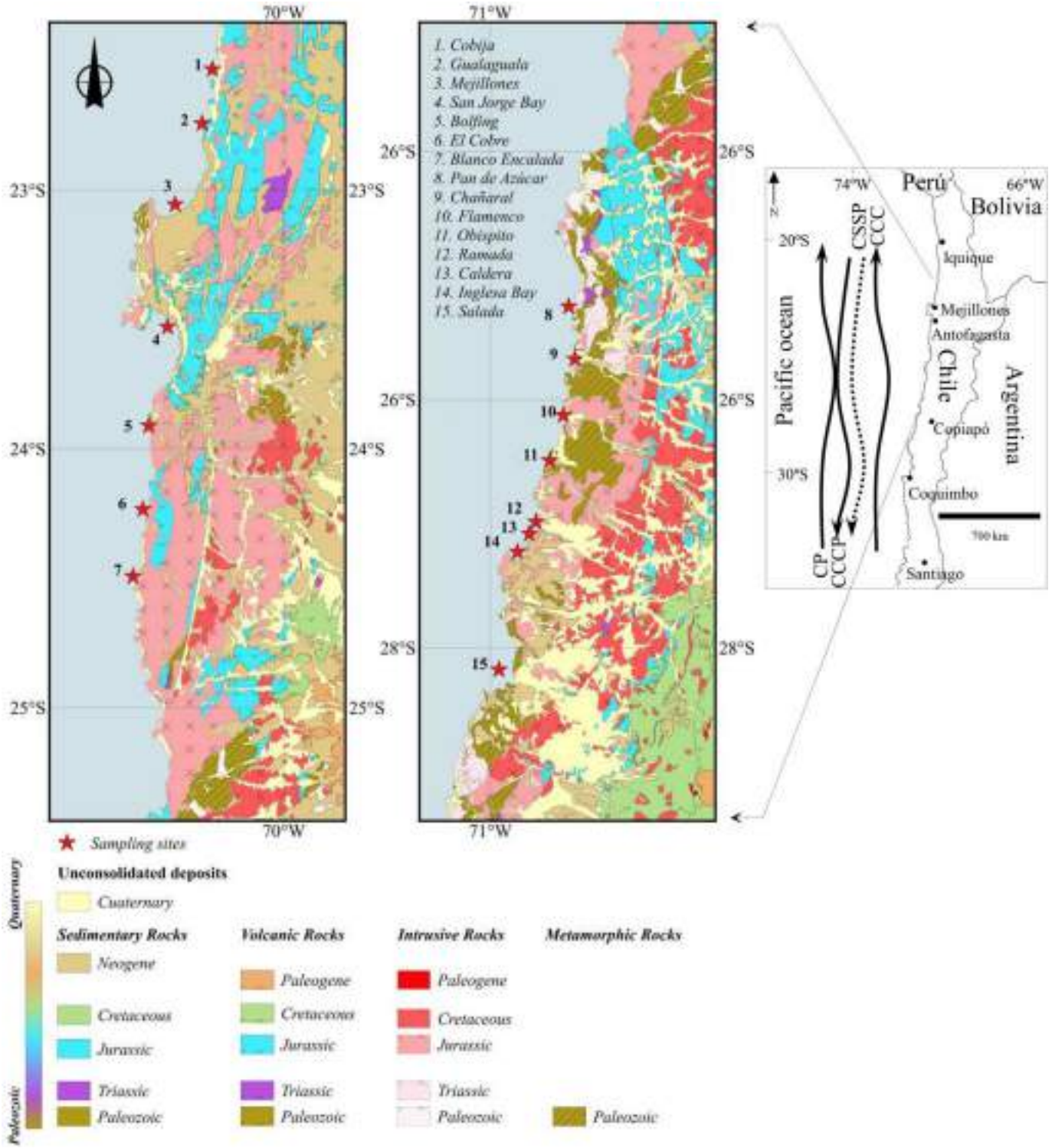


Fig. 1. Geological map (adapted from Sernageomin, 2003) of the coastal zone of northern Chile (22° S to 28° S) and study sites (red stars). (For interpretation of the references to color in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article.)

shales and sedimentary rocks on a global scale, (v) Jurassic intrusive rocks of northern Chile, and (vi) Jurassic volcanic rocks of northern Chile (Table 3).

Finally, the sediment quality guideline (SQG) procedure was used to predict the adverse effects produced by polluted sediments on aquatic organisms (US EPA, 1992; Long et al., 1995; MacDonald et al., 2000). The objective of the SQG is to protect the organisms present in aquatic sediments from the deleterious effects produced by chemical substances (Birch and Taylor, 2002; Crane and MacDonald, 2003). The SQG assessment showing chemical concentrations in the 19th percentile are known as effects range—low (ERL), and those in the 50th percentile are referred to as effects range—median (ERM) (Long et al., 1995). This classification scheme allows for the identification of three ranges of chemical concentrations in which adverse effects are rarely observed ($<$ ERL), occasionally observed ($\geq$ERL and $<$ ERM), and frequently observed ($>$ ERM) (McCready et al., 2006). Based on the SQG

Folio013092

Table 1
Analysis of certified marine sediments (MESS-3), from the National Research Council of Canada. $N = 10$. Metal concentrations in mg kg^{-1}. SD represents the standard deviation.

Metal	Measured value ± 1 SD	Reference value
Cu	33.82 ± 0.08	33.9 ± 1.6
Zn	156.7 ± 1.33	159 ± 8
V	241.29 ± 3.01	243 ± 10
Al	85.7 ± 1.09	85.9 ± 2.3
Cd	0.23 ± 0.12	0.24 ± 0.01
Ni	46.70 ± 0.14	46.9 ± 2.2
Pb	20.61 ± 0.13	21.1 ± 0.7
As	21.43 ± 0.21	21.2 ± 1.1

Table 2
Marine sediment quality based on the I_{geo} classification (Müller, 1979).

I_{geo}	Category	Sediment quality
> 5	6	Extremely polluted
4–5	5	Heavily to extremely polluted
3–4	4	Heavily polluted
2–3	3	Moderately to heavily polluted
1–2	2	Moderately polluted
0–1	1	Not polluted to moderately polluted
< 0	0	Not polluted

procedure, the Ecological Risk Assessment (ERA) reported by Long et al. (1995) was used to evaluate the hazardness of the contaminated sediments considering the mean ERM quotient (m-ERM-Q). Thus, the m-ERM-Q represents the effects of multiple anthropogenic contaminations, and it is calculated according to Trifuoggi et al. (2017) by Eq. (4):

$$m - ERM - Q = \frac{\sum_{I-1}^{Q} \left(\frac{C_I}{ERM_I}\right)}{n} \quad (4)$$

where C_I is the concentration of the measured metal(loid) i, ERM_I is the ERM value of meta(loid)l i, and n is the number of metal(loid)s. Long and MacDonald (1998) defined several classes of toxicity probability for biota depending on the value of *m-ERM-Q*. This includes *m-ERM-Q* < 0.1 which reveals a 9% probability of toxicity, 0.1 ≤ *m-ERM-Q* < 0.5 which denotes a 21% probability of toxicity, 0.5 ≤ *m-ERM-Q* < 1.5 signifying a 49% probability of toxicity, and 1.5 ≤ *m-ERM-Q* which corresponds to a 76% probability of toxicity.

3. Results and discussion

3.1. Latitudinal distribution

The latitudinal distribution of the metal(loid) concentrations indicates distinct degrees of association with the anthropogenic activities present within the coastal zone of northern Chile.

The results of most metal(loid)s show that bays without industrial activities accumulate lower concentrations of contaminant elements in sediments (Fig. 2). For instance, Cd and Cu show the highest values in Chañaral bay, an area historically affected by mining activities (Fig. 2D and E, respectively). Particularly, the highest Cu levels measured in this bay are associated to mine tailings from a company located 170 km east of the coast where tailings were dumped historically. Various studies evaluated the impact of this activity on the marine environment of Chañaral. For instance, Andrade et al. (2006) showed that even after > 30 years of waste disposal had ceased in the coastal area of Chañaral, the contribution of Cu from the coastal deposits to the oceanic waters is still high, signifying that Cu levels in these waters are higher than in other coastal areas. On the other hand, Lee et al. (2002), Medina et al. (2005), Lee and Correa (2005), Ramírez et al. (2005), and Stauber et al. (2005) showed that the presence of Cu in waters and sediments has a direct influence on the diversity of organisms present on the beaches of Chañaral. Additionally, Tapia et al. (2018) showed that mine wastes of this area are remobilized during flash floods, as observed during the March 2015 flooding of El Salado, a perennial river, where mine waste was transported to the Chañaral Bay.

Farther north, Antofagasta bay registered the highest levels of Pb (Fig. 2). This bay has historically been affected by stockpiles in the city port (Tapia et al., 2018). Some works done in this bay show different degrees of alteration of the marine ecosystem. Namely, Valdés et al. (2010, 2011, 2015), Castro and Valdés (2012), and Calderón and Valdés (2012) reported an enrichment of metal(loid)s, including Pb in water, sediments, and coastal organisms in areas of the bay where mining-related port activities are developed.

Although some measures have been taken which modified the way of eliminating and storing mine products (in Chañaral and Antofagasta, respectively), their environmental impacts and presence, particularly in the marine sedimentary matrix, have remained.

Mejillones exhibits the highest values of V (Fig. 2), which might be related to the use of petroleum coke for the thermoelectric industries present there (Jorquera, 2009). Valdés et al. (2005), Valdés and Sifeddine (2009) and Valdés (2012) suggest an enrichment of metal (loid)s in marine sediments above natural levels, which could be associated with the fast industrial development of the coastal zone of this bay.

This is corroborated by the dendrogram of similarity (by complete

Table 3
Metal concentrations in distinct matrices used as the background in this study. Concentration values in mg kg^{-1}, except Al, which is in %.

Metal	Uncontaminated bays[a]	Aeolian dust[b]	Regional soils[c]	Shales, sedimentary rocks[d]	Jurassic Intrusive rocks[e]	Jurassic volcanic rocks[e]
Cu	113	92.7	91.6	45.0	61	26
Ni	20.3	30.1	41.7	68.0	23	21
Zn	34.3	51.7	75.9	13.1	358	41
V	66.8	79.3	112.5	130.0	182	212
Pb	44.9	65.5	12.7	8.0	4	3.1
Al	0.4	0.4	0.4	8.0	8.5	8.8
As	17.1	8.2	21.7	13.0	9.0	5.5
Cd	16.3	15.0	1.2	0.3	0.1	0.1

Sources:
[a] This study.
[b] Valdés and Castillo, 2012, Valdés et al., 2014.
[c] CENMA, 2014.
[d] Turekian and Wedepohl, 1961.
[e] Compiled from a number of authors cited in this manuscript (M. Calderón personal communication; Benavides, 2006; Lucassen and Franz, 1994; Marschik et al., 2003).

Folio013093

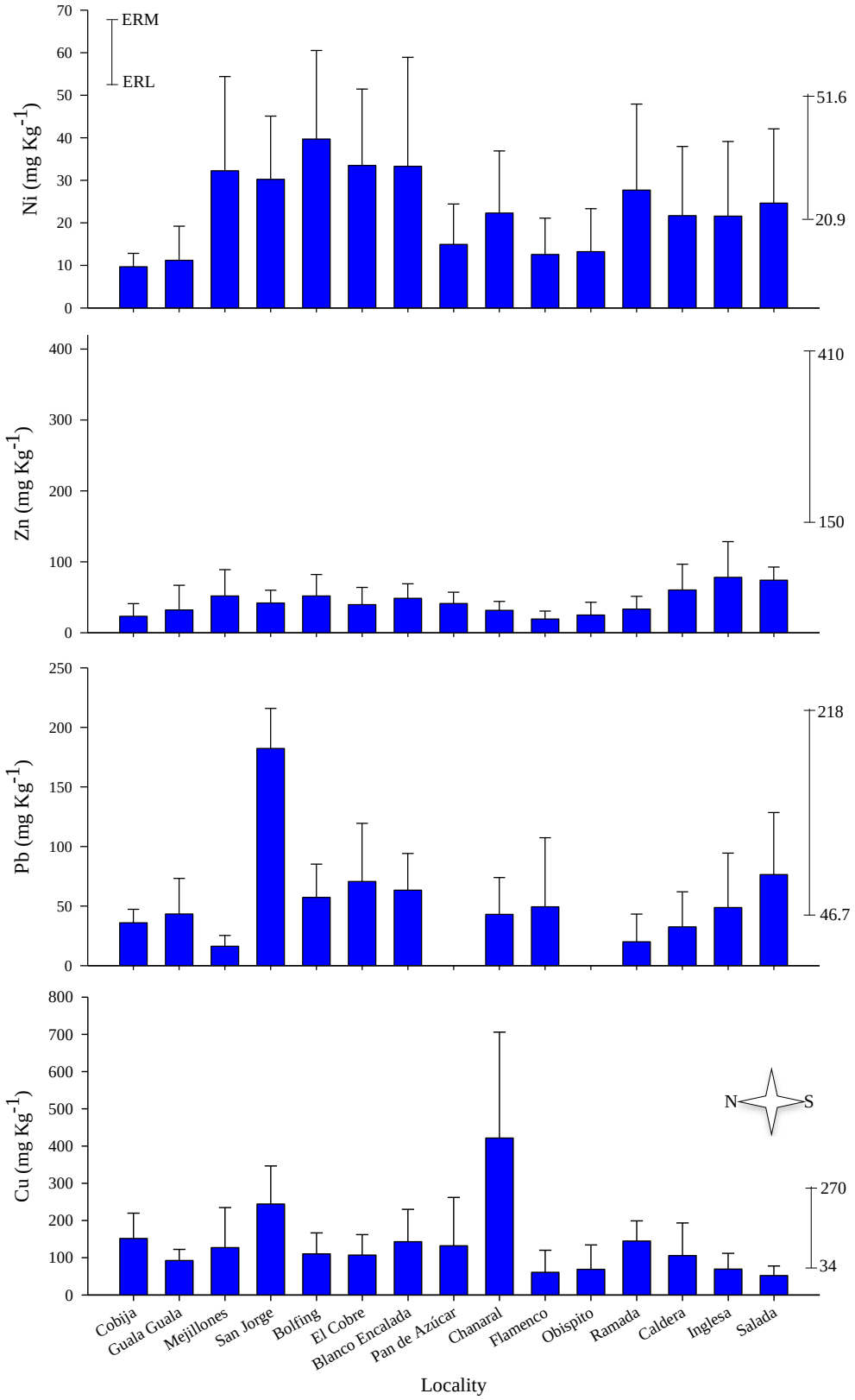


Fig. 2. Metal concentrations in marine sediments of 15 coastal environments in northern Chile. In certain cases, the Effect Range Low (ERL) and Effect Range Medium (ERM) metrics used in the Sediment Quality Guideline are shown (see text below for details).

linkage, Euclidean distance), which shows a clear grouping of bays based on the concentrations of metal(loid)s registered in sediments (Fig. 3). This is particularly true in Chañaral and San Jorge, which contain areas of important industrial activities, historically and currently, as they are clearly grouped by the high levels of Cu and Pb that are higher than the rest of the studied zones (numbers 4 and 9 in Fig. 3). Mejillones and Caldera are also grouped together with Bahía Inglesa and Bahía Salada; the former have more recent industrial

Folio013094

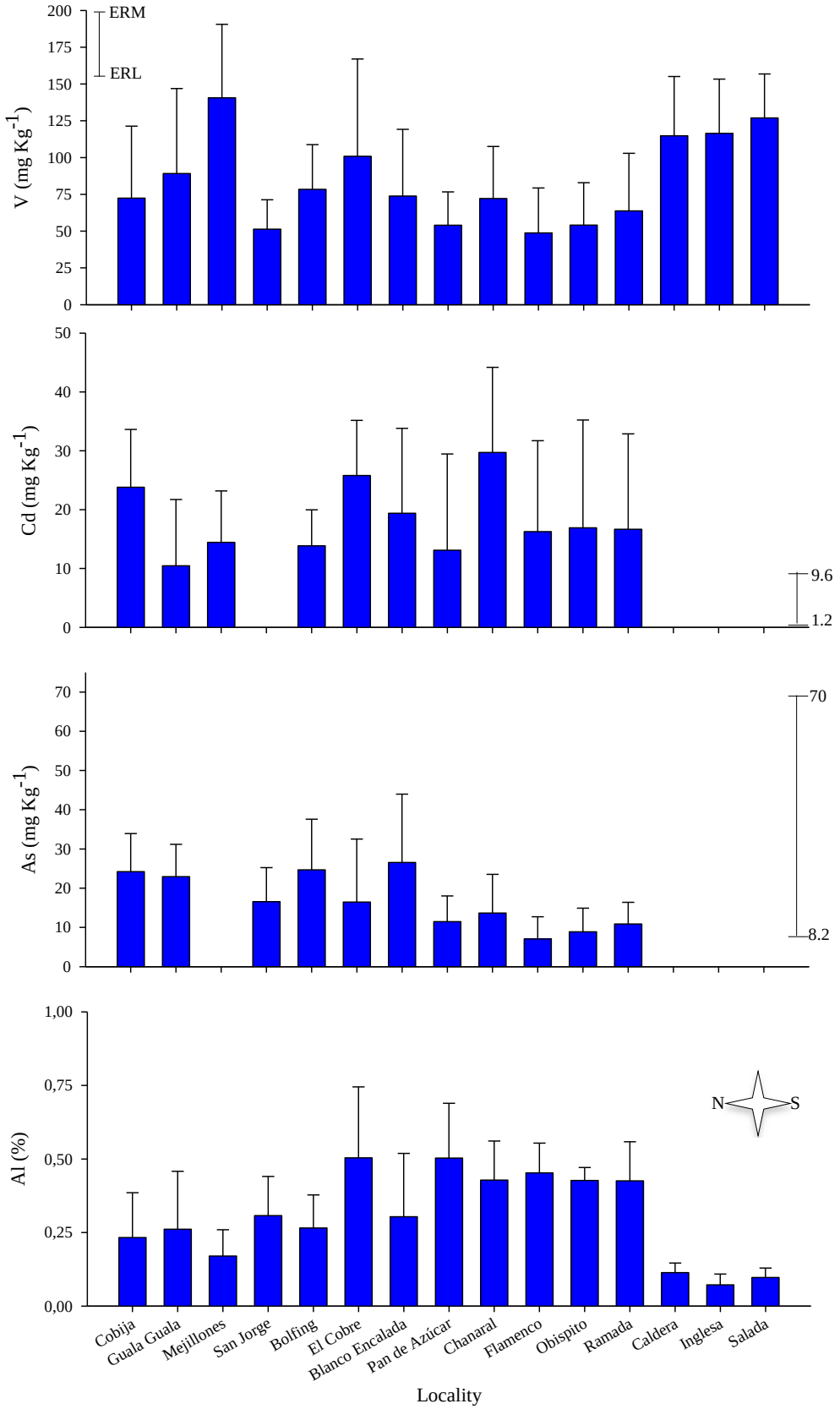


Fig. 2. (*continued*)

Folio013095

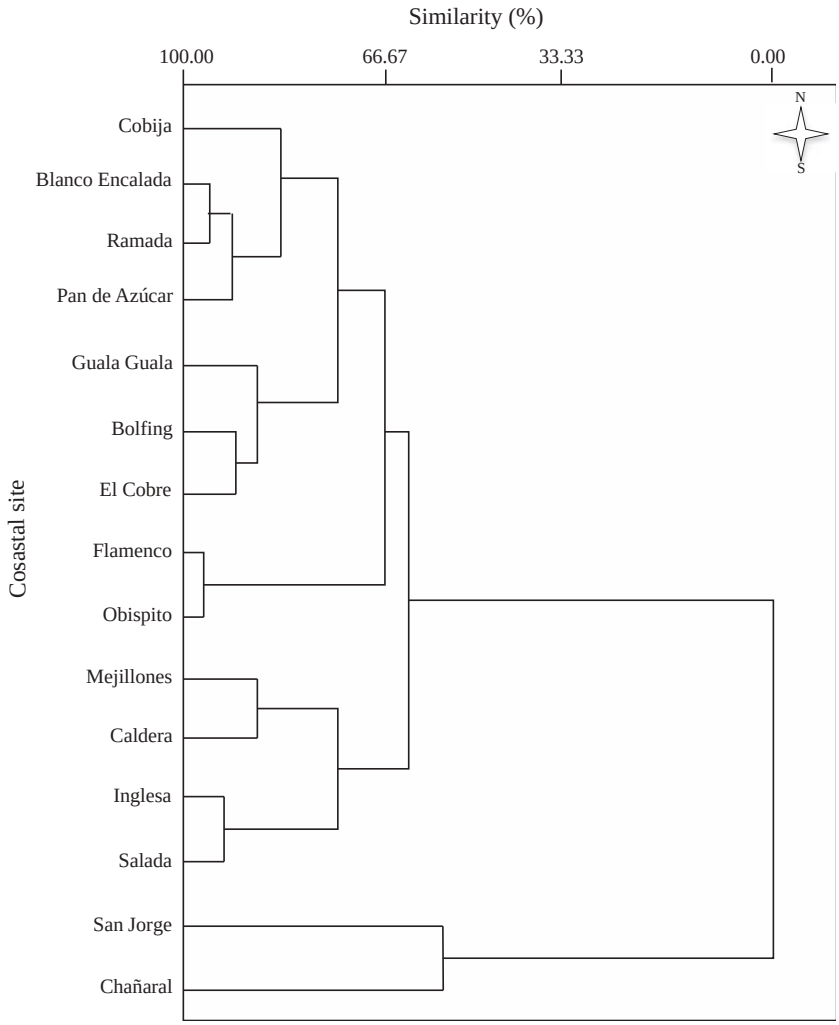


Fig. 3. Similarity dendrogram (Euclidean Distance, Single Linkage method) of the studied coastal sites of northern Chile.

Table 4
Descriptive statistics of measured metals in the coastal zone of northern Chile (22° S to 28° S). Concentrations in mg kg^{-1}, except for Al which is in %.

	Size	Cu	Pb	Zn	Ni	V	Al	Cd	As
Mean	≤ 63 μm	135.4	56.9	43.42	23.24	83.84	0.30	18.22	16.67
Standard deviation	≤ 63 μm	92.4	41.7	17.56	9.43	29.63	0.15	5.92	6.94
Minimum concentration	≤ 63 μm	52.1	16.3	19.31	9.68	48.76	0.07	10.46	7.05
Maximum concentration	≤ 63 μm	421.4	182.3	78.07	39.69	140.60	0.50	29.72	26.56

activity, while the latter predominantly corresponds to areas with mollusk aquaculture.

The Cd along the northern coast of Chile represents a peculiar case, because the concentrations measured in marine sediments are notoriously high (18.2 ± 5.9 mg kg^{-1}; Table 4) when compared to the average concentrations of the upper continental crust (0.09 mg kg^{-1}; Rudnick and Gao, 2003). However, the works of Valdés (2004), Valdés et al. (2006, 2008,)show that the sediments of Mejillones bay, for example, are enriched in this metal as a result of poorly oxygenated water which favors the precipitation of Cd and its accumulation in bottom sediments. The presence of poorly oxygenated water close to the surface in northern Chile has been documented by Pizarro et al. (2002), Escribano et al. (2004), Paulmier et al. (2008), Montecino and Lange (2009), Thamdrup et al. (2012), among others. These authors show that this condition corresponds to the presence of an Oxygen Minimum Zone (OMZ) which extends from central Perú to central Chile, where in the north section of Chile, the OMZ is closer to the coast and shallower. Unfortunately, there exists a lack of information regarding the influence of the OMZ on the geochemical composition of coastal sediments of northern Chile. However, besides the mechanism that has been described to explain the influence of water oxygenation on Cd precipitation (Van Geen and Husby, 1996; Morford and Emerson, 1999; Chaillou et al., 2002; Liu et al., 2017), it is assumed that coastal sediments of the study zone are enriched in Cd at least partly due to poor oxygenated waters. This is consistent with reports related to the influence of the OMZ on different metals of other marine environments (Acharya et al., 2015; Chakraborty et al., 2016a and b; Cutter et al., 2018).

3.2. Environmental evaluation of coastal sediments

3.2.1. The use of background values

One of the main obstacles in Chile related to measurement of the impact of anthropogenic activities on coastal ecosystems is the lack of environmental quality standards. Currently in Chile, only the primary

Folio013096

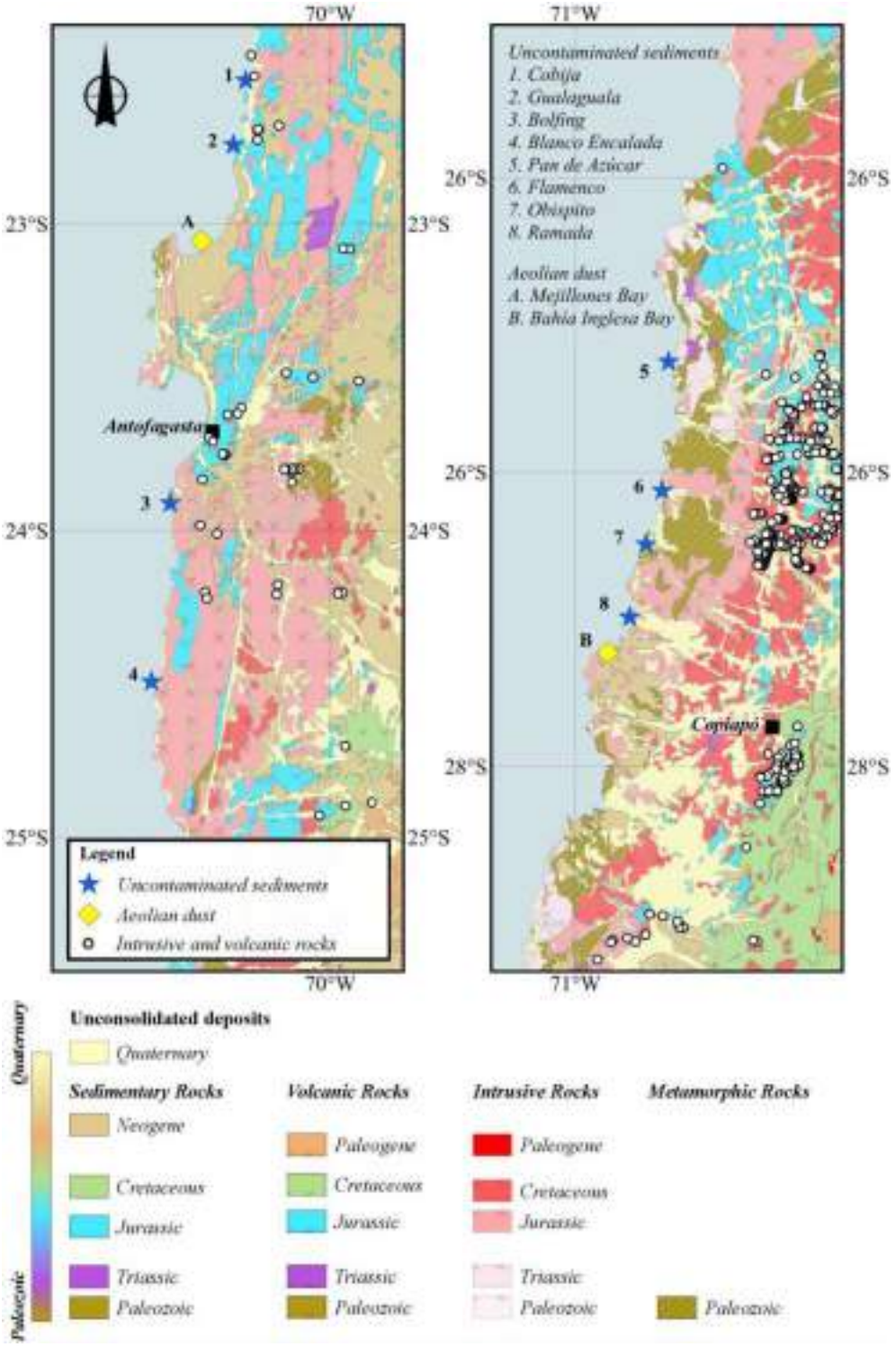


Fig. 4. Location of baseline materials used in the calculation of Geoacummulation Index (I_{geo}) and Enrichment Factors.

and secondary guidelines of water quality exist. This guideline fixes the maximum permissible values of distinct substances (including several metals and As) present in seawater. The first one protects the human health and the second one is related to the protection of marine organisms. The secondary guideline, in contrast to the primary, must be established on a local scale because it is assumed that coastal ecosystems have particularities which do not allow for a generalization of reference values between distinct localities. However, due to the general lack of geochemical information in coastal ecosystems of Chile, it has been a challenge to advance in this purpose. In the case of northern Chile, the work of Valdés et al. (2015) showed that the maximum levels of metal(loid)s established in the primary standard are overestimated, indicating that there is still a large amount of unknown information related to the structure and functionality of coastal ecosystems and their environmental and ecological characteristics. In the case of the sedimentary matrix, at present, an environmental quality standard still does not exist. One of the difficulties in establishing these maximum allowed limits is the lack of information related to the concentration

Folio013097

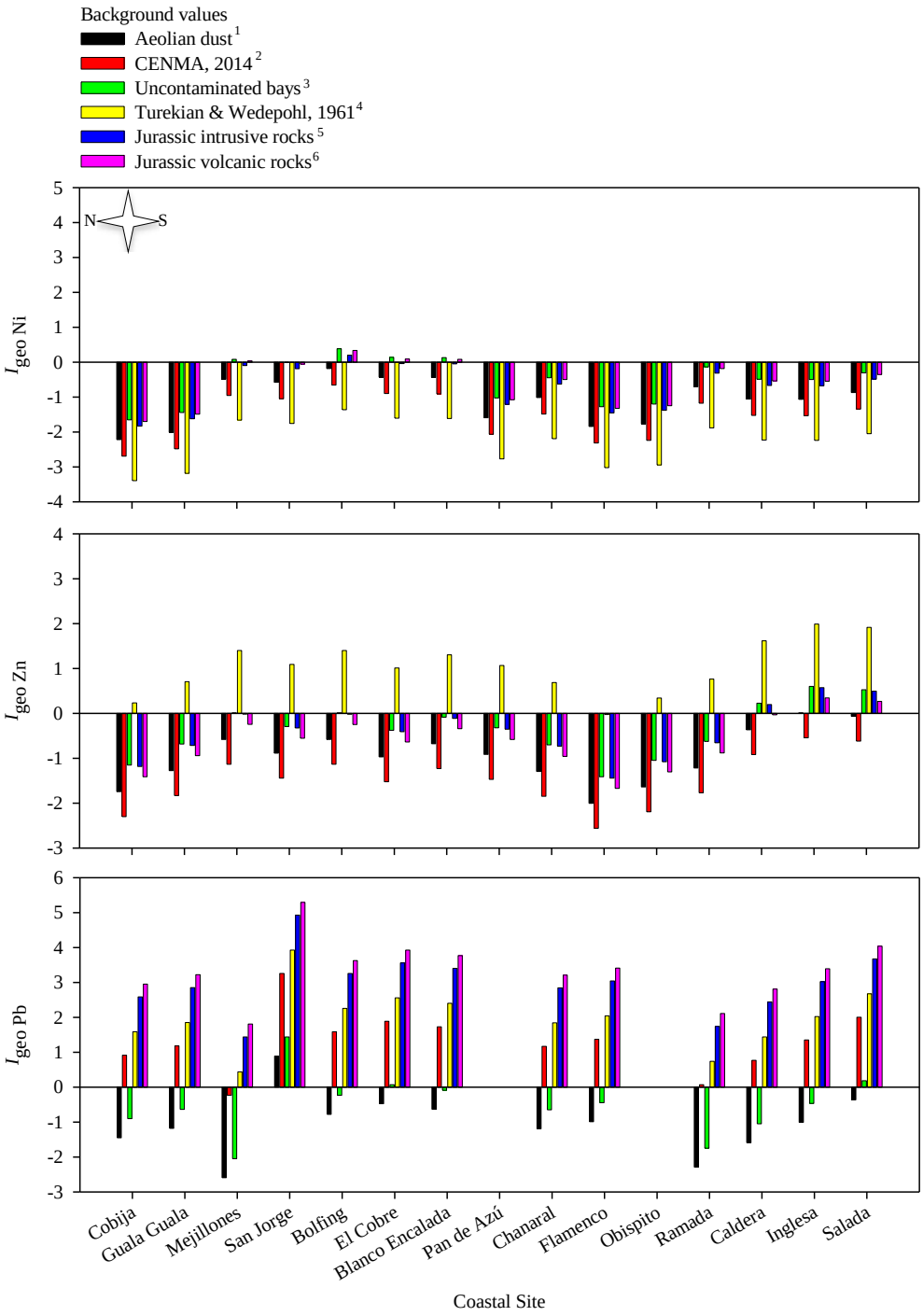


Fig. 5. Geoaccumulation index (I_{geo}) of 15 studied coastal sites of northern Chile: 1: Background concentration measured in Aeolian dust of the Mejillones and Caldera bays (Valdés and Castillo, 2014; Valdés et al., 2014); 2: Background concentration measured in soil sediments of northern Chile (CENMA, 2014). 3: Background concentration measured in marine sediments of uncontaminated bays, as determined in this study; 4: Background concentration measured in shales (Turekian and Wedepohl, 1961); 5: Background concentration measured in Jurassic intrusive rocks of northern Chile. 6: Background concentration measured in Jurassic volcanic rocks of northern Chile.

values presented in these environments before human occupation and industrial development. Since advances of scientific knowledge related to natural environments in Chile have post-dated the development of industrial activities, the traces of natural background conditions have been lost over time.

Several methods of approximation such as the *Geoaccumulation Index* (I_{geo}) and the *Enrichment Factor* (EF) are frequently used to evaluate the environmental significance of the presence of metal(loid)s in marine sediments (Li et al., 2017; Harikrishnan et al., 2017; Trifuoggi et al., 2017). These indices assume a base concentration value that reflects a natural condition. As such, they allow for the evaluation of metal(loid) enrichment when the results are compared with reference values; in the case of the I_{geo}, this comparison is made with respect to a table that establishes the degree of contamination, and in the case of the EF, the comparison is made to a fixed value which differentiates whether or not the metal(loid) is enriched in the sediments. In both cases, the concentrations of metal(loid)s in geological formations established, for example, by Turekian and Wedepohl (1961) have generally been

Folio013098

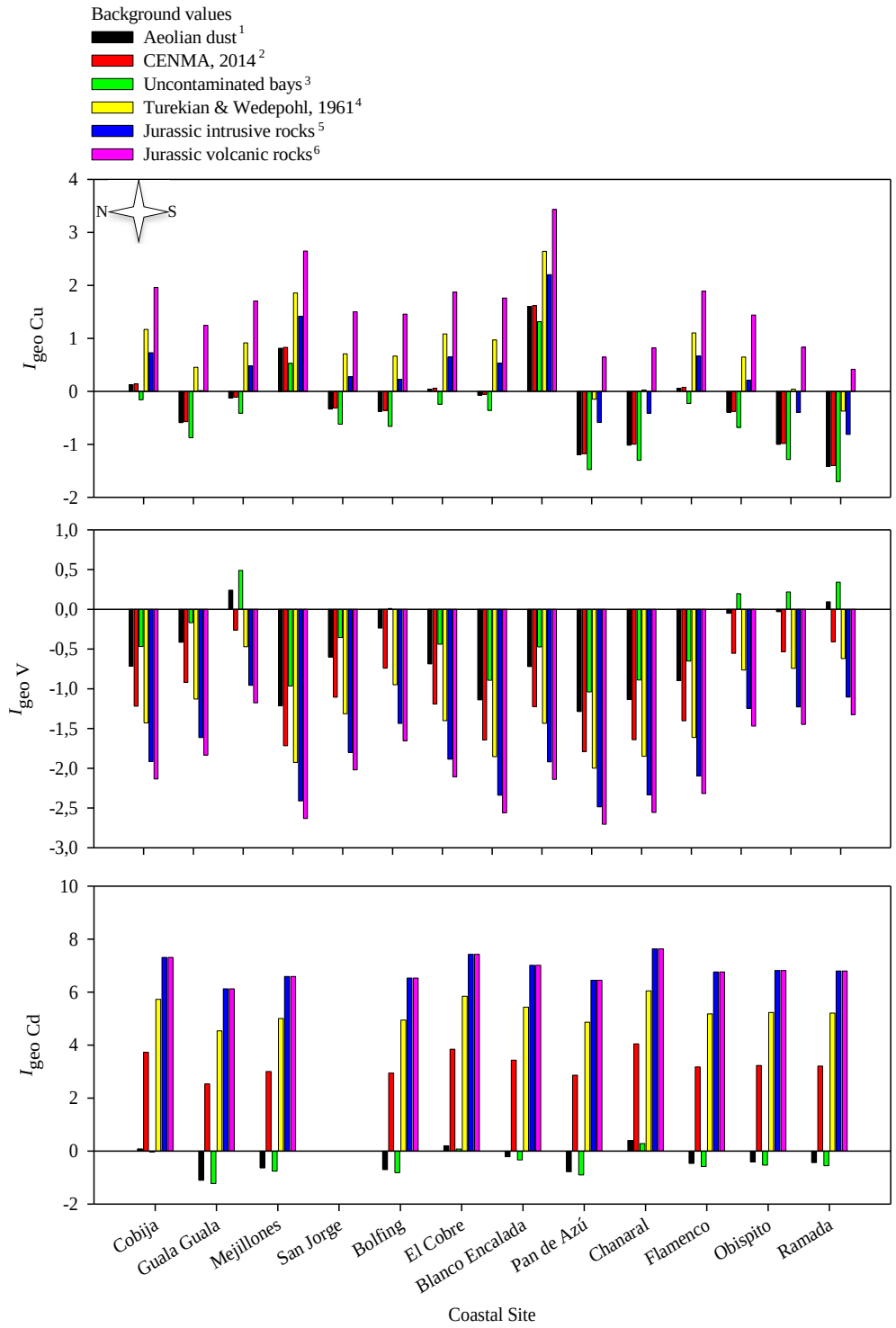


Fig. 5. (*continued*)

used as background values. However, other authors propose to use local reference values that explain the natural presence of metal(loid)s in the marine environment (e.g., Reimann and Garrett, 2005). For instance, (i) Böning et al. (2009) used sediments collected in a river to measure the base concentrations of metal(loid)s found in the marine environment in Arauco Gulf, Chile, (ii) Tapia et al. (2012) established background concentrations based on local sediments in Oruro, Bolivia, to evaluate the environmental condition of an Andean lake., (iii) Song et al. (2014) used preindustrial levels within sedimentary sequences to propose regional background concentrations of heavy metals in coastal sediments of the South Sea of Korea, (iv) Buccolieri et al. (2006) utilized the metal content of pollution-free zone of Taranto Gulf, Italy, as background values, and (v) Valdés et al. (2014) used metal(loid) concentrations measured in wind dust as reference values for evaluating their enrichment in marine sediments of Caldera bay, northern Chile.

In relation to the concept "background level", Reimann et al. (2005) and Reimann and Garrett (2005) made an exhaustive review of its meaning and refer to the normal concentrations of metal(loid)s found in environments without any anthropogenic intervention. The authors suggest that one of the ways to establish these natural values is through

Folio013099

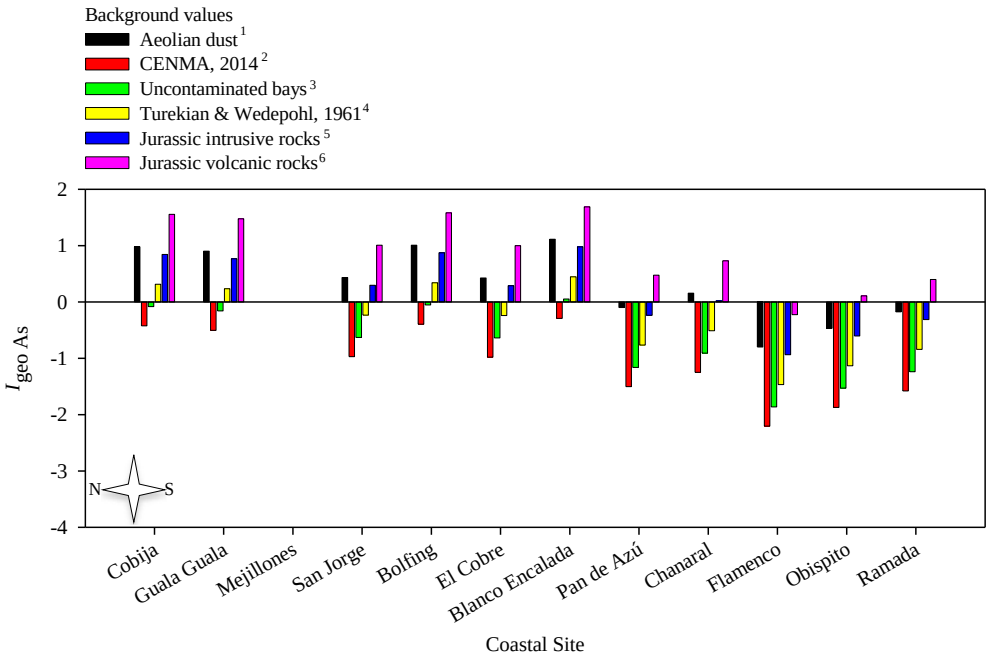


Fig. 5. (*continued*)

the analysis of pollution-free zones with similar characteristics to those areas that are to be evaluated. In the case of this study, all marine sediments come from desert-coastal environments with similar geological (Fig. 4) and climatic characteristics. In addition, none present direct fluvial contributions of sediments to the marine environment, and several are currently free of industrial activities, which is the main anthropogenic source of metal(loid) enrichment in the ocean (Fig. 4).

In this study, 6 different baseline values (Table 3) were used to evaluate the environmental status of the study area. With these reference values, the I_{geo} was calculated to measure the level of contamination within the coastal environments of northern Chile, the EF was utilized to establish if there is metal(loid) enrichment in the marine environment of the studied bays, and the PLI was used to evaluate the level of pollution due to the combined effect of the metal(loid)s present in the sediments.

In the case of the I_{geo}, the values obtained for each metal(loid) differ depending on the background value used. In general, the use of background values reported by sedimentary rocks (Turekian and Wedepohl, 1961) and Jurassic intrusive and volcanic rocks of coastal areas of northern Chile tend to overestimate the I_{geo} when compared to other reference values from uncontaminated bays, such as aeolian dust and a mixture of different types of regional soils (Fig. 5). For example, the I_{geo} of Cu obtained with different reference values showed the highest values in the San Jorge and Chañaral bays, indicating an environment contaminated with Cu (Fig. 5), while the I_{geo} of Pb indicates contamination of this metal in the San Jorge Bay. The I_{geo} of Ni shows that no contamination of this element is present in the studied bays (Fig. 5), which is in agreement with studies performed in the Atacama and Los Rios regions of northern and southern Chile, respectively (Tapia and Quiroz, personal communication). In the case of the EF, values also differ according to the geochemical baseline used. Utilization of the chemical composition of geological formations as the background significantly increases the EF of all metal(loid)s in the coastal sites, including those without industrial activities (Fig. 6). Cadmium is the most notable case suggesting that concentrations of that element in marine sediments originated from a source other than the coastal geological formations. Reports of metal(loid)s in sediments from different coastal areas (Pedersen et al., 1989; Chaillou et al., 2002; Liu et al., 2017) and particularly those from northern Chile (Valdés, 2004; Valdés et al., 2006, 2014) indicate that high levels of Cd in marine sediments are a common occurrence due to waters naturally enriched in Cd (Takesue et al., 2004) and low levels of oxygenation, both of which favor its precipitation to the bottom sediments. Additionally, the use of aeolian dust and uncontaminated bays as baseline values produces more realistic EF values; for example, in the case of Cu with higher EF values in Mejillones, San Jorge, Chañaral and the Caldera bays, are explained by the industrial activities related to Cu ore processes or transportation at all of those sites (Fig. 6).

The PLI values fluctuated between 0.1 and 85 (Fig. 7), except for the background values of Jurassic intrusive and volcanic rocks where the PLI reached nearly 700,000 mainly due to the extremely low Cd and As concentrations recorded in these geological units of northern Chile. These results suggest that most of the studied bays show environmental contamination to varying degrees due to the presence of these metal (loid)s (Fig. 7). Although there are notable PLI variations depending on the background value used, San Jorge, Bolfing, El Cobre, Blanco Encalada, and the Chañaral bays show the highest PLI values; in some cases they reach up to two orders of magnitude higher than the reference level for environments without pollution (Fig. 7). In general, the results tend to be more conservative when metal(loid) concentrations in wind dust and sediments of uncontaminated bays are used as the background reference.

The presence of metals and As in coastal marine sediments of northern Chile is explained by natural and anthropogenic factors. In general, the results of most metal(loid)s show that bays without industrial activity accumulate lower concentrations of contaminant elements in the sediments, representing natural conditions. On the other hand, the presence of industries in coastal areas has an effect on metal (loid) content in marine sediments. For example, the highest concentration of Cu and Pb, were recorded in Chañaral and Antofagasta; the former was related to historical problems of mining pollution while, the latter was due to Pb concentrates which has been stored and transported for > 30 years.

It is important to note that the I_{geo} and EF metrics do not allow for the same evaluations. The former (I_{geo}) is interpreted from a table with values from < 0 to > 5 indicating distinct degrees of sediment contamination (< 0 uncontaminated and > 5 extremely contaminated, Table 2) (Nowrouzi and Pourkhabbaz, 2014), while the latter allows for

Folio013100

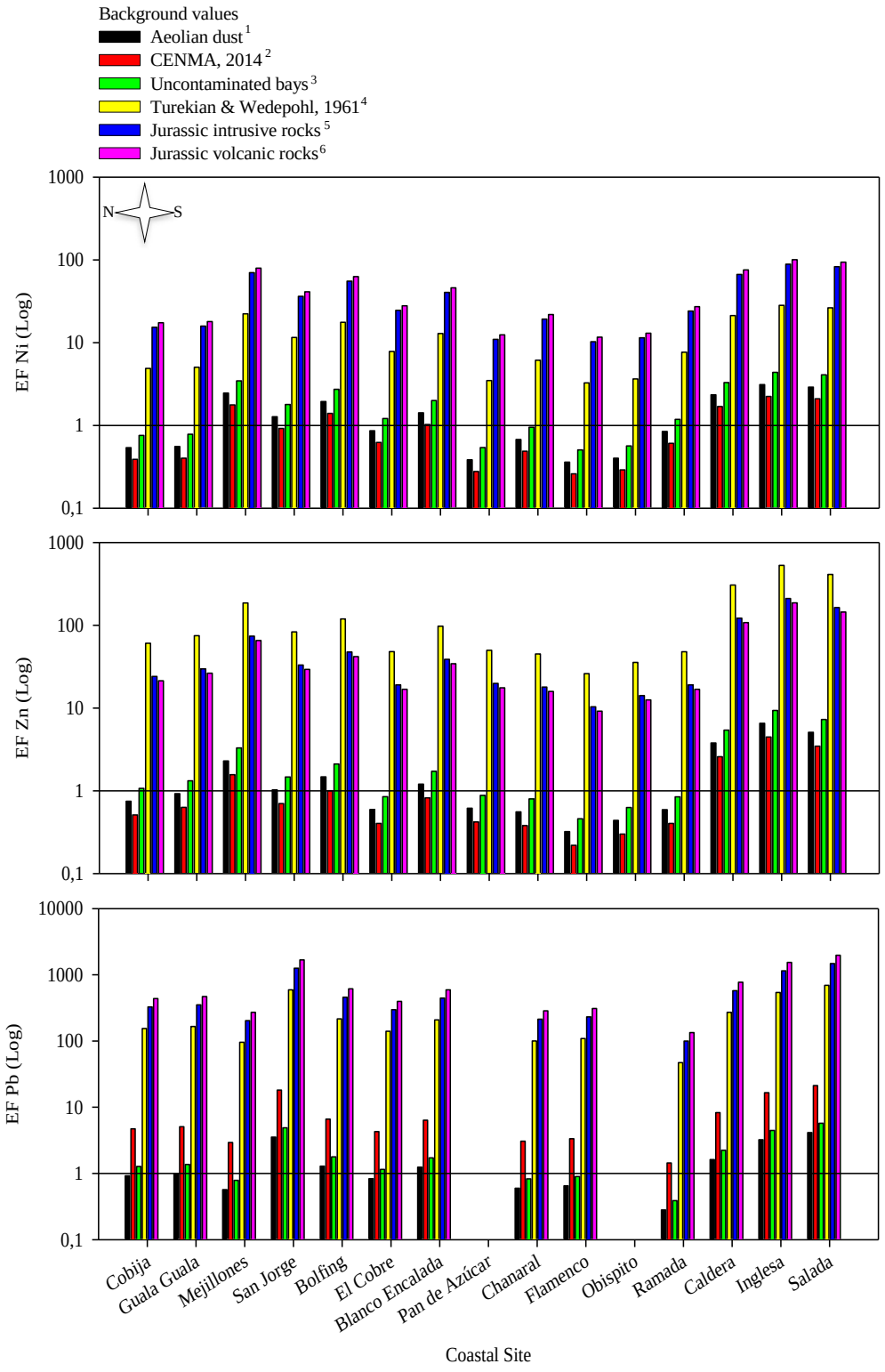


Fig. 6. Enrichment Factor (EF) of 15 studied coastal sites of northern Chile: 1: Background concentration measured in Aeolian dust of the Mejillones and Caldera bays (Valdés and Castillo, 2012; Valdés et al., 2014); 2: Background concentration measured in soil sediments of northern Chile (CENMA, 2014). 3: Background concentration measured in marine sediments of uncontaminated bays, as determined in this study; 4: Background concentration measured in shales (Turekian and Wedepohl, 1961); 5: Background concentration measured in Jurassic intrusive rocks of northern Chile. 6: Background concentration measured in Jurassic volcanic rocks of northern Chile.

the identification of a possible source of increase above natural level (Zoller et al., 1974; Nowrouzi and Pourkhabbaz, 2014). In several cases, the EF can suggest erroneous interpretations because it does not precisely differentiate between anthropogenic and natural sources in sites where both contribute to increased metal(loid) concentrations (Reimann and Garrett, 2005). For example, metals such as Cd, V, Mo, U, Ni, etc., called redox-sensitive elements, can precipitate from the water column under conditions of decreased oxygen (Shankar et al., 2015;

Folio013101

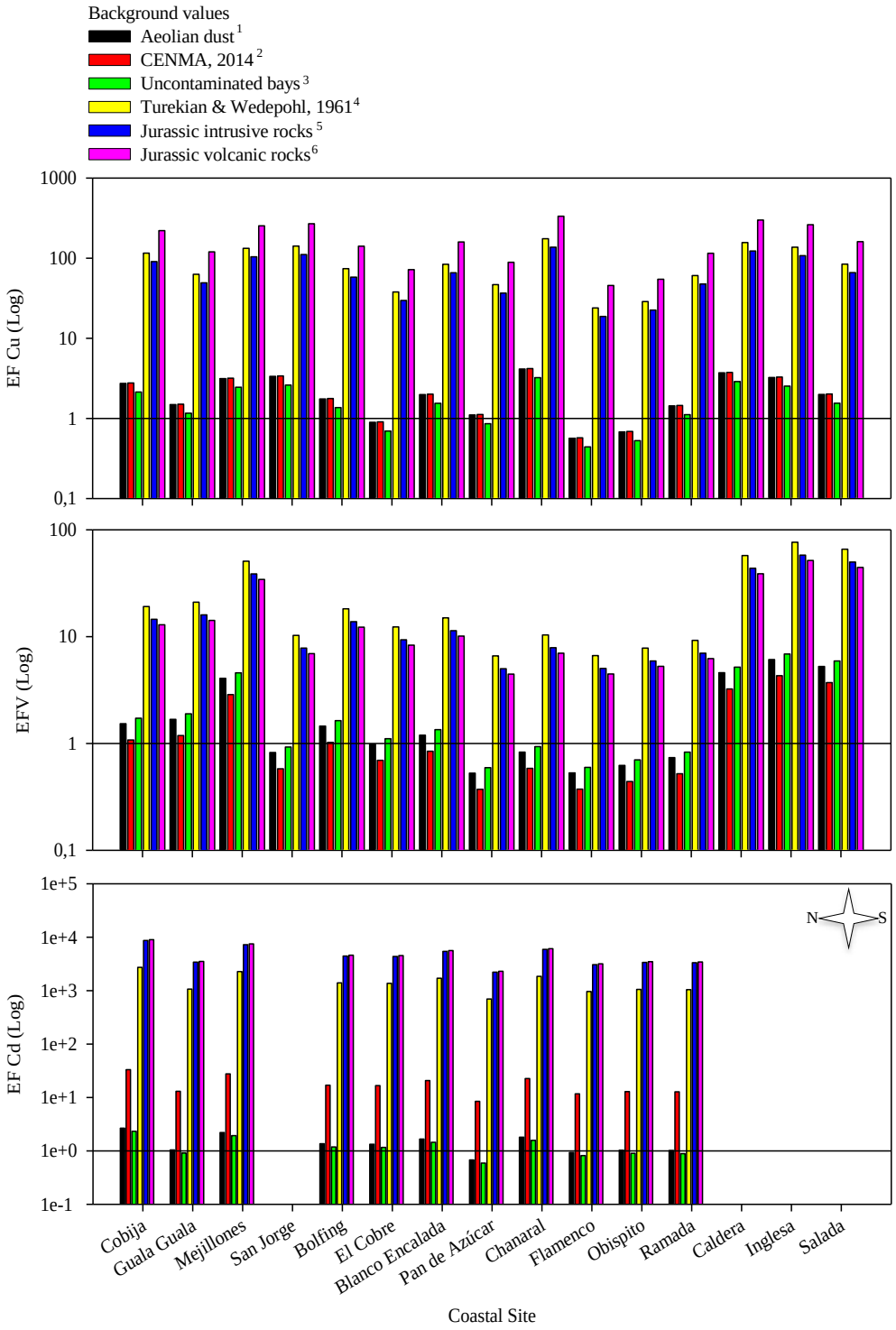


Fig. 6. (*continued*)

Costa et al., 2018) and be further compounded by industrial activities such as mining and energy generators. In addition, the intensification of the Oxygen Minimum Zone that has been detected in recent years in various coastal areas of Chile and Perú (Paulmier and Ruiz-Pino, 2009; Thamdrup et al., 2012; Cutter et al., 2018) which may generate a natural enrichment of these metal(loid)s in the sediments. On the other hand, the use of reference values such as those reported for geological formations or those of lithogenic sources which are transported by distinct routes to the marine environment (e.g. fluvial and atmospheric dust) allow only for the evaluation of metal(loid) enrichment with respect to the mineral fraction, without consideration of the other mechanisms that could transport metal(loid)s to marine sediments directly from the water column.

Certain aspects should be considered if the usefulness of each of the reference values is analyzed in detail. The metal(loid) contents reported by Turekian and Wedepohl (1961) correspond to mean concentrations of geological formations of distinct geographical areas around the world, and are not always present in some local areas. In contrast, the values reported by CENMA (2014) only reflect the content of metal (loid)s present in the surficial soil close to Antofagasta, while the values

Folio013102

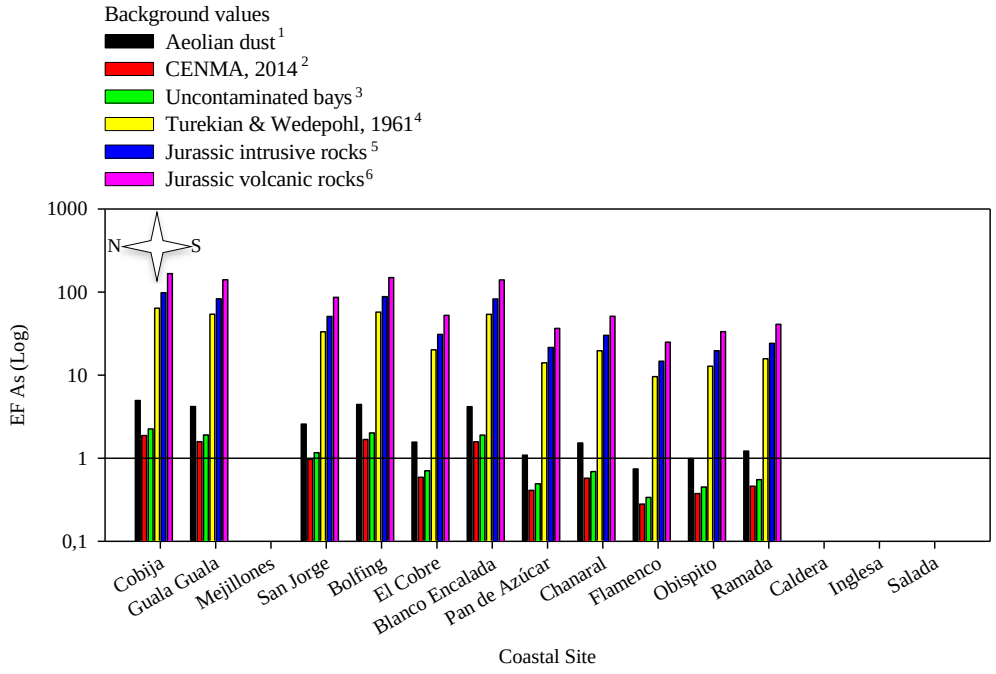


Fig. 6. (*continued*)

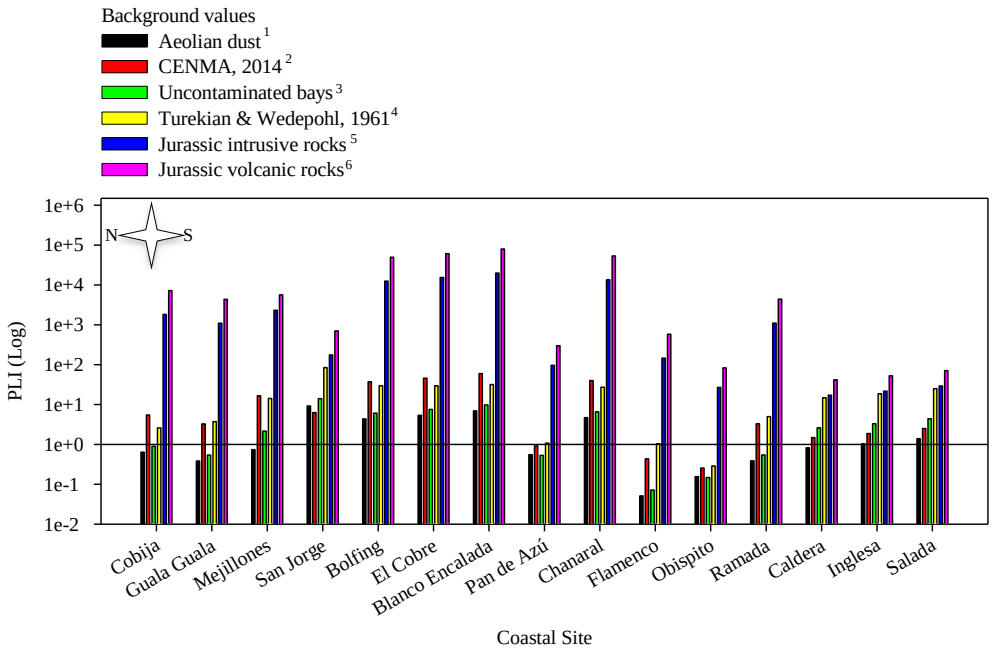


Fig. 7. Pollution Load Index (PLI) of 15 studied coastal sites of northern Chile. 1: Background concentration measured in Aeolian dust of the Mejillones and Caldera bays (Valdés and Castillo, 2012; Valdés et al., 2014); 2: Background concentration measured in soil sediments of northern Chile (CENMA, 2014). 3: Background concentration measured in marine sediments of, uncontaminated bays, as determined in this study; 4: Background concentration measured in shales (Turekian and Wedepohl, 1961); 5: Background concentration measured in Jurassic intrusive rocks of northern Chile. 6: Background concentration measured in Jurassic volcanic rocks of northern Chile.

of atmospheric dust also represent the content of metal(loid)s in the coastal lithogenic particles transported to the marine environment. In all these cases, it can be assumed that any higher concentration value measured in the marine environment should be considered as enriched above the values of continental sources of lithogenic material, since they do not incorporate other sources of metal(loid)s, like anthropogenic sources and/or natural marine processes (OMZ intensification), for example. Given that the presence of metal(loid)s in the marine environment can be explained by multiple natural factors (e.g. the lithogenic contribution, water masses, material resuspension, and oxygenation changes) as well as anthropogenic factors (e.g. industrial and domestic waste), the use of background values of pollution-free zones that are characterized by similar oceanographic and geological conditions would be the most appropriate for assessing the state of environmental alteration of coastal areas intervened by human activity.

For this reason, these evaluation tools should be used with caution because the results differ depending on the comparison basis used in the calculation procedure. Since in most cases the pre-industrial values of metal(loid)s are not available in the environments which are intended to be administered by the state, the use of these evaluations and other environmental matrix assessment tools should consider local comparison values such as concentrations in sediments of nearby bays with a similar geographical and geological characteristics.

Finally, it is necessary to further increase our knowledge of natural environments in the coastal region of northern Chile, particularly for those that still maintain their natural, uncontaminated conditions given the high probability that many of them could be easily influenced by future anthropogenic activities and human developments.

Folio013103

Table 5
Distribution of samples in the ranges established by the SQG according to the analyzed metal concentrations (in mg kg^{-1}) in coastal sediments of northern Chile.

Metal	Mean concentration	Sediment quality guideline[a]		% of samples within ranges of the sediment quality guideline		
		ERL	ERM	< ERL	> ERL and < ERM	> ERM
Cu	135.4	34	270	13.6	75.6	10.8
Ni	23.2	20.9	51.6	48.7	38.8	12.4
Zn	43.4	150	410	98.9	1.1	0
Pb	56.9	46.7	218	63.8	34.4	1.8
Cd	18.2	1.2	9.6	9.2	26.1	64.7
As	16.7	8.2	70	24.7	75	0.3

[a] ERL = effects-range–low, ERM = effects-range–median (Long et al., 1995).

3.2.2. The use of the sedimentary quality guideline

Table 5 summarizes the results of SQG analysis according Long et al. (1995). The percentages of samples analyzed, which are located in each range of values (below ERL, between ERL and EMR, above ERM), as well as the overall tendencies are presented below:

- Ni, Zn, and Pb presented the highest percentages of measurements below the ERL indicating that most of the studied zones do not pose a risk to the benthic communities as a result of the presence of these metals. However, Ni and Pb presented 38% and 34% of values respectively between the ERL and ERM, which suggests that there would be areas where the presence of these metals could represent a risk for benthic communities.
- Cu and As showed the highest concentrations of results between the ERL and ERM, suggesting that these metal(loid)s would represent a risk for the communities of benthic organisms in several of the studied zones.
- Cd presented the highest percentage of results over the ERM, which suggests that this metal represents an evident risk for benthic organisms in the studied areas.

In some cases, these conclusions must be taken with caution. For example, even though the results of SQG for Cd indicate a high risk for organisms, the level of Cd in waters and sediments of northern Chile is the product of natural conditions (Takesue et al., 2004, Valdés et al., 2006), and benthic organisms have probably adapted to this situation in this particular zone.

The latitudinal distribution of the m-ERM-Q in the study area is reported in Fig. 8. The m-ERM-Q values indicate a low probability of toxic effect for biological communities in all studied coastal sites, falling in the range 0.1–1.5 (toxicity probability < 49%, with seven coastal sites with toxicity probability < 21%).

However, there are some contradictions between the m-ERM-Q and the other methods used to evaluate the environmental condition of coastal zones of northern Chile. For example, the I_{geo} and SQG methods showed that the San Jorge Bay has serious problems of Pb contamination (Fig. 5), a toxic metal whose mean concentration is between the ERL and ERM value of SQG (Fig. 2), indicating occasional adverse effect on organisms (Table 5). However, according the m-ERM-Q analysis, this bay has no risk of toxicity for benthic communities due to metal preserved in marine sediments (Fig. 8). A similar situation is observed when comparing PLI and m-ERM-Q analyses. The first one suggests that San Jorge has problems related to polymetallic accumulation in marine sediments (Fig. 7), while the m-ERM-Q indicates that this bay has no risk of toxicity for benthic communities (Fig. 8).

Authors such as Choueri et al. (2009), Birch and Hogg (2011), Vallius (2015), and Moreira et al. (2017) discuss the differences between local and international reference values and they confirm the importance of the development of site-specific SQGs, which are based on various toxicity tests on local biota, to support the characterization of sediments and their impact on benthic organisms.

As account for metal(loid) background levels, these results evidence the lack of usefulness regarding the application of international standards since they have not been established based on local conditions which would account for the presence of metal(loid)s in the marine environment of northern Chile or the adaptation of organisms there specifically.

4. Conclusions

The presence of metals and As in coastal marine sediments of northern Chile is explained by natural and anthropogenic factors. In general, the results of most metal(loid)s show that bays without industrial activity accumulate lower concentrations of contaminant elements in the sediments, representing natural conditions. On the other hand, the presence of industries in coastal areas has an effect on metal (loid) content in marine sediments. For example, the highest concentration of Cu and Pb were recorded in Chañaral and Antofagasta, respectively; the former was related to historical problems of mining pollution, while the latter was associated to Pb concentrate which has been stored and transported for > 30 years.

The use of 6 background values to calculate different indexes of contamination suggests that pollution-free zones which are

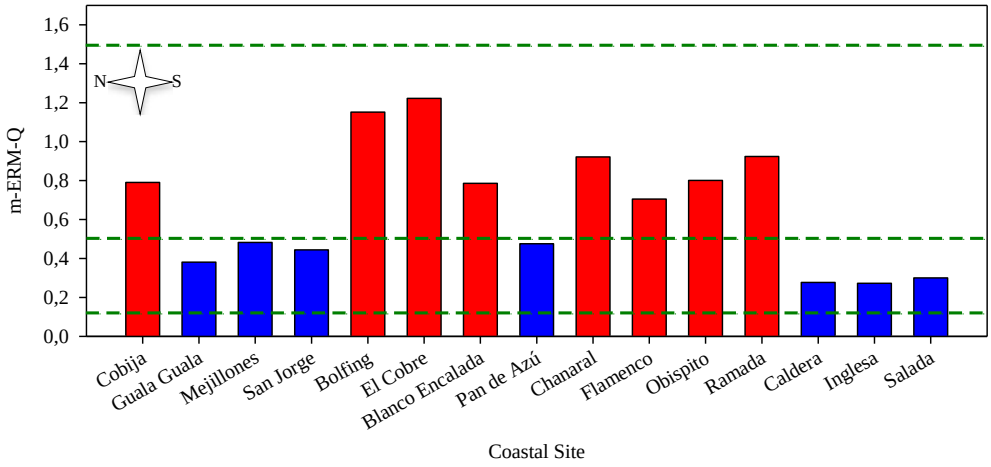


Fig. 8. Ecological Risk Assessment (ERA) in the study area. Red bars indicate a coastal site with a toxicity probability of < 49%; blue bars indicate coastal sites with a toxicity probability < 21%. (For interpretation of the references to color in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article.)

Folio013104

characterized by similar oceanographic and geological conditions would be the most appropriate for assessing the state of environmental alteration of coastal areas intervened by human activity.

The SQG procedure used to evaluate the risk for benthic organisms showed that Ni, Zn and Pb presented the highest percentages of measurements below the ERL, indicating that most of the studied zones do not pose a risk to the benthic communities. Conversely, Cu and As presented the highest values between the ERL and ERM, suggesting that there would be areas where the presence of these metal(loid)s could represent a risk for benthic communities. Finally, Cd presented the highest percentage of results over the ERM, which suggests that this metal represents an evident risk for benthic organisms in the studied sites. However, in spite of Cd levels measured along the northern coast of Chile are notoriously high when compared to the average concentrations of the upper continental crust, the marine sediments of northern Chile are rich in this metal as a result of poorly oxygenated water which favors the precipitation of Cd and its accumulation in bottom sediments, a mechanism that has been described in other marine environments.

These results evidence the lack of usefulness regarding the application of international standards since they have not been established based on local conditions which would account for the presence of metal(loid)s in the marine environment of northern Chile.

Acknowledgements

We thank to Fondo de innovación para la competitividad FIC FNDR 2015, Gobierno regional de Atacama, Chile who funded this work by grant BIP 30432672-0 Valorización económica sustentable del Altoandino de Atacama. Estrategias para el desarrollo del Turismo de Intereses Especiales y la conservación de ecosistemas de características únicas.

References

Acharya, S., Panigrahi, M., Gupta, A., Tripathy, S., 2015. Response of trace metal redox proxies in continental shelf environment: the Eastern Arabian Sea scenario. Cont. Shelf Res. 106, 70–84.

Andrade, S., Moffett, J., Correa, A., 2006. Distribution of dissolved species and suspended particulate copper in an intertidal ecosystem affected by copper mine tailings in Northern Chile. Mar. Chem. 101, 203–212.

Benavides, J., 2006. Iron Oxide-Copper-Gold Deposits of the Mantoverde Area, Northern Chile: Ore Genesis and Exploration Guidelines (Unpublished Ph.D. thesis). Queen's University, Kingston, Ontario, pp. 355.

Bhuiyana, M., Parvez, L., Islam, M., Dampare, S., Suzuki, S., 2010. Heavy metal pollution of coal mine-affected agricultural soils in the northern part of Bangladesh. J. Hazard. Mater. 173, 384–392.

Birch, G., Hogg, T., 2011. Sediment quality guidelines for copper and zinc for filter-feeding estuarine oysters? Environ. Pollut. 159, 108–115.

Birch, G., Taylor, S., 2002. Assessment of possible toxicity of contaminated sediments in Port Jackson, Sydney, Australia. Hydrobiologia 472, 19–27.

Böning, Ph., Brumsack, H., Schnetger, B., Grunwald, M., 2009. Trace element signatures of Chilean upwelling sediments at 36° S. Mar. Geol. 259, 112–121.

Buccolieri, A., Buccolieri, G., Cardellicchio, N., Dell'Atti, A., Di Leo, A., Maci, A., 2006. Heavy metals in marine sediments of Taranto Gulf (Ionian Sea, Southern Italy). Mar. Chem. 99, 227–235.

Calderón, C., Valdés, J., 2012. Contenido de metales en sedimentos y organismos bentónicos de la bahía San Jorge, Antofagasta, Chile. Rev. Biol. Mar. Oceanogr. 47 (1), 121–133.

Castillo, A., Valdés, J., 2011. Contenido de metales en *Cancer polyodon* (Crustacea: Decapoda) en un sistema de bahías del norte de Chile (27°S). Lat. Am. J. Aquat. Res. 39 (3), 461–470.

Castro, G., Valdés, J., 2012. Concentración de metales pesados (Cu, Ni, Zn, Cd, Pb) en la biota y sedimentos de una playa artificial, en la bahía San Jorge 23°S, Norte de Chile. Lat. Am. J. Aquat. Res. 40 (2), 267–281.

CENMA, 2014. Diagnóstico regional de suelos abandonados con potencial presencia de contaminantes. Informe final. pp. 1–110.

Chaillou, G., Anschutz, P., Lavaux, G., Schäfer, J., Blanc, G., 2002. The distribution of Mo, U, and Cd in relation to major redox species in muddy sediments of the Bay of Biscay. Mar. Chem. 80, 41–59.

Chakraborty, P., Chakraborty, S., Jayachandran, S., Madan, R., Sarkar, A., Linsy, P., Nath, B.N., 2016a. Effects of bottom water dissolved oxygen variability on copper and lead fractionation in the sediments across the oxygen minimum zone, western continental margin of India. Sci. Total Environ. 566, 1052–1061.

Chakraborty, P., Mason, R.P., Jayachandran, S., Vudamala, K., Armoury, K., Sarkar, A., Chakraborty, S., Bardhan, P., Naik, R., 2016b. Effects of bottom water oxygen concentrations on mercury distribution and speciation in sediments below the oxygen minimum zone of the Arabian Sea. Mar. Chem. 186, 24–32.

Costa, K., Anderson, R., McManus, J., Winckler, G., Middleton, J., Langmuir, Ch., 2018. Trace element (Mn, Zn, Ni, V) and authigenic uranium (aU) geochemistry reveal sedimentary redox history on the Juan de Fuca Ridge, North Pacific Ocean. Geochim. Cosmochim. Acta 236, 79–98.

Choueri, R., Cesar, A., Abessa, D., Torres, R., Morais, R., Riba, I., Pereira, C., Nascimento, M., Mozeto, A., DelValls, T., 2009. Development of site-specific sediment quality guidelines for North and South Atlantic littoral zones: Comparison against national and international sediment quality benchmarks. J. Hazard. Mat. 170, 320–331.

Crane, J., MacDonald, D., 2003. Applications of numerical sediment quality targets for assessing sediment quality conditions in a US Great Lakes area of concern. Environ. Manag. 32, 128–140.

Cutter, G., Moffett, J., Nielsdóttir, M., Sanial, V., 2018. Multiple oxidation state trace elements in suboxic waters off Peru: in situ redox processes and advective/diffusive horizontal transport. Mar. Chem. 201, 77–89.

De Gregori, H.I., Pinochet, C.H., Arancibia, J.M., Vidal, A., 1996. Grain size effect on trace metals distribution in sediments from two coastal areas of Chile. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 57 (1), 163–170. https://doi.org/10.1007/s001289900.

Escribano, R., Rosales, S., Blanco, J., 2004. Understanding upwelling circulation off Antofagasta (northern Chile): a three–dimensional numerical-modeling approach. Cont. Shelf Res. 24, 37–53.

Essien, J., Antai, S., Olajire, A., 2009. Distribution, seasonal variations and ecotoxicological significance of heavy metals in sediments of Cross River estuary mangrove swamp. Water Air Soil Pollut. 197, 91–105.

Fariña, J., Castilla, J.C., 2001. Temporal variation in the diversity and cover of sessile species in rocky intertidal communities affected by copper mine tailing in northern Chile. Mar. Pollut. Bull. 42, 554–568.

Guiñez, M., Valdés, J., Castillo, A., 2015. Contenido de metales en sedimentos y en *Emerita análoga* (Stimpson, 1857), en bahía Mejillones del Sur, Chile. Lat. Am. J. Aquat. Res. 43 (1), 94–106.

Harikrishnan, N., Ravisankar, R., Chandrasekaran, A., Suresh Gandhi, M., Kanagasabapathy, K.V., Prasad, M.V.R., Satapathy, K.K., 2017. Assessment of heavy metal contamination in marine sediments of East Coast of Tamil Nadu affected by different pollution sources. Mar. Pollut. Bull. 121, 418–424.

Jorquera, H., 2009. Source apportionment of PM10 and PM2.5 at Tocopilla, Chile (22°05′S, 70°12′W). Environ. Monit. Assess. 153 (1–4), 235–251.

Larrose, A., Coynel, A., Schäfer, J., Blanc, G., Massé, L., Maneux, E., 2010. Assessing the current state of the Gironde Estuary by mapping priority contaminant distribution and risk potential in surface sediment. Appl. Geochem. 25, 1912–1923.

Lee, M., Correa, J., 2005. Effects of copper mine tailings disposal on littoral meiofaunal assemblages in the Atacama region of Northern Chile. Mar. Environ. Res. 59, 1–18.

Lee, M., Correa, J., Zhang, H., 2002. Effective metal concentrations in porewater and seawater labile metal concentrations associated with copper mine tailings disposal into the coastal waters of the Atacama region of Northern Chile. Mar. Pollut. Bull. 44, 956–976.

Lepez, I., Furet, L., Aracena, O., 2001. Población de Emerita analoga (Stimpson 1957) en playas Amarilla y Rinconada, Antofagasta: Aspectos abióticos, bióticos y concentraciones de cobre. Gayana 65 (1), 59–87.

Li, F., Lin, Z., Wen, J., Wei, Y., Gan, H., He, H., Lin, J., Xia, Z., Chen, B., Guo, W., Tan, Ch., Cai, H., 2017. Risk assessment of trace metal-polluted coastal sediments on Hainan Island: a full-scale set of 474 geographical locations covering the entire island. Mar. Pollut. Bull. 125, 541–555.

Liu, Y., Xiao, T., Perkins, R., Zhu, J., Zhu, Z., Xiong, Y., Ning, Z., 2017. Geogenic cadmium pollution and potential health risks, with emphasis on black shale. J. Geochem. Explor. 176, 42–49.

Long, E., Smith, S., Calder, F., 1995. Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. Environ. Manag. 19, 81–97.

Long, E., MacDonald, D., 1998. Recommended Uses of Empirically Derived, Sediment Quality Guidelines for Marine and Estuarine Ecosystems. Human and Ecological Risk Assessment. An International Journal 4 (5), 1019–1039.

Lucassen, F., Franz, G., 1994. Arc related Jurassic igneous and meta-igneous rocks in the Coastal Cordillera of northern Chile/Region Antofagasta. Lithos 32 (3–4), 273–298. https://doi.org/10.1016/0024-4937(94)90044-2.

MacDonald, D., DiPinto, L., Field, J., Ingersoll, C., Long, E., Swartz, R., 2000. Development and evaluation of consensus based sediment effect concentrations for polychlorinated biphenyls. Environ. Toxicol. Chem. 19, 1403–1413.

Marschik, Robert, Fontignie, Denis, Chiaradia, Massimo, Voldet, Pia, 2003. Geochemical and Sr–Nd–Pb–O isotope composition of granitoids of the Early Cretaceous Copiapó plutonic complex (27°30′S), Chile. J. S. Am. Earth Sci. 16 (5), 381–398. https://doi.org/10.1016/S0895-9811(03)00104-4.

McCready, S., Birch, G., Long, E., 2006. Metallic and organic contaminants in sediments of Sydney Harbour, Australia and vicinity - a chemical dataset for evaluating sediment quality guideline. Environ. Int. 32, 455–465.

Medina, M., Andrade, S., Faugeron, S., Lagos, N., Mella, D., Correa, J.A., 2005. Biodiversity of rocky intertidal benthic communities associated with copper mine tailing discharges in Northern Chile. Mar. Pollut. Bull. 50, 396–409.

Mil-Homens, M., Costa, A.M., Fonseca, S., Trancoso, M.A., Lopes, C., Serrano, R., Sousa, R., 2013. Natural heavy metal and metalloid concentrations in sediments of the Minho River estuary (Portugal): baseline values for environmental studies. Environ. Monit. Assess. 185, 5937–5950.

Montecino, V., Lange, C., 2009. The Humboldt current system: ecosystem components and processes, fisheries, and sediment studies. Prog. Oceanogr. 83, 65–79.

Moreira, L., Castro, Í., Hortellani, M., Sasaki, S., Taniguchi, S., Petti, M., Fillmann, G.,

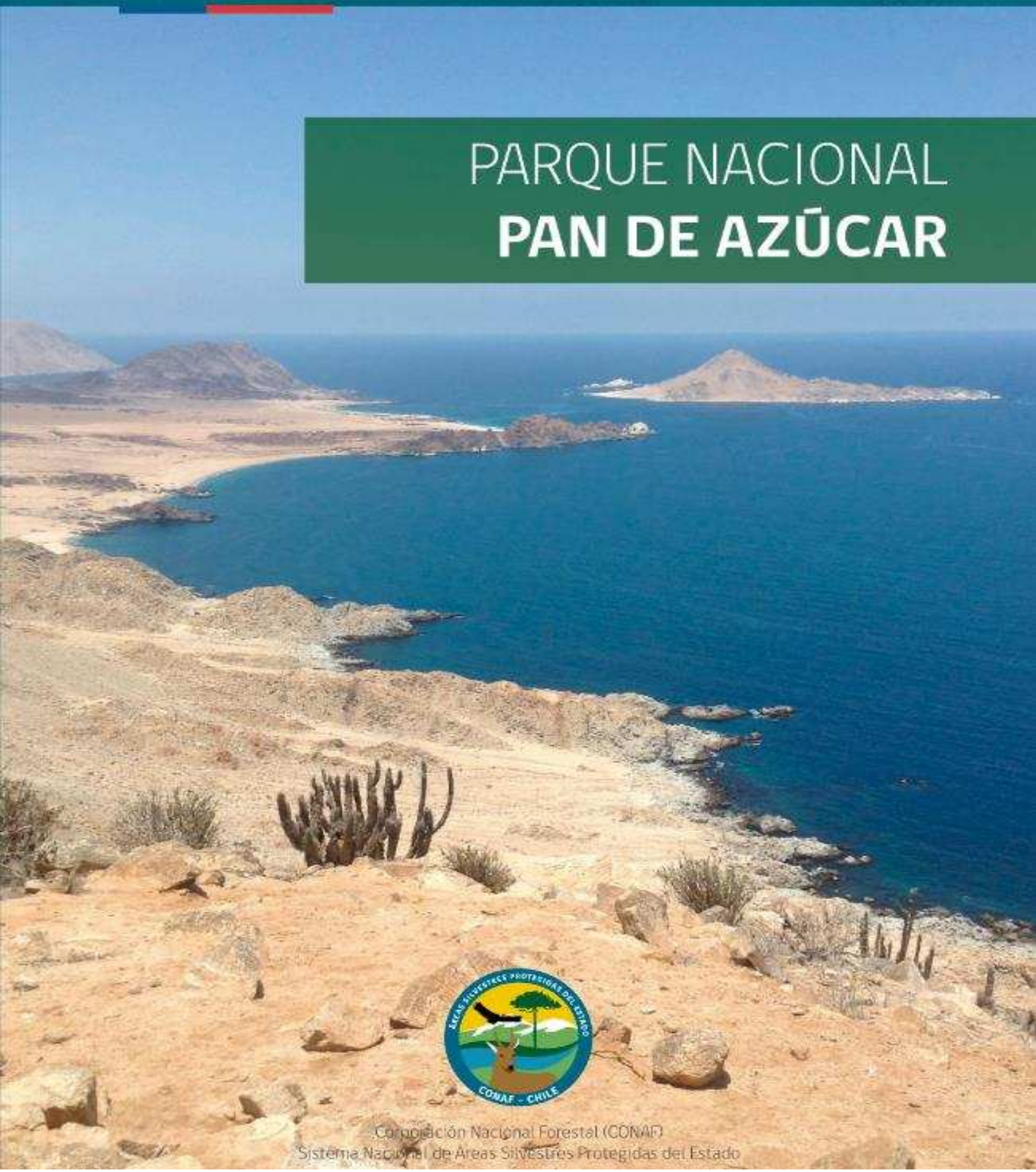
Folio013105

Sarkis, J., Bícego, M., Costa-Lotufo, L., Abessa, D., 2017. Effects of harbor activities on sediment quality in a semi-arid region in Brazil. Ecotoxicol. Environ. Saf. 135, 137–151.
Morford, J., Emerson, S., 1999. The geochemistry of redox-sensitive trace metals in sediments. Geochim. Cosmochim. Acta 63, 1735–1750.
Müller, G., 1979. Schwermetalle in den sedimenten des Rheins—Veränderungen seit 1971. Umschau 79, 778–783.
Nowrouzi, M., Pourkhabbaz, A., 2014. Application of geoaccumulation index and enrichment factor for assessing metal contamination in the sediments of Hara Biosphere Reserve, Iran. Chem. Spec. Bioavail. 26 (2), 99–105.
Paulmier, A., Ruiz-Pino, D., Garcon, V., 2008. The oxygen minimum zone (OMZ) off Chile as intense source of CO_2 and N_2O. Cont. Shelf Res. 28, 2746–2756.
Paulmier, A., Ruiz-Pino, D., 2009. Oxygen minimum zones (OMZs) in the modern ocean. Prog. in Ocean. 80, 113–128.
Pedersen, T.F., Water, R.D., Macdonald, R.W., 1989. On the natural enrichment of cadmium and molybdenum in the sediments of Ucluelet Inlet, British Columbia. Sci. Total Environ. 79, 125–139.
Pizarro, G., Iriarte, J., Montecinos, V., 2002. Mesoscale primary production and bio-optical variability off Antofagasta (23°–24° S) during the transition to El Niño 1997–1998. Rev. Chil. Hist. Nat. 75, 201–215.
Ramírez, M., Massolo, S., Franche, R., Correa, J.A., 2005. Metal speciation and environmental impact on sandy beaches due to El Salvador copper mine, Chile. Mar. Pollut. Bull. 50, 62–72.
Reimann, C., de Caritat, P., 2005. Distinguishing between natural and anthropogenic sources for elements in the environment: regional geochemical surveys versus enrichment factors. Sci. Total Environ. 337, 91–107.
Reimann, C., Garrett, R., 2005. Geochemical background—concept and reality. Sci. Total Eviron. 350, 12–27.
Reimann, C., Filzmoser, P., Garrett, R.G., 2005. Background and threshold: critical comparison of methods of determination. Sci. Total Environ. 346, 1–16.
Rudnick, R.L., Gao, S., 2003. Composition of the continental crust. Treatise Geochem. 3, 1–64.
Salamanca, M., Camaño, A., Jara, B., Rodriguez, T., 2000. Cu, Pb and Zn distribution in nearshore waters in San Jorge Bay, northern Chile. Gayana 64 (2), 195–204.
Salamanca, M., Jara, B., Rodriguez, T., 2004. Niveles de Cu, Pb y Zn en agua y *Perumytilus purpuratus* en bahía San Jorge, norte de Chile. Gayana 68 (1), 53–62.
Shankar, S., Panigrahi, M., Gupta, A., Tripathy, S., 2015. Response of trace metal redox proxies in continental shelf environment: The Eastern Arabian Sea scenario. Con. Shelf Res. 106, 70–84.
Sernageomin, 2003, 2003. Mapa geológico de Chile. escala 1 :1.000.000. versión digital 25.
Song, Y., Sik Choi, M., Youn Lee, J., Jun Jang, D., 2014. Regional background concentrations of heavy metals (Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Pb) in coastal sediments of the South Sea of Korea. Sci. Total Environ. 482-483, 80–91.
Stauber, J.L., Andrade, S., Ramírez, M., Adams, M., Correa, J.A., 2005. Copper bioavailability in a coastal environment of Northern Chile: comparison of bioassay and analytical speciation approaches. Mar. Pollut. Bull. 50, 1363–1372.
Takesue, R., van Geen, A., Carriquiry, J., Ortiz, D., Godínez-Orta, L., Granados, I., Saldívar, M., Ortlieb, L., Escribano, R., Guzman, N., Castilla, J., Varas, M., Salamanca, M., Figueroa, C., 2004. Influence of coastal upwelling and El Niño–Southern Oscillation on nearshore water along Baja California and Chile: shore-based monitoring during 1997–2000. J. Geophys. Res. 109, C03009. https://doi.org/10.1029/2003JC001856.
Tapia, J., Audry, S., Townley, B., Duprey, JL., 2012. Geochemical background, baseline and origin of contaminants from sediments in the mining-impacted Altiplano and Eastern Cordillera of Oruro. Bolivia. Geochem. Explor. Environ. Anal. 12 (1), 3–20.
Tapia, J., Valdés, J., Orrego, R., Tchernitchin, A., Dorador, C., Bolados, A., Harrod, Ch., 2018. Geologic and anthropogenic sources of contamination in settled dust of a historic mining port city in northern Chile: health risk implications. PeerJ 6, e4699. https://doi.org/10.7717/peerj.4699.
Thamdrup, B., Dalsgaard, T., Revsbech, N., 2012. Widespread functional anoxia in the oxygen minimum zone of the Eastern South Pacific. Deep-Sea Res. I 65, 36–45.
Tomlinson, D.C., Wilson, J.G., Harris, C.R., Jeffrey, D.W., 1980. Problems in the assessment of heavy metals in estuaries and the formation pollution index. Helgol. Mar. Res. 33, 566–575.
Tribovillard, N., Algeo, Th., Lyons, T., Riboulleau, A., 2006. Trace metals as paleoredox and paleoproductivity proxies: an update. Chem. Geol. 232, 12–32.
Trifuoggi, M., Donadio, C., Mangoni, O., Ferrara, L., Bolinesi, F., Nastro, R., Stanislao, C., Toscanesi, M., Di Natale, G., Arienzo, M., 2017. Distribution and enrichment of trace metals in surface marine sediments in the Gulf of Pozzuoli and off the coast of the brownfield metallurgical site of Ilva of Bagnoli (Campania, Italy). Mar. Pollut. Bull. 124, 502–511.
Turekian, K., Wedepohl, K., 1961. Distribution of the elements in some major units of the earth's crust. Geol. Soc. Am. Bull. 72, 175–192.
United States Environmental Protection Agency (US EPA), 1992. Sediment Classification Methods Compendium. (EPA 823-R-92-006, Washington DC).
Valdés, J., 2012. Heavy metal distribution and enrichment in sediments of Mejillones Bay (23° S), Chile: a spatial and temporal approach. Environ. Monit. Assess. 184, 5283–5294.
Valdés, J., 2004. Evaluación de metales redox-sensitivos como proxies de paleoxigenación en un ambiente marino hipóxico del norte de Chile. Rev. Chil. Hist. Nat. 77, 121–138.
Valdés, J., Castillo, A., 2014. Evaluación de la calidad ambiental de los sedimentos marinos en el sistema de bahías de Caldera (27°S), Chile. Lat. Am. J. Aquat. Res. 42 (3), 497–513.
Valdés, J., Sifeddine, A., 2009. Composición elemental y contenido de metales en sedimentos marinos de la bahía Mejillones del Sur, Chile: evaluación ambiental de la zona costera. Lat. Am. J. Aquat. Res. 37 (2), 131–141.
Valdés, J., Vargas, G., Sifeddine, A., Ortlieb, L., Guiñez, M., 2005. Distribution and enrichment evaluation of heavy metals in Mejillones Bay (23_S), Northern Chile: geochemical and statistical approach. Mar. Pollut. Bull. 50, 1558–1568.
Valdés, J., Roman, D., Alvarez, G., Ortlieb, L., Guiñes, M., 2008. Metal content in surface waters of an upwelling system of the northern Humboldt current (Mejillones bay, Chile). J. Mar. Syst. 71, 18–30.
Valdés, J., Román, D., Guiñez, M., Rivera, L., Morales, T., Ávila, J., Cortés, P., 2010. Distribution and temporal variation of trace metal enrichment in surface sediments of San Jorge Bay, Chile. Environ. Monit. Assess. 167, 185–197.
Valdés, J., Román, D., Rivera, T., Ávila, J., Cortés, P., 2011. Metal contents in coastal waters of San Jorge Bay, Antofagasta, northern Chile: a base line for establishing seawater quality guidelines. Environ. Monit. Assess. 183, 231–242.
Valdés, J., Román, D., Dávila, P., ORTLIEB, L., GUÍÑEZ, M., 2006. Variabilidad estacional de cadmio en un sistema de surgencia costera del norte de Chile (Bahía Mejillones del Sur, 23º S). Rev. Chil. Hist. Nat. 79, 517–535.
Valdés, J., Guiñez, M., Castillo, A., Vega, S., 2014. Cu, Pb, and Zn content in sediments and benthic organisms from San Jorge Bay (northern Chile): accumulation and biotransference in subtidal coastal systems. Ciencias Marinas 40 (1), 45–58.
Valdés, J., Román, D., Guiñez, M., Rivera, L., Ávila, J., Cortés, P., Castillo, A., 2015. Trace metal variability in coastal waters of San Jorge Bay, Antofagasta, Chile: an environmental evaluation and statistical approach to propose local background levels. Mar. Pollut. Bull. 100, 544–554.
Vallius, H., 2015. Quality of the surface sediments of the northern coast of the Gulf of Finland, Baltic Sea. Mar. Pollut. Bull. 99, 250–255.
Van Geen, A., Husby, D., 1996. Cadmium in the California current system: tracer of the past and present upwelling. J. Geophys. Res. 101, 3489–3507.
Wan, S., Toucanne, S., Clift, P.D., Zhao, D., Bayon, G., Yu, Z., Cai, G., Yin, X., Révillon, S., Wang, D., Li, A., Li, T., 2015. Human impact overwhelms long-term climate control of weathering and erosion in southwest China. Geology 43, 439–442.
Zoller, W.H., Gordon, R.A., Duce, R.A., 1974. Atmospheric concentrations and sources of trace metals at the South Pole. Science 183, 198–200.

Folio013106

PLAN DE MANEJO

PARQUE NACIONAL
PAN DE AZÚCAR



Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado

Contenido.

PRÓLOGO. 4
ETAPA 1: PREPARAR Y CONCEPTUALIZAR. 7
Fase 1: Organización del proceso de conformación del equipo planificador e instancias de participación. 7
1.1 Conformación del Equipo de Planificación CONAF. 7
1.2 Evaluación del Plan de Manejo vigente 8
1.3 Descripción de actores territoriales. 11
Fase 2: Definición y descripción del área de trabajo. 11
2.1 Descripción de los antecedentes del área protegida y su zona de influencia. 11
2.2 Marco legal, político y técnico 21
Fase 3: Visión. 28
3.1 Visión del ASP. 28
Fase 4: Selección de objetos de conservación. 29
4.1 Descripción del proceso y criterios utilizados en la selección de objetos de conservación. 29
4.2 Descripción general de cada objeto de conservación seleccionado 34
4.3 Análisis de viabilidad. 50
Fase 5: Análisis de amenazas. 53
5.1 Descripción general del proceso de identificación de amenazas. 53
5.2. Descripción general de amenazas y cómo afectan a los objetos de conservación. 56
Fase 6: Análisis de situación. 66
6.1 Descripción del proceso y criterios utilizados en la selección de objetos de bienestar humano. 66
6.2 Estado Situacional del ASP. 67
ETAPA 2: PLANIFICAR. 78
Fase 8: Desarrollo de objetivos, estrategias, cadenas de resultados, metas y actividades. 78
8.1 Objetivos del ASP. 78
8.2 Descripción de Estrategias de Amenaza y Metas asociadas. 79
Fase 9: Análisis territorial y zonificación. 108
9.1 Descripción del proceso y criterios utilizados en la elección de zonas de uso. 108

Folio013108

9.2 Identificación de usos actuales y potenciales al interior del ASP. 108
9.3 Análisis de Compatibilidad de usos 112
9.4. Definición de Zonas de uso 116
Fase 10. Normativa 118
10.1 Ordenanza general del ASP 118
10.2 Normas de uso del ASP 124
Admisible con regulación de planificación 127
Fase 11. Planificación del monitoreo 129
11.1 El diseño del monitoreo 129
Fase 12. Plan operativo de largo plazo (POLP). 133
12.1 Descripción del proceso y Programas de Manejo 133
Fase 13. Estructura organizacional de Parque Nacional Pan de Azúcar. 155

PRÓLOGO.

Desde su creación el Parque Nacional Pan de Azúcar se ha venido convirtiendo en un símbolo emblemático de los todos los habitantes de la Región de Atacama, sus paisajes, por años han sido la imagen de nuestra tierra en el mundo.

Diversas etapas y eventos de nuestra historia han dejado huella en la región de Atacama y se reflejan en el territorio o recursos del Parque Nacional Pan de Azúcar, desde los primeros habitantes prehispánicos que ocuparon sus costas, el desarrollo de la explotación de minerales, la construcción poblados y puertos para exportar los metales, la ocurrencia de aluviones, la presencia de especies emblemáticas de nuestra fauna desértica tal como Guanacos y Pinguinos, además, del incipiente desarrollo productivo y turístico actual.

Pan de Azúcar ha sido fruto de aquellos hombres y mujeres que supieron reconocer sus características únicas que era necesario conservar para las actuales y futuras generaciones, donde producto de ello nació la primera área silvestre protegida de la región de Atacama.

El parque no solo se ha venido consolidando como un espacio destinado únicamente para la preservación y conservación de ecosistemas, especies de flora y fauna silvestres y recursos histórico culturales, sino que además, demuestra que es un espacio económico y social en donde se catalizan oportunidades y desde donde se aporta al desarrollo sustentable local y regional.

A mayor abundamiento, el Parque Nacional Pan de Azúcar hoy cuenta con una planta fotovoltaica que abastece de energía limpia a buzos, mariscadores, pescadores, boteros de turismo y guardaparques, con concesionarios de turismo que otorgan servicios de cabañas y camping, además, de servicios de alimentación durante todo el año, con infraestructura y equipamiento mejorada en áreas de uso público tales como estacionamientos, senderos, estaciones interpretativas y de descanso a la sombra, crecientemente ellas incorporan la accesibilidad universal, todos estos en su conjunto servicios e infraestructura para satisfacer la demanda de visitantes al área silvestre y que permite regular su uso público con miras al uso y disfrute racional de sus únicos y frágiles recursos, a la vez de asegurar que estos perduren en el tiempo.

Hoy el parque se vincula con comunidades locales conscientes y capaces de asumir un rol protagónico en la gestión de conservación y uso sustentable del parque, por ello se ha promovido la participación de los más diversos actores territoriales en este nuevo Plan de Manejo, el cual ha sido desarrollado con una nueva metodología de planificación territorial, definiendo una visión común de este, identificándose con mayor claridad sus objetos de conservación, sean estos naturales como culturales, las amenazas que pudiesen atentar contra estos y estableciendo de mejor manera las diferentes estrategias y acciones para controlarlas y eliminarlas. De esta misma manera se han definido objetos de conservación asociados al bienestar humano y que son en definitiva la conexión de la ciudadanía con su espacio protegido.

Este nuevo plan de manejo, ha sido fruto del trabajo y dedicación de los funcionarios de CONAF y de la comunidad, es el fiel compromiso del Estado de Chile con su ciudadanía para que el Parque Nacional Pan de Azúcar siga contribuyendo a toda la sociedad.

JORGE CARABANTES A.
Jefe Departamento de Áreas Silvestres Protegidas
Región de Atacama

Pan de Azúcar
Pequeña Antología de un Área Silvestre Protegida

El área que hoy ocupa el Parque Nacional Pan de Azúcar, fue habitada hace más de 8000 años (cultura Huentelauquen) por grupos nómades de cazadores recolectores que dependían exclusivamente de lo que el mar pudiera entregarles. Eran hombres que deambulaban por la franja litoral con establecimientos de campamentos temporales ya sea en las terrazas costeras, como así también internados tierra adentro y más aún sobre el farellón costero.

A mediados del siglo XIX, Pan de Azúcar es visitado por el científico alemán Rodulfo Amando Phillipi, quien a pesar de no recorrer el sector costero que actualmente corresponde a la Caleta Pan de Azúcar, decide adentrarse más aún y explorar los territorios que conforman hoy en día el parque, internándose por la Quebrada de Agua Chica, alojando en la Aguada de Cachinal de la Costa y pasando luego al día siguiente por el sector de Las Lomitas, para luego adentrarse plenamente al desierto de Atacama y continuar su exploración.

Luego para la década del 70 durante el siglo XIX, comienza el auge de la minería del cobre, donde gracias al descubrimiento de la mina de Carrizalillo al interior de Pan de Azúcar, se da inicio a una actividad industrial portuaria, fundándose en el año 1870 el Puerto de Pan de Azúcar, el cual alcanzó tal desarrollo que llegó a tener un muelle de embarque, fundición, bodegas, casas dormitorios e incluso una Aduana, que en aquel entonces sería la primera Aduana del país de Norte a Sur.

El mineral obtenido era transportado en caravanas de mulas desde Carrizalillo hasta Las Bombas, para luego seguir hasta la Aguada de Quinchihue donde los viajeros reposaban y aprovechaban de reparar las carretas y alimentar a los animales. En Quinchihue existía una posada, establos y herrerías para reacondicionar las caravanas. Una vez repuestos los hombres y animales de carga, se proseguía el largo viaje a Pan de Azúcar por la Quebrada del mismo nombre, para finalmente llegar al puerto y descargar y acopiar el mineral para su posterior procesamiento y tratamiento.

Dentro de los personajes más destacados y que dejo su huella no solo en Pan de Azúcar sino en la región de Atacama, fue don Máximo Villaflor, hombre que realizó las funciones de jefe de aduana del puerto y que tuvo un papel influyente en la sociedad atacameña de aquel tiempo.

Para fines del siglo XIX la gran epopeya del cobre había decaído y el puerto de Pan de Azúcar poco apoco se fue languideciendo en el tiempo, pasando gradualmente a ser un pueblo fantasma más, tan típicos de encontrar en el desierto de Atacama.

Luego el gran sismo y maremoto de 1922, junto con los habituales saqueadores del desierto, terminaron por acabar de borrar y destruir lo que quedaba del puerto de Pan de Azúcar. Y es así como, se termina esta importante etapa, marcada por la historia y la minería, siendo en los años posteriores visitada únicamente por pescadores artesanales y mariscadores provenientes principalmente de la ciudad de Chañaral.

Ya en pleno siglo XX, a fines de la década de los 70, un grupo de funcionarios de la Corporación Nacional Forestal comienzan a realizar las primeras prospecciones ecológicas y geográficas del lugar, dichos estudios arrojaron que este territorio era un refugio ecológico de alta jerarquía y por ende, necesario de proteger y conservar para las generaciones presentes y futuras.

A pesar de la poca y mala accesibilidad al lugar (caminos de tierra y arenales en pésimo estado), de los escasos e inexistentes recursos tecnológicos de apoyo y de lo aislado y remoto del sitio, se pudo realizar la fase más importante, consistente en demostrar la importancia ecológica de Pan de Azúcar y justificar ante la ciudadanía y las autoridades de la época la necesidad de cuidar y conservar esta área para las actuales y futuras generaciones.

Luego, en base a la información recopilada previamente en el trabajo de campo, comienza entonces la etapa de definición de los límites administrativos del área y la construcción de la cartografía temática del lugar, determinándose las líneas de información hidrográfica, topográfica y vegetacionales, entre otras.

Es así que el 7 de Octubre de 1985 mediante el Decreto Supremo N°527, se crea el Parque Nacional Pan de Azúcar como Área Silvestre Protegida del Estado de Chile.

A mediados de la década de los 80 aparece en escena un joven de alrededor de 25 años, de profesión ingeniero forestal y funcionario de la Corporación Nacional Forestal, quien comenzó a trabajar en la parte operativa y medular del proyecto, es decir, cómo en definitiva se iba a dar protección efectiva al lugar. Su nombre Héctor Correa, donde uno de sus primeros objetivos fue contactar al personal que iniciaría las primeras labores como guardaparques.

Es así como aparece en escena, don Ibar Páez Lara, oriundo de Chañaral y de oficio pescador, quien en aquellos días trabajaba en la costa de Pan de Azúcar, siendo uno de los pocos habitantes de la zona que más conocía el lugar. Héctor Correa, logra contactar a Ibar, encontrándolo en sus labores habituales en el sector de la actual Caleta Pan de Azúcar. El propósito de esto, contratarlo como el primer guardaparque de Pan de Azúcar y a la postre como el primer guardaparque de la Región de Atacama, quien no dudó en aceptar dicha función.

Dentro de las primeras actividades que le correspondió realizar a este guardaparque fue iniciar los operativos de limpieza del área, en especial en la franja costera, donde existía una cantidad elevada de desperdicios y residuos, que deterioraban la calidad paisajística de Pan de Azúcar.

Poco a poco y a medida que los años pasaban, el parque se fue consolidando como Área Silvestre Protegida gracias al aporte y contribución de hombres y mujeres que dejaron su huella en las diferentes etapas que les correspondió vivir en la historia de este lugar.

Hoy en día el Parque Nacional Pan de Azúcar, nuevamente aparece como ese lugar que fue de antaño, lleno de desafíos futuros, con nuevas oportunidades para su conservación y desarrollo sustentable, con una comunidad que cada vez más lo sigue valorando como algo propio y con una institución como CONAF que ha sido garante de su conservación para las generaciones de hombres y mujeres de hoy y mañana.

ETAPA 1: PREPARAR Y CONCEPTUALIZAR.

Fase 1: Organización del proceso de conformación del equipo planificador e instancias de participación.

1.1 Conformación del Equipo de Planificación CONAF.

El equipo de Planificación CONAF, tal y como lo identifica el Manual, está compuesto por el Equipo núcleo (ver Anexo 1) y Equipo soporte, respectivamente.

En cuanto al Equipo núcleo, los primeros integrantes fueron identificados de forma natural, siendo todos los funcionarios de la unidad en formar parte, primeramente, de la lista. Luego, se identificaron los funcionarios del Departamento de Áreas Silvestres Protegidas que podrían ser aporte en este proceso, para así, y en conjunto, identificar a los funcionarios de la Oficina regional que tienen conocimiento, experiencia y podrían ser aporte en este proceso de planificación que inicia el parque; estos funcionarios fueron consultados uno a uno, señalándoles que el equipo de áreas silvestres protegidas los había identificado como funcionarios clave para el proceso, haciéndoles una pequeña introducción sobre la metodología y el cómo podrían aportar. De esta forma, y de manera consensuada, se conforma el Equipo núcleo del piloto PN Pan de Azúcar con 23 funcionarios regionales en total, donde su participación en el proceso de planificación estuvo supeditada según la fase que se estaba trabajando y la competencia del funcionario.

Tabla 1. Nombre, cargo y responsabilidad de los integrantes Equipo núcleo piloto PN Pan de Azúcar.

Nombre	Cargo en CONAF o tipo de especialista	Responsabilidad
Francisca Ravanal W.	Jefe Sección Conservación Diversidad Biológica	Coordinadora Piloto
José Luis Gutiérrez A.	Administrador PN Pan de Azúcar	Apoyo técnico y logístico
Natalia Ortega O.	Guardaparque PN Pan de Azúcar	Apoyo técnico
Nivaldo Castillo R.	Guardaparque PN Pan de Azúcar	Apoyo técnico
Juan Tapia M.	Guardaparque PN Pan de Azúcar	Apoyo técnico
Roberto Ortuya N.	Guardaparque PN Pan de Azúcar	Apoyo técnico
Domingo Espinoza G.	Guardaparque PN Pan de Azúcar	Apoyo técnico
Alfonso Sepúlveda P.	Guardaparque PN Pan de Azúcar	Apoyo técnico
Julio Assante S.	Guardaparque PN Pan de Azúcar	Apoyo técnico
Jorge Meller M.	Guardaparque PN Pan de Azúcar	Apoyo técnico
Alexis Muñoz G.	Guardaparque PN Pan de Azúcar	Apoyo técnico
Emilio Figueroa F.	Guardaparque PN Pan de Azúcar	Apoyo técnico
César Pizarro G.	Analista Conservación Diversidad Biológica	Apoyo técnico
Pedro Salazar H.	Encargado Programas DASP Provincial	Apoyo técnico
Luz Chacana V.	Analista Planificación DASP	Apoyo técnico
Jorge Carabantes A.	Jefe Departamento de Áreas Silvestres Protegidas	Apoyo técnico y

		supervisor
Isla Troncoso M.	Administradora PN Llanos de Challe	Apoyo técnico
Eric Díaz V.	Administrador PN Nevado Tres Cruces	Apoyo técnico
Alberto Peña C.	Jefe Sección Evaluación Ambiental	Apoyo técnico
Mauricio Sepúlveda M.	Jefe Departamento de Fiscalización y Evaluación Ambiental	Apoyo técnico
Marcela Flores M.	Abogada regional	Apoyo técnico
Tamara Badilla S.	Jefa Departamento de Finanzas y Administración	Apoyo técnico
Alberto Peña V.	Jefe de Finanzas	Apoyo técnico

Con respecto al Equipo de Soporte, éste está conformado por profesionales de departamentos del nivel central y de la Red de Planificación nacional (REP), los cuales se organizaron según competencias temáticas denominados Nodos, para así prestar apoyo al Equipo núcleo y al proceso de planificación en general. Cada Nodo cuenta con un coordinador que cumple con la función de organización interna del área temática correspondiente; además, dentro del Equipo soporte se incluye al profesional que apoyará a la coordinación regional. Los integrantes se disponen como sigue:

- Apoyo coordinador regional, Priscilla Piña.
- Nodo de Biodiversidad, Coordinador Moisés Grimberg.
- Nodo de Monitoreo, Coordinador Mariano de la Maza.
- Nodo Sociocultural, Coordinador Marcos Rauch.
- Nodo SIG-Zonificación, Coordinadora Paloma Bravo.
- Nodo Legal, Coordinador Javier Castro.
- Nodo Presupuesto, Coordinador Luis Fuenzalida.
- Nodo Uso público, Coordinadora Melissa Gutiérrez.

En el Anexo 2 se señala el cronograma de actividades y responsables asociados para el desarrollo del Plan de Manejo.

1.2 Evaluación del Plan de Manejo vigente

El Plan de Manejo (PM) del PN Pan de Azúcar, anterior a este proceso de planificación, entra en vigencia el año 2002, correspondiendo al Documento de Trabajo N° 373, que fue aprobado el 13 de febrero de 2003 mediante la Resolución N°057 de la Corporación Nacional Forestal. Dicho PM fue elaborado bajo las directrices indicadas en el Manual Técnico N° 23, Método de Planificación del Manejo de Áreas Protegidas (Núñez, 2012).

Como paso relevante al inicio de la planificación se identifica la evaluación del ciclo de manejo anterior (ver Anexo 3), lo cual permite visualizar ciertos aspectos significativos de ese periodo para así tenerlas en consideración en el nuevo proceso, como lo son las actividades ejecutadas con respecto a las planificadas, causas de no cumplimiento de las mismas, resultados del monitoreo, evaluación del estado de los objetivos planteados y costo-efectividad de las acciones.

La evaluación del PM vigente se realiza en base a una encuesta que considera cinco aspectos de importancia:

1. Objetivos de Manejo definidos por el Plan de Manejo vigente.
2. Amenazas de la unidad.
3. Actividades propuestas para cada Programa de Manejo de la unidad.
4. Zonificación de la unidad.
5. Presupuesto de la unidad.

La respuesta a dicha encuesta se resolvió según consenso de los cuatro funcionarios que participaron de la evaluación, en relación al periodo comprendido entre los años 2002 – 2015; es decir, se evalúa el grado de cumplimiento de objetivos, actividades y control de amenazas planteadas en el PM considerando 14 años de evaluación. Los funcionarios encuestados cuentan con la particularidad de poseer vasta experiencia en la unidad y tener una injerencia directa en ella. Estos funcionarios son:

- José Luis Gutiérrez A., actual Administrador de la unidad.
- Pedro Salazar H., ex Administrador de la unidad, Encargado Programas DASP Provincial.
- Nivaldo Castillo R., Guardaparque de la unidad.
- Domingo Espinoza G., Guardaparque de la unidad.

Resultados de la encuesta.

Con respecto a los 14 Objetivos de Manejo definidos en el PM 2002, en la generalidad, éstos cuentan con un cumplimiento medio a bajo. Las principales justificaciones radican en que ha habido una concentración de esfuerzos de monitoreo en fauna y no así en vegetación, sucediendo lo mismo en el territorio continental con respecto a lo marino, donde no hay contribución ni capacidad operativa aplicada, lo cual conlleva a una baja protección y conservación de la diversidad biológica del parque en el periodo de evaluación; en cuanto al patrimonio cultural, se resume en que han tenido una protección natural, ya que en su mayoría se encuentran en lugares de poco acceso, sucediendo lo mismo con las formaciones geológicas, geomorfológicas y mineralógicas del parque; en lo referente a vinculación comunitaria (interpretación y educación ambiental, acciones recreativas y sociales, entre otros), se manifiesta como un punto positivo y que cuenta con desarrollo, pero que es cuestionable su compatibilidad con los objetivos de creación de la unidad.

Dentro del PM 2002 de la unidad, se sintetizan las causas o amenazas en el medio biofísico que explican los problemas centrales existentes en el parque y se abordaron según el nivel de cambio de la amenaza. La presión de uso (entendiéndose éste como extracción de recursos en borde costero, habilitación de infraestructura y visitación) se evaluó como la amenaza que tuvo un aumento en su nivel de cambio en el periodo de evaluación; de forma contraria sucedió con amenazas tales como presencia de huellas múltiples, basuras y visitación descontrolada, las cuales presentaron una disminución según los años de evaluación.

Además, éste dispone de cuatro programas de manejo que en esta encuesta se evaluaron según el grado de cumplimiento de las actividades comprometidas en cada uno de ellos. El Programa de Operaciones de la unidad cuenta con 21 actividades, de las cuales las que presentan un cumplimiento bajo a no cumplimiento se refieren a acciones de diseño y elaboración de planes de vigilancia y patrullajes y de monitoreo en biodiversidad del parque; en contrapuesto, las actividades que presentan un cumplimiento medio a alto corresponden a acciones referente a labores de mantención y mejoramiento de infraestructura, patrullajes y control de accesos. El Programa de Manejo de Recursos cuenta con 18 actividades, las que en su gran mayoría presentan un cumplimiento bajo a no cumplimiento siendo éstas lo referente a protección y mantención de procesos ecológicos terrestres y marinos, del patrimonio cultural y de la belleza escénica; las actividades que presentan un cumplimiento medio a alto se refieren al adecuado uso de recursos ecoturísticos del parque, principalmente. El Programa de Uso Público cuenta con 38 actividades, de las cuales las que presentan un cumplimiento bajo a no cumplimiento se refieren a acciones

que propenden al aumento de conocimientos sobre recursos naturales continentales y marinos y recursos culturales, incluyendo investigación y estudios generados por la propia institución; así, las actividades que presentan un cumplimiento medio a alto en este programa hace referencia a sensibilización ciudadana y a servicios turísticos. Finalmente, el Programa de Desarrollo Comunitario -que tiene una relación directa con la comunidad inserta en el parque- cuenta con 11 actividades, de las cuales las que presentan un cumplimiento bajo a no cumplimiento se refieren a acciones de sensibilización y capacitaciones para la comunidad inserta; las actividades que presentan un cumplimiento medio en este programa tienen relación con la colaboración institucional en la elaboración de iniciativas de proyectos junto a la Caleta Pan de Azúcar.

En cuanto al nivel de cumplimiento de las Normas y Usos establecidos en la Zonificación de la unidad, se puede generalizar que las zonas dispuestas en el PM 2002 y sus respectivas normas de uso dan cuenta de un cumplimiento medio a alto (zonas de preservación, uso especial, uso público extensivo y uso público intensivo). Solo la zona de uso denominada como Uso tradicional se establece con un cumplimiento bajo. Lo anterior se fundamenta al hacer lectura de la definición de las zonas y su descripción general y de que dichas descripciones se condigan con la realidad de la unidad, bajo el análisis y percepción de los 4 funcionarios encuestados.

Por último, y del presupuesto total asignado a la Unidad durante el periodo 2012-2015, se determina que la distribución presupuestaria por programa según el análisis y percepción de los 4 funcionarios encuestados, es:

- Programa de Operaciones: 60%
- Programa de Uso Público: 30%
- Programa de Manejo de Recursos: 5%
- Programa de Desarrollo Comunitario: 5%

Englobando, se puede inferir que en términos generales el Plan de Manejo anterior a este proceso de planificación, en cuanto a las actividades definidas y distribuidas en cada programa de manejo, presenta que un 33% de ellas no se cumplen durante el periodo de evaluación determinado para esta encuesta y que, además, las cumplidas han tendido a dar levemente respuesta a los objetivos de manejo planteados. Otro aspecto a considerar, y en base a lo dicho por los encuestados, es que el Plan Operativo Anual de la unidad no se elabora según lo establecido en el documento de gestión oficial del parque.

Acuerdos suscritos.

El primer taller de vinculación comunitaria realizado junto a la Caleta Pan de Azúcar el día 20 de agosto de 2015, se analizaron avances y propuestas de trabajo realizadas en conjunto para así fortalecer relaciones CONAF-Caleta PA y la propia gestión de la unidad, y además de definir fechas y plazos de los compromisos asumidos por la Corporación.

Los temas tratados se enfocaron principalmente en:

- Manejo de perros en el Parque Nacional Pan de Azúcar.
- Manejo de Basura en la Caleta Pan de Azúcar.
- Educación e interpretación ambiental para la comunidad.
- Desarrollo de proyectos de Infraestructura de manera conjunta.

1.3 Descripción de actores territoriales.

Para la identificación de los actores territoriales que se encuentran bajo la influencia del parque nacional o que éstos puedan influir en el desarrollo de la unidad, parte del equipo núcleo, de forma individual, realizó un listado de posibles actores territoriales, para luego en un taller interno evaluar y distinguir las propuestas de los funcionarios participantes. De lo anterior, y teniendo claridad de todos los actores, se procede a clasificarlos según pertinencia temática.

Como resultado de este trabajo, se logra identificar 91 actores territoriales (Anexo 4), pertenecientes a las temáticas: ONG, Junta vecinal y Agrupaciones sindicales, Establecimientos Educacionales, Empresa, Sociedad civil, Academia y Servicio público. Dichos actores se insertan dentro de un radio territorial que incluye la ciudad de Copiapó, comunas de Caldera y Chañaral, por la región de Atacama, la comuna de Taltal y la ciudad de Antofagasta, por la región de Antofagasta. Se presentan ciertos actores que se relacionan a la región de Coquimbo y la región Metropolitana, a los cuales se les considerará como actores territoriales de influencia eventual, ya que son personas abocadas principalmente a la Academia. El conjunto de estos actores forman el Equipo de Planificación Ampliado.

Fase 2: Definición y descripción del área de trabajo.

2.1 Descripción de los antecedentes del área protegida y su zona de influencia.

Ubicación geográfica, superficie y límites.

El Parque Nacional Pan de Azúcar se encuentra ubicado en el sector costero de la Región de Antofagasta y Región de Atacama, en la Provincia de Antofagasta, comuna de Taltal y la Provincia de Chañaral, comuna del mismo nombre. Posee una superficie total de 43.754 hectáreas, de las cuales 11.790 hectáreas se encuentran en la Región de Antofagasta y 31.964 hectáreas en la Región de Atacama, correspondiendo 110 hectáreas a un sector insular formado por la isla Pan de Azúcar, islotes Las Chatas y rocas emergentes denominadas Las Mariposas (CONAF, 2002).

Esta área protegida está compuesta por dos sectores y sus límites se definen de la siguiente forma (Fuente: Decreto N° 527 de 1986):

Sector N° 1 (43.644 ha):
Norte: Terrenos fiscales, desde el punto en que la quebrada "La Cachina" llega al Mar Chileno, continúa por dicha quebrada en dirección Este hasta intersectar el meridiano del cerro "Negro" de cota 658 m.s.n.m.
Este: Terrenos fiscales, desde el punto anterior sigue en línea recta hasta el cerro "Negro" y continúa por cerros sin nombre de cotas 666, 774, 892, 842 y 867 m.s.n.m., desde este último punto sigue hasta el extremo más Oriental de la quebrada "Grande", continuando por el cerro "La Cachina" de cota 865 m.s.n.m., por cerro sin nombre de cota 786 m.s.n.m., cerro "Las Chilcas" de cota 592 m.s.n.m., cerro "Quinchihue" de cota 425 m.s.n.m. y cerros sin nombre de cotas 682, 680, 840 y 873 m.s.n.m.
Sur: Terrenos fiscales, desde cerro sin nombre de cota 873 m.s.n.m. sigue por los cerros sin nombre de cotas 916, 854, 716, 458, 510 y 327 m.s.n.m. hasta el punto en que el paralelo del cerro "El Castillo" de cota 314 m.s.n.m. intersecta la costa del Mar Chileno, en "Cabo Falso".
Oeste: Mar Chileno, desde el punto en que el paralelo del cerro "El Castillo" intersecta la costa en "Cabo Falso", continúa por la costa del Mar Chileno en dirección Norte, pasando por caletas "Coquimbo", "Sur", punta "Rodríguez, puerto "Pan de Azúcar", caletas "Pan de Azúcar" y "Norte" y punta "Carrizalillo" hasta la quebrada "La Cachina".

Sector N° 2 (110 ha):
Este Sector está conformado por la isla "Pan de Azúcar", los islotes y rocas emergentes que la circundan.

Antecedentes de afectación.

Según lo dispuesto en el Decreto N° 527 de 1986 en cuanto a los antecedentes que afectan y declaran al Parque Nacional Pan de Azúcar, se establece que:

- En la II y III Regiones no existen áreas silvestres protegidas y que el área propuesta sólo representa un 0,2% de la superficie total de ambas Regiones; Que, el área propuesta corresponde a la Región Ecológica denominada "Región del Desierto", que es la única de las ocho Regiones Ecológicas existentes en el país que está insuficientemente protegida y muy mal representada dentro del "Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado";
- De las 83 formaciones vegetacionales existentes en el país, en el área se presentan dos de ellas y que son las denominadas "Desierto Estepario de la Sierra Vicuña Mackenna" y "Desierto Costero de Taltal", cuya importancia radica en que dichos recursos vegetacionales antiguamente más extensas que en este lugar tiene la mejor representación en buen estado de conservación, tienen un indudable valor científico y educativo;
- Respecto de la fauna, la especie más importante del área es el Guanaco (*Lama guanicoe*), cuya población se estima en 50 individuos que viven asociados en verdaderas "islas de vegetación" producto de la humedad proveniente del mar en forma de neblina costera;
- El área continental alberga especies nativas como zorro chilla (*Lycalopex gymnocercus*) y zorro culpeo (*Lycalopex culpaeus*), pero también algunas introducidas como la liebre *(Lepus europaeus).* Se observa la mayor diversidad de fauna en las zonas más cercanas al litoral en que es posible encontrar reptiles (géneros *Tropidurus* y *Callopistes*); mamíferos marinos, como el "Chungungo" o Nutria de Mar (*Lontra felina*), especie que ha sido diezmada en nuestro litoral por su importancia peletera; lobo de un pelo (*Otaria flavescens*) y gran cantidad de aves, entre las que destaca el Pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), que habita en la isla de Pan de Azúcar;
- Las especies de flora y fauna nativa existente tienen un gran valor científico y educativo, considerando su diversidad, estado de conservación y accesibilidad a lo que hay que agregar la existencia de sitios aptos para el desarrollo de instalaciones y actividades recreativas y educativas relacionadas con el medio ambiente; y,
- Teniendo presente, lo dispuesto en los artículos 21° del D.L. N° 1.939, de 1977, y 17° de la Ley N° 18.248 "Código de Minería".

Propiedad de la tierra.

La totalidad de los terrenos del parque nacional son de propiedad fiscal, encontrándose el sector ubicado en la II región de Antofagasta; inscrito globalmente a favor del fisco en el Conservador de Bienes Raíces de Taltal en el Registro de propiedad de 1977, a Fs. 41 vta. N°44. Para el sector ubicado en la III región de Atacama, sus títulos se encuentran inscritos a favor del fisco en el Conservador de Bienes Raíces de Chañaral en el Registro de Propiedad de 1940, a FS. 46 N°53 (CONAF, 1990).

En la actualidad, al interior de la unidad, se mantienen contratos de concesión con diferentes entidades con el fin de proveer de servicios de índole turísticos a los visitantes del parque nacional. Estas son:

- Gran Atacama Tour Operador S.A.: Servicios de alojamiento en cabañas y camping.

- Rhodia Cornejos: Arriendo de bicicletas y venta de *souvenirs*.

Cabe señalar además, que CONAF Atacama está realizando los esfuerzos junto a la Seremi de Bienes Nacionales para que el inmueble fiscal ubicado en Quebrada Peralillo de la comuna y provincia de Chañaral, pase a formar parte del área protegida.

Zona de influencia.

Las áreas silvestres protegidas, dentro de un contexto territorial más amplio que el definido por sus propios deslindes, supone la existencia de varios tipos de relaciones que pueden expresarse o definirse espacialmente y en donde es posible desarrollar o aplicar una serie de actuaciones de beneficio tanto para el entorno como para la propia área (Núñez, 2012). La zona de influencia genera espacios de conexión entre los distintos componentes del territorio, y en base a ello, la gestión del parque propende al desarrollo de diversas estrategias que tienen por finalidad disminuir amenazas, contribuir a la mitigación de problemas, a la promoción de oportunidades, entre otros, las cuales son acciones clave para el logro de los objetivos planteados por el parque nacional.

i. Contexto socioeconómico.

La zona de influencia socioeconómica está definida por las comunas que poseen relaciones directas y permanentes con el parque nacional, asociadas particularmente a las ciudades de Chañaral, Caldera y Taltal, esta última perteneciente a la región de Antofagasta, con las cuales se generan aportes en sentido bidireccional entre el área protegida y los actores de las comunidades de dichas comunas.

La localidad de Chañaral, por su ubicación costera, ha cumplido una función económica primordial basada en el transporte marítimo y la pesca, además de ser un centro de servicios para las actividades situadas fuera del ámbito urbano como lo es la minería. El turismo todavía se percibe como una actividad incipiente, reducida y poco representativa en la comuna; esta actividad se funda principalmente por los turistas nacionales y extranjeros que llegan al Parque Nacional Pan de Azúcar, para después continuar su tour hacia los sitios turísticos del norte grande del país. La pesca artesanal es una de las más importantes industrias locales, sigue siendo un sector determinante en el empleo, en los ingresos de la población de Chañaral y en su cultura específica (PLADECO Chañaral, 2014). Además, existe una relación por la extracción de recursos del mar, cuyo caso más notable lo constituye la comunidad inserta de la Caleta Pan de Azúcar que encuentra su lugar de trabajo esporádico al interior del ASP, pero de asentamiento familiar en la ciudad de Chañaral (CONAF, 2002).

Caldera, distanciada a más de 100 kms. de la unidad, de igual forma es considerada como una cuidad influyente sobre el parque. La economía de esta comuna se basa principalmente en la acuicultura, actividad más representativa debido a que ésta presenta ventajas comparativas que han permitido su desarrollo; también el sector de servicios asociado a la actividad de transporte, especialmente lo vinculado a la infraestructura portuaria y al sector acuícola, agrícola y minero regional; la actividad portuaria, basada en la pesca industrial y pesca artesanal, siendo esta última una actividad de gran importancia en el desarrollo de la comuna. Por último, la actividad turística es considerada como la segunda actividad económica importante en la comuna, con la particularidad de poseer una población turística fundamentalmente regional y una menor presencia de extranjeros; además, la comuna considera que el desarrollo del turismo debe basarse tanto en playas y lugares de interés arqueológico y paleontológico, como de las áreas silvestres protegidas de CONAF y sitios prioritarios de conservación (PLADECO Caldera, 2011).

El parque nacional, al ser una unidad compartida con la región de Antofagasta, establece vínculos con la comuna de Taltal por la conexión territorial. Para esta comuna, su crecimiento económico ha estado asociado a las actividades productivas de la zona, las cuales históricamente han sido la pesca y la minería, esta última la actividad productiva más relevante para la economía taltalina; la pesca artesanal representa el segundo sector productivo más importante de la comuna en fuerza de trabajo después de la minería, existiendo mucha alternancia entre estos sectores según el valor de los recursos; otro sector de gran importancia en la economía de la comuna es el comercio. La actividad turística se caracteriza por la demanda de servicios, siendo los de alojamiento y alimentación los que permiten que el turista pernocte, consuma productos locales, disfrute de esparcimiento y otros servicios (PLADECO Taltal, 2015).

Por tanto, y en términos generales, la orientación productiva y económica de las zonas de mayor influencia hacia el parque son la minería, la portuaria, la pesca artesanal y la de prestación de servicios bajo un contexto local. El turismo se considera como una actividad emergente, con altas posibilidades de establecerse como un foco productivo.

Sin embargo, y en relación a estas orientaciones económicas, el parque nacional ha sido utilizado de forma casi permanente en actividades ligadas a economías de subsistencia y de uso tradicional de recursos naturales, explicado principalmente por el uso de sus costas por pescadores, buzos mariscadores y algueros, lo cual, además, tiene una estrecha relación con los valores del mercado de la minería que genera fluctuaciones laborales y económicas, que en periodos de receso, propicia la intensificación de estas prácticas dentro de los límites de la unidad. Además, y a pesar de que en la generalidad la actividad turística en relación al parque no está claramente identificada en los Planes de Desarrollo Comunal, en la práctica, si existe evidencia que dichas comunas utilizan al parque para ejercer actividades productivas ligadas al turismo. Ejemplo de ello es el desarrollo de experiencias de una pesca artesanal que se integra más directamente al circuito turístico, como lo que sucede con la Caleta Pan de Azúcar, los cuales son prometedores proveedores de productos y servicios, tales como ofrecer gastronomía, artesanía, circuitos en botes, entre otros; el parque nacional es parte de la oferta turística de tour operadores de Chañaral, Caldera, Copiapó, Antofagasta (San Pedro de Atacama), Santiago, los que promueven actividades tales como caminatas a miradores, observación de flora y fauna, fotografía, paseos en lancha, actividades de sol y playa, entre otros, siendo a lo menos un número de 10 agencias turísticas ligadas a la unidad; o por la ya proyectada integración económica y de cooperación en infraestructura portuaria y caminera con la región del NOA (Noroeste Argentino) que está impulsando el Gobierno provincial, lo que implicaría un ascenso de visitación al parque y de consumo en las localidades aledañas.

La zona de influencia socioeconómica de forma indirecta está relacionada a la ciudad de Copiapó, capital regional, en términos de las proyecciones productivas, de uso de los recursos y de los lineamientos estratégicos de desarrollo que determina el Gobierno regional.

Si bien, dentro del área de influencia no se contempla la administración central del país, es de importancia mencionar que en el Programa de Gobierno de la Presidenta Michelle Bachelet, ésta se comprometió potenciar el desarrollo turístico en áreas protegidas del Estado; dicho compromiso toma forma mediante el Plan Nacional de Desarrollo Turístico Sustentable (PNDTS), que coordina la Subsecretaría de Turismo, y que tiene por propósito “impulsar el desarrollo sustentable del sector mediante acciones en destinos turísticos priorizados del país, que permitan su reconocimiento interno y mejoren la posición competitiva de Chile”, en donde el PN Pan de Azúcar forma parte de las unidades priorizadas. El PNDTS tiene un componente específico asociado a la diversificación de experiencias, que centra los esfuerzos en potenciar el desarrollo turístico en áreas protegidas, a través de la puesta en valor de su patrimonio natural y cultural y la entrega de

productos y servicios turísticos con altos estándares de sustentabilidad y calidad (Plan de Acción de Turismo Sustentable en Áreas Protegidas del Estado, 2014)

ii. Contexto sociocultural.

Según la última cifra oficial, al año 2017, la población total de la región de Atacama es de 286.168 habitantes (CENSO, 2017), en donde más de la mitad de la población regional se concentra en la ciudad de Copiapó. La economía regional, desde la perspectiva de su aporte al PIB, se sustenta en las actividades de Minería, Construcción y Servicios, siendo la primera un reflejo del auge o de la contracción económica de la región (ERDA, 2007), destacándose además, la especialización regional en el sector agrícola y pesquero (ARDP, 2007). De esta forma, y en cuanto a la identidad regional, Atacama es una región enclavada en el Norte Chico del país, donde su riqueza radica en la minería, principalmente cuprífera, en las aceitunas del Huasco, las uvas del valle de Copiapó y el desierto florido. También en su historia (CRCA, 2011).

De acuerdo a lo descrito por Lorca (2010), al interior de la región de Atacama se identifican cinco unidades territoriales representativas en sus dinámicas sociales y culturales, de las cuales dos de ellas tienen una especial vinculación con el territorio del parque nacional, detallándolas a continuación:

- *El Desierto interior de la Provincia de Chañaral.*

Unidad territorial asociada al desarrollo de la minería, principal actividad económica regional. Según el documento, las actividades mineras configuran un particular estilo de vida, en el cual las dinámicas del trabajo estructuran las prácticas y relaciones sociales y con ello identidades, en función de los ciclos y procesos productivos. De esta forma, las familias mineras poseen un sentido de identidad ligado a la pertenencia a un grupo y la continuidad histórica de sus saberes y prácticas, más de lo que otorga la noción tradicional de arraigo a un territorio determinado.

- *El Borde Costero*

El estudio indica que la costa regional ha sido una fuente permanente de recursos naturales para las diferentes poblaciones que se han adaptado y desarrollado en el lugar. En tal sentido, a partir de las practicas productivas de la pesca, buceo y recolección se han configurado una especial relación ser humano-naturaleza y con ella una identidad caracterizada por la adaptabilidad a los ritmos, espacios y procesos ecológicos. Así la identidad de los grupos costeros emerge en los permanentes desplazamientos que hacen del mar un territorio.

En otras palabras, las actividades productivas como la minería y la pesca, han dejado un importante legado cultural, social e histórico, que han forjado identidad, pertenencia e identificación en el territorio regional y local, lo cual se relaciona directamente con el territorio del parque nacional.

Por otro lado, en la región de Atacama se encuentran comunidades pertenecientes a las etnias colla y diaguita, que se localizan de preferencia en las comunas de Tierra Amarilla y Alto del Carmen, respectivamente. También habitan en Atacama algunas familias de las etnias aymara y mapuche (CRCA, 2011). Dentro del parque nacional o en las inmediaciones más directas a él, no encontramos comunidades indígenas que vivan y se desarrollen en aquel territorio.

En materia de patrimonio cultural inmaterial podemos mencionar las fiestas religiosas. Sin duda alguna, la celebración más importante en la región de Atacama es la Fiesta de la Virgen de la

Candelaria, una de las más antiguas del país. Si bien, dentro del parque nacional no se realiza ninguna festividad de este tenor, son de importancia las que se realizan en el asentamiento humano más cercano a él: Chañaral. Allí se destacan (CRCA, 2011):

- San Pedro de Chañaral: Se realiza cada 29 de junio en el puerto de Chañaral en honor a San Pedro, patrono de los pescadores. Esta fiesta se caracteriza por una gran procesión desde la capilla hasta el puerto, luego de la cual se lleva la imagen del santo a su tradicional paseo por la bahía.
- San Lorenzo de El Salado: Es una celebración que nace hace pocos años, y que la comunidad trata de mantener para celebrar cada 10 de agosto a San Lorenzo, patrono y protector de los mineros.
- La Inmaculada, en Chañaral: Fiesta en que la comunidad de Chañaral se congrega el 8 de diciembre, día de la Inmaculada Concepción. Es una celebración de carácter local y menos masivo que la fiesta de San Pedro.

Además, esta región cuenta con 28 sitios patrimoniales declarados por Monumentos Nacionales, de los cuales, en la ciudad de Chañaral se ubican dos: Iglesia de Chañaral y casa Molina y el Templo presbiteriano de Chañaral, ambos monumentos históricos.

En suma a lo anterior, el Consejo Regional de la Cultura y las Artes identifica rutas culturales y atractivos turísticos dentro de la región, cuyo objeto es otorgar al ciudadano acceso a los bienes físicos, culturales y paisajísticos contenidos en el territorio fiscal, en los cuales se incluyen a los tres parques nacionales de Atacama.

La ciudad de Chañaral y la Caleta Pan de Azúcar son las comunidades, aledaña e inserta respectivamente, que se relacionan más socialmente y se benefician de las actividades realizadas en el parque nacional, comprendidas en actividades de educación, interpretación ambiental y recreación para sus habitantes, mediante los mecanismos de charlas y terrenos en la ciudad y en la unidad, visitas guiadas, exención de tarifa de ingreso y costos de estadía y, en general, atención preferencial a grupos organizados de base y establecimientos educacionales (CONAF, 2002). Dichas actividades sociales, se extienden a todo visitante que llega a la unidad, destacando delegaciones escolares de establecimientos tanto regionales, como los provenientes de Santiago y Antofagasta. En estos términos de extensión, el parque nacional se ha constituido como un lugar propicio para el avance de la investigación básica y aplicada, otorgando oportunidades de desarrollo científico y cultural a la academia regional y nacional y a estudiantes de diversas profesiones.

Sin desarrollar in extenso las funciones de proteger muestras representativas de nuestra realidad ecológica y cultural, como la protección del medio ambiente y la biodiversidad, así como los valores paisajísticos, geológicos y geomorfológicos, la sociedad chilena, en su conjunto se beneficia de la existencia y desarrollo sustentable del parque nacional (CONAF, 2002).

iii. Contexto político-administrativo

Chile, ha desarrollado un conjunto de instituciones y normas que protegen los recursos naturales y regulan los impactos de los diferentes sectores productivos sobre el ambiente, siendo uno de los instrumentos de gestión desarrollado la creación o afectación de territorios como áreas protegidas (AP), las que pueden ser definidas como espacios geográficos claramente definidos, reconocidos, dedicados y gestionados para conseguir la conservación a largo plazo de la diversidad biológica, del patrimonio natural y cultural asociado, y de sus servicios ecosistémicos (Praus *et al*, 2011).

La zona de influencia político administrativo se encuentra definida principalmente por el nivel regional, particularmente por la capital regional, desde donde emanan asociaciones, políticas, estrategias y lineamientos a desarrollar por el nivel provincial y local, los cuales en su totalidad, influyen en menor o mayor medida en la administración y gestión de la unidad. Además, el parque

nacional al corresponder a una unidad birregional, también se ve influenciado en este contexto por la región de Antofagasta y Metropolitana, diferenciándose en que la primera aplica en el nivel de desarrollo local y la segunda a un nivel de estrategias y políticas nacionales.

En términos macro regionales, Copiapó se instaura como el espacio urbano donde se centralizan las funciones administrativas del Estado, concentrando la inversión pública y, sobre todo, sintetizando una identidad regional que se construye sobre un relato histórico que totaliza la diversidad de las memorias regionales (Lorca, 2010). Además, se encuentran representados la gran mayoría de los servicios públicos con competencias legales, ambientales o territoriales relacionadas al PN Pan de Azúcar, aspecto que no se encuentra cubierto completamente en el contexto local.

La gestión y administración propiamente tal de la unidad se desarrolla fuertemente a nivel local -Chañaral, Caldera-, sin embargo, la Corporación Nacional Forestal presenta un modelo de gestión jerárquico y centralista, por lo que gran parte de la administración de la unidad está sujeta a los compromisos y normativas institucionales instruidos por el nivel central y operativizados por el nivel regional. Cabe señalar que el parque nacional al contar con parte de su territorio en la región de Antofagasta, la integración formal con ésta en términos institucionales y de gestión territorial (comuna Taltal), es de relevancia y apremiante para la planificación y desarrollo de acciones futuras dentro de la unidad.

iv. Contexto ecológico

El parque nacional, en su contexto ecológico, se extiende más allá de lo político-administrativo establecido y de los límites de la unidad, basándose principalmente en la distribución de las especies y ecosistemas que contiene el área protegida, relacionándolos a corredores biológicos presentes en el territorio y a condiciones de sitio marcadas por elementos geomorfológicos y climáticos que permiten la movilidad y dispersión para especies de animales y vegetales, respectivamente.

Este contexto se tratará de forma diferenciada, considerándose la zona continental y la zona marina del parque nacional, sin olvidar que ambos biotopos mantienen una interacción continua y que presentan características biocenóticas de relevancia y más complejas que lo tratado en este apartado.

Para la zona continental y por el lado norte se considera hasta el área de Paposo, región de Antofagasta, siendo el aspecto vegetacional el punto principal del por qué abarcar hasta esa zona. Es así, que con dicho sector de influencia se comparten muestras representativas de la región ecológica vegetal del Desierto, particularmente los pisos vegetacionales de *Matorral desértico mediterráneo costero de Gypothamnium pinifolium y Heliotropium pycnophyllum* y *Matorral desértico mediterráneo interior de Oxyphyllum ulicinum y Gymnophyton foliosum* (Luebert & Pliscoff, 2006), además de formar parte de un sistema ecológico particular denominado Formación de Lomas, siendo unas de sus principales características la presencia de camanchacas costeras (Aramayo & de la Barrera, 2005).

Por el lado este y sur, la Panamericana norte y la ciudad de Chañaral se presentan como fuertes barreras antrópicas, considerándose límites para la influencia ecológica. Desde el punto de vista faunístico, existen flujos traducidos en movimientos migratorios de guanacos (*Lama guanicoe*) y algunas especies de aves como el chorlo de campo (*Oreopholus ruficollis*) (CONAF, 2002), sin embargo, las barreras antrópicas mencionadas anteriormente hacen estimar que, para la especie guanaco y otros mamíferos, se presentan como evidentes elementos de fragmentación poblacional en las poblaciones de dicha especie que habita el PN Pan de Azúcar.

Ya para la zona ecológica marina, ésta abarca el mar y aguas costeras con sus cinco millas marinas, y la costa propiamente tal, con sus distintos componentes de infralitoral, supralitoral y meso litoral (CONAF. 2002). La fauna marina comprende intrusores norcentrales y surtropicales, y aún de fauna subantártica, la cual se expresa en peces y comunidades invertebrados de fondos duros y blandos, que poseen distribuciones amplias o restringidas por los requerimientos de los grupos. La corriente de Humboldt, es la gran organizadora de la integración de estos elementos, al igual que la manifestación de una serie de condiciones ambientales oceanológicas, conocidas en su conjunto como El Niño, o el ENSO (CONAF, 2002).

La Figura 1 muestra en términos espaciales el área de influencia directa definida para el parque nacional. En dicha espacialización no solo se conjugaron los contextos analizados anteriormente, sino también, los aspectos operativos, logísticos y de gestión por parte de la Administración de la unidad. De esta forma, se determinó como límite norte la ciudad de Taltal; por el lado este la ruta panamericana norte; por el oeste las 5 millas permitidas para la pesca artesanal; y finalmente la cuidad de Chañaral como límite sur.

En el Anexo 5 se observan los listados de flora, fauna y elementos de valor cultural del PN Pan de Azúcar.

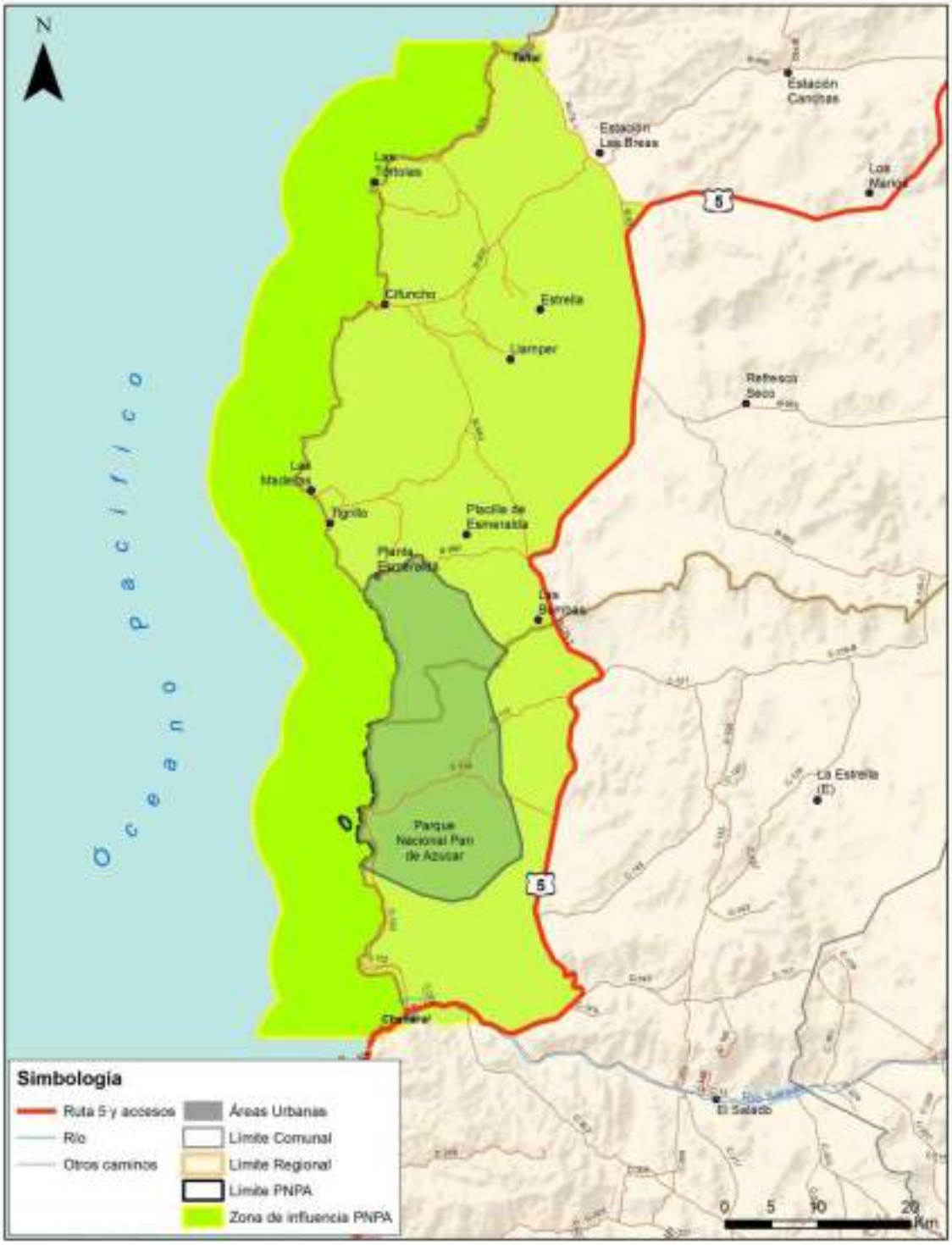


Figura 1. Mapa del PN Pan de Azúcar y su zona de influencia.

Referencias

Aramayo, O. & de la Barrera, F. (2005). Levantamiento de información, estudio de línea base e instrumento legal para la conservación de la biodiversidad en los sitios priorizados en la ERB: Aguas Calientes IV y Sector Costero de Paposo, Región de Antofagasta.

CONAF (1990). Plan de Manejo del Parque Nacional Pan de Azúcar. Documento de Trabajo N°131. Corporación Nacional Forestal, Gobierno de Chile.

CONAF (2002). Plan de Manejo del Parque Nacional Pan de Azúcar. Documento de Trabajo N°373. Corporación Nacional Forestal, Gobierno de Chile.

Gobierno Regional de Atacama (2007). Estrategia Regional de Desarrollo 2007-2017, Copiapó.

Lorca, M (Ed) (2010). Identidades en diálogo: Articulando actores y Construyendo realidades. Estudio fortalecimiento de la identidad regional de Atacama. Gobierno regional.

Luebert F & P Pliscoff (2006). Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile: Editorial Universitaria.

Núñez, E. (2012). Método para la planificación del manejo de áreas protegidas. Corporación Nacional Forestal, Gobierno de Chile.

Plan de Acción de Turismo Sustentable en Áreas Protegidas del Estado: 2014-2018. Subsecretaría de Turismo, Gobierno de Chile.

Plan de Desarrollo Comunal 2014-2018. IM de Caldera.

Plan de Desarrollo Comunal 2014-2018. IM de Chañaral.

Plan de Desarrollo Comunal 2011-2015. IM de Taltal.

Política Cultural Regional 2011-2016 Atacama

Praus, S., Palma, M., Domínguez, R. (2011). La Situación Jurídica de las Actuales Áreas Protegidas de Chile. Proyecto GEF-PNUD-MMA “Creación de un Sistema Nacional Integral de Áreas Protegidas para Chile”.

2.2 Marco legal, político y técnico

Tabla 2. Marco legal nacional e internacional asociado al PN Pan de Azúcar.

N° de texto	Nombre	Materia
Decreto Supremo N°531 de 1967 del Ministerio de Relaciones Exteriores	Convención para la protección de la Flora y la Fauna y las Bellezas escénicas naturales de América: Convención de Washington.	Define las categorías de Parque Nacional, Reserva Nacional, Monumento Natural y Reserva de Región Virgen., medidas para el establecimiento, prohibiciones y medidas legislativas. Señala que los Parques Nacionales son "las regiones establecidas para la protección y conservación de las bellezas escénicas naturales y de la flora y fauna de importancia nacional, de las que el público pueda disfrutar mejor al ser puestas bajo la vigilancia oficial". Establece que los Gobiernos Contratantes convienen en que los límites de los parques nacionales no serán alterados ni enajenada parte alguna de ellos sino por acción de la autoridad legislativa competente. Las riquezas existentes en ellos no se explotarán con fines comerciales. Establece que los Gobiernos Contratantes convienen en adoptar o en recomendar a sus respectivos cuerpos legislativos competentes, la adopción de leyes y reglamentos que aseguren la protección y conservación de la flora y fauna dentro de sus respectivos territorios y fuera de los parques y reservas nacionales, monumentos naturales y de las reservas de regiones vírgenes mencionados en el artículo 2°. Dichas reglamentaciones contendrán disposiciones que permitan la caza o recolección de ejemplares de fauna y flora para estudios e investigaciones científicas por individuos y organismos debidamente autorizados. Agrega que los Gobiernos Contratantes convienen en adoptar el recomendar a sus respectivos cuerpos legislativos la adopción de leyes que aseguren la protección y conservación de los paisajes, las formaciones geológicas extraordinarias, y las regiones y los objetos naturales de interés estético o valor científico o histórico.
Decreto Supremo N°1.963 de 1994 Ministerio de Relaciones Exteriores	Convenio sobre la Diversidad Biológica	Artículo 6°, literal a.- Cada Parte Contratante, con arreglo a sus condiciones y capacidades particulares elaborará estrategias, planes o programas nacionales para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica o adaptará para ese fin las estrategias, planes o programas existentes, que habrán de reflejar, entre otras cosas, las medidas establecidas en el presente Convenio que sean pertinentes para la Parte Contratante interesada. Artículo 7°, literal a.- Cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda, identificará los componentes de la diversidad biológica que sean importantes para su conservación y utilización sostenible. Artículo 7°, literal b.- Cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda, procederá, mediante muestreo y otras técnicas, al seguimiento de los componentes de la diversidad biológica identificados. Artículo 7°, literal c.- Cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda, identificará los procesos y categorías de actividades que tengan, o sea probable que tengan, efectos perjudiciales importantes en la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica y procederá, mediante muestreo y otras técnicas, al seguimiento de esos efectos.
Decreto Supremo Nº 868 de 1981 Ministerio de Relaciones Exteriores	Convenio sobre la Conservación de Especies Migratorias de la Fauna Salvaje	Dicho instrumento legal reconoce como principio fundamental la importancia de la conservación de las especies migratorias, señalando que los Estados adscritos a la Convención, deben promover, apoyar o cooperar en investigaciones sobre especies migratorias y conceder una protección inmediata a las especies migratorias enumeradas en su Apéndice I.
Constitución Política de la República de	Constitución Política de la República de	Artículo 19 N°8: El derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación. Es

Chile de 1980, Modificada por Decreto Supremo 100 de 2005, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia.	Chile	deber del Estado velar para que este derecho no sea afectado y tutelar la preservación de la naturaleza (de acuerdo con la Ley 19.300, por tutelar la preservación de la naturaleza se incluye, entre otros, la elaboración de planes para asegurar condiciones que hacen factible la mantención y evolución de los procesos y ecosistemas naturales). La ley podrá establecer restricciones específicas al ejercicio de determinados derechos o libertades para proteger el medio ambiente.
Decreto Ley 1.939 de 1977, del Ministerio de Tierras y Colonización	Normas sobre Adquisición, Administración y Disposición de Bienes del Estado	Establece finalidades de los parques nacionales y reservas forestales, mecanismos de creación y prohibiciones de destinación a otros objetos.
Ley Nº 18.362 de 1984 del Ministerio de Agricultura	Ley que crea el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado	Crea el SNASPE, fija sus categorías y prohibiciones. Esta Ley, si bien establece categorías, objetivos y señala a los planes de manejo como el instrumento rector de las áreas silvestres protegidas del Estado, no se encuentra vigente, ya que regirá a partir del momento en que entre en vigencia la Ley 18.348, que crea la Corporación Nacional Forestal y de Protección de Recursos Naturales Renovables, la que, a su vez, está sujeta a la dictación de un decreto, de acuerdo a lo que dispone el Art. 19 de la misma ley.
Ley Nº 19.300 de 1994, Modificada por la Ley 20.417, que crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente.	Ley de Bases Generales del Medio Ambiente	Considera al plan de manejo como instrumento de gestión ambiental (Título II) y establece obligaciones de someter al SEIA las obras, programas o actividades al interior de áreas protegidas (Artículo 10°); fija los objetivos del SNASPE (Artículo 34°), e integra al mismo toda porción y orillas de cuerpos de aguas situados al interior; obliga al cumplimiento de planes de manejo.
D.S. N° 40 de 2012 del Ministerio del Medio Ambiente	Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental	Los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, que deberán someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, son los siguientes: "Ejecución de obras, programas o actividades en parques nacionales (…) o en cualesquiera otras áreas colocadas bajo protección oficial, en los casos que la legislación respectiva lo permita", art. 3° letra p).
D.F.L. N° 1-19.175, de 8 de agosto de 2005, del Ministerio del Interior, que fija el texto refundido, coordinado, sistematizado y actualizado de la ley N° 19.175.	Ley Orgánica Constitucional sobre Gobierno y Administración Regional	Artículo 14.- En la administración interna de las regiones los gobiernos regionales deberán observar como principio básico, el desarrollo armónico y equitativo de sus territorios, tanto en aspectos de desarrollo económico, como social y cultural. A su vez, en el ejercicio de Ley Nº 19.653 sus funciones, deberán inspirarse Art. 3º Nº 1 en principios de equidad, eficiencia y eficacia en la asignación y utilización de recursos públicos y en la prestación de servicios; en la efectiva participación de la comunidad regional y en la preservación y mejoramiento del medio ambiente… Artículo 17.- Serán funciones del gobierno regional en materia de ordenamiento territorial: d) Fomentar y velar por la protección, conservación y mejoramiento del medio ambiente, adoptando las medidas adecuadas a la realidad de la región, con sujeción a las normas legales y decretos supremos reglamentarios que rijan la materia;
Ley Nº 18.892 de 1992, contenido en Decreto 430 de 1992, que fija el texto refundido, coordinado y sistematizado de la ley N° 18.892, del Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción.	Ley general de Pesca y Acuicultura	Artículo 67°.- En los casos en que las áreas protegidas terrestres colinden con el mar, la zonificación del borde costero deberá establecer una franja marina mínima de resguardo para excluir el desarrollo de cultivos intensivos o extensivos de especies hidrobiológicas exóticas. Artículo 158°.- Las zonas lacustres, fluviales y marítimas que formen parte del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, quedarán excluidas de toda actividad pesquera extractiva y de acuicultura. No obstante, en las zonas marítimas que formen parte de Reservas Nacionales y Forestales, podrán realizarse dichas actividades. Artículo 159°.- Para los efectos de la declaración de parques nacionales, monumentos naturales o reservas nacionales que hayan de extenderse

		a zonas lacustres, fluviales o marítimas, deberá consultarse previamente a la Subsecretaría.
Decreto Nº 484 de 1990, Ministerio de Educación	Reglamento sobre Excavaciones y/o Prospecciones arqueológicas, antropológicas y paleontológicas	Las disposiciones del Reglamento se aplican a todo proyecto o actividad de investigación al interior del área protegida, complementado con la normativa específica sobre investigaciones en el SNASPE.
Ley Nº 19.473 de Septiembre de 1996 y D.S. Nº 5 de Enero de 1998, Ministerio de Agricultura	Ley sobre Caza y su Reglamento de Caza	Establece que "Se prohíbe la caza o captura en reservas de regiones vírgenes, parques nacionales, reservas nacionales, monumentos naturales, santuarios de la naturaleza, áreas prohibidas de caza, zonas urbanas, líneas de ferrocarriles, aeropuerto, en y desde caminos públicos y en lugares de interés científico y de aposentamiento de aves guaníferas. No obstante lo anterior, el Servicio Agrícola y Ganadero podrá autorizar la caza o captura de determinados especímenes en los lugares señalados en el inciso precedente, pero sólo para fines científicos, para controlar la acción de animales que causen graves perjuicios al ecosistema, para establecer centros de reproducción o criaderos, o para permitir la utilización sustentable del recurso. En estos casos, deberá contarse, además, con el permiso de la autoridad que tenga a su cargo la administración del área silvestre protegida".
Ley Nº 18.248 de 1983	Código de Minería	Establece permisos para ejecutar labores mineras en parques nacionales, reservas nacionales o monumentos naturales que hayan sido declarados "para efectos mineros" o como "lugares que hayan sido declarados de interés histórico o científico".
Decreto Supremo N° 4.363 de 1931, Ministerio de Tierras y Colonización	Ley de Bosques	Establece facultad de crear parques nacionales de turismo y reservas forestales y la prohibición de otra destinación de estos sino en virtud de una ley.
Ley N° 20.283 de 2008 y sus reglamentos	Ley sobre Recuperación del Bosque nativo y Fomento forestal	Artículo 2°.- Establece el concepto de "Bosque Nativo de Preservación": Aquél, cualquiera sea su superficie, que presente o constituya actualmente hábitat de especies vegetales protegidas legalmente o aquéllas clasificadas en las categorías de en "peligro de extinción", "vulnerables", "raras", "insuficientemente conocidas" o "fuera de peligro"; o que corresponda a ambientes únicos o representativos de la diversidad biológica natural del país, cuyo manejo sólo puede hacerse con el objetivo del resguardo de dicha diversidad. Se considerarán, en todo caso, incluidos en esta definición, los bosques comprendidos en las categorías de manejo con fines de preservación que integran el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado o aquel régimen legal de preservación, de adscripción voluntaria, que se establezca. Artículo 19°.- Prohíbe la corta, eliminación, destrucción o descepado de individuos de las especies vegetales nativas clasificadas, de conformidad con el artículo 37 de la ley N° 19.300 y su reglamento, en las categorías de "en peligro de extinción", "vulnerables", "raras", "insuficientemente conocidas" o "fuera de peligro", que formen parte de un bosque nativo, como asimismo la alteración de su hábitat. Esta prohibición no afectará a los individuos de dichas especies plantados por el hombre, a menos que tales plantaciones se hubieren efectuado en cumplimiento de medidas de compensación, reparación o mitigación dispuestas por una resolución de calificación ambiental u otra autoridad competente, art. 19.
Ley N° 20.423 de 2010	Sistema Institucional para el Desarrollo del Turismo	Incluye en su Título V normas, requisitos e instrumentos para el desarrollo turístico en las Áreas Silvestres Protegidas. Establece que "sólo se podrán desarrollar actividades turísticas en las Áreas Silvestres de Propiedad del Estado, cuando sean compatibles con su objeto de protección, debiendo asegurarse la diversidad biológica, la preservación

		de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental"
D.S. Nº 225 del 9 de Noviembre de 1995, Ministerio de Economía	Establecimiento de veda para recursos hidrobiológicos	Establécese una veda extractiva nacional por un plazo de 30 años, contado desde la fecha de publicación del presente decreto, para especies de interés del parque.
DS Nº 660 de 1988, modificado por Decreto Nº 161 de 1998, Ministerio de Defensa Nacional	Reglamento sobre concesiones marítimas	Artículo 3°.- Es facultad privativa del Ministerio (Ministerio de Defensa Nacional, Subsecretaría de Marina) conceder el uso particular, en cualquiera forma, de las playas, terrenos de playa, fondos de mar, porciones de agua y rocas, dentro y fuera de las bahías. Jurisprudencia sobre la materia, se encuentra en el dictamen de la Contraloría General de la República Nº 11.032 del 10 de Abril de 1995, que estableció que las facultades de la subsecretaría y la CONAF son complementarias y, que para asegurar la protección y conservación de los recursos naturales el objetivo de los permisos o concesiones que autorice, deberá ser concordante con la finalidad de protección del patrimonio declarado y que, por tanto, se deben establecer mecanismos de coordinación en las materias que les competen a dichos organismos.
D.S. Nº 301 publicado el 14.12.1984, Ministerio de Salud	Reglamento sobre condiciones sanitarias mínimas de los camping o campamentos turismo	Establece las condiciones mínimas para la disposición de campings.
Resolución Exenta Nº 634 del Gobierno Regional de Atacama del 29 de agosto de 1997, actualizada por Resolución Exenta N°483 del Gobierno Regional de Atacama el 24 de septiembre de 2015.	Protección del Desierto florido	Ordenanza del Gobierno Regional que declara zona de protección el desierto florido reconociéndolo como un evento natural y cultural que es de interés de toda la región y, por tanto, es necesario proteger y conservar, estableciendo parámetros generales para que las Municipalidades dicten ordenanzas para el control de la corta o destrucción del desierto florido**.**
Resolución exenta Nº 175 del 13.02.2001, publicado en Diario Oficial el 21.09.2001	Plan Regulador Intercomunal Costero	Ordenanza del Gobierno Regional, que reconoce a los Parques Nacionales y las áreas protegidas (áreas en trámite para su incorporación al SNASPE), como áreas de protección ecológicas e impone restricciones para su uso.
Resolución Nº 45 del Servicio Nacional de Pesca del 2 de Enero de 1993.		Declara áreas aptas para la acuicultura en la Tercera Región. Excluye un área del sector denominado Caleta Pan de Azúcar para la acuicultura por ser de interés turístico y haber sido solicitada por CONAF.
Orden Ministerial Nº 2 (Enero de 1998) de la Subsecretaría de Marina		Prohíbe el ingreso y tránsito de vehículos en las playas y terrenos de playa del litoral, de ríos, lagos y demás bienes nacionales de competencia del Ministerio de Defensa Nacional. Con esta norma, se busca la conservación del medio ambiente, evitar el daño a la sensible cubierta vegetal, a la flora y a la morfología costera, al tiempo que otorga seguridad y tranquilidad a las personas que utilizan estos espacios como lugar de recreación. Se excluyen de esta norma las actividades de fiscalización y control de los organismos del Estado.
Decreto N° 527 de 1985 del Ministerio de Agricultura	Crea al Parque Nacional Pan de Azúcar	Crea el Parque Nacional Pan de Azúcar.

Folio013130

Tabla 3. Estrategias, políticas, planes e instrumentos técnicos nacionales e internacionales que se relacionan al PN Pan de Azúcar.

Nombre documento	Institución Coordinadora	Línea o segmento relacionada
Estrategia Mundial para la Conservación (EMC)	Elaborado en 1980 por la UICN, en colaboración con PNUMA, WWF.	Indica que conservar involucra los conceptos de protección y de utilización racional de los recursos naturales, lo cual resulta indispensable para que la población pueda llegar a vivir con dignidad y garantizar el bienestar de las generaciones actuales y venideras.
Estrategia para el futuro de la vida	Publicada en 1991 por la UICN, PNUMA, WWF.	Ésta define nueve principios de una sociedad sostenible, siendo uno de éstos: "Conservar la vitalidad y diversidad de la Tierra", el que plantea cuatro acciones prioritarias, una de las cuales es "conservar la diversidad biológica", cuestión que se materializa a través de la ejecución de diversas acciones, como es el de terminar de establecer un sistema completo de áreas protegidas y mantenerlo; y mejorar la conservación de plantas y animales silvestres.
Estrategia global para la Biodiversidad	Elaborada en 1992 por WRI, UICN, PNUMA.	Ésta define 21 objetivos, que contemplan 85 medidas. En el capítulo referente al Fortalecimiento de Áreas Protegidas, se reafirma que los países deben "identificar prioridades nacionales e internacionales para reforzar las áreas protegidas" y "darles un papel más importante en la conservación de la biodiversidad".
Declaración de Caracas		Fue producto del IV Congreso Mundial de Parques Nacionales y Áreas Protegidas, convocada por la Unión Mundial para la Naturaleza, en 1992. De este evento, emana la Declaración de Caracas y el Plan de Acción de Caracas, quienes reafirman la necesidad y la disposición de los participantes para salvaguardar la diversidad biológica de la Tierra. Lo anterior fue una importante contribución para la ejecución del Plan de Acción de la Cumbre en la Tierra o Agenda 21 y otros elementos de Convenciones y Estrategias internacionales sobre la Diversidad Biológica. En la Declaración, se solicita a los gobiernos y organismos nacionales e internacionales, que adopten una serie de medidas para apoyar la conservación de la diversidad biológica y el manejo de áreas protegidas. El Plan de Acción de Caracas determina acciones necesarias para fortalecer, mejorar y ampliar las áreas protegidas, para lo cual los países deben elaborar su propio Plan de Acción, de acuerdo a su propia realidad.
Declaración de Santa Marta		Primer Congreso Latinoamericano de Parques Nacionales y Otras Áreas Protegidas, realizado en Santa Marta, Colombia, en mayo de 1997. Esta Declaración ofrece el marco orientador para la conservación del patrimonio natural para el próximo quinquenio. Proporciona diversos lineamientos técnicos para fortalecer la gestión en las áreas protegidas y su relación con terceros.
Estrategia Nacional de Biodiversidad (2017-2030)	Ejecutado conjuntamente por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)	Constituye el instrumento integrador de los principales objetivos estratégicos, acciones y metas país en materia de conservación y uso sustentable de la biodiversidad. Ésta consideró en su desarrollo las prioridades nacionales y gubernamentales fijadas para este periodo, el Plan Estratégico de la CDB y las Metas Aichi 2011- 2020, las Recomendaciones OCDE de 2005 y la Evaluación de Desempeño Ambiental de OCDE 2016, así como la evaluación de la ENB 2003. Establece cinco objetivos estratégicos:1) Promover el uso sustentable de la biodiversidad para el bienestar humano, reduciendo las amenazas sobre ecosistemas y especies, 2) Desarrollar la conciencia, el conocimiento y la participación de la población, en el resguardo de la biodiversidad como fuente de

		su propio bienestar, 3) Desarrollar una institucionalidad robusta, buena gobernanza y distribución justa y equitativa de los beneficios de la biodiversidad, 4) Insertar objetivos de biodiversidad en políticas, planes y programas de los sectores públicos y privados y 5) Proteger y restaurar la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.
Política Nacional del Uso del Borde Costero del Litoral de la República	Ministerio De Defensa Nacional, Subsecretaría De Marina	Constituyen objetivos generales de la Política los siguientes: 1.- Propender a una adecuada consideración de la realidad geográfica de cada uno de los sectores o áreas del litoral, que en algunos casos condicionan en forma determinante usos específicos, como es el caso de las bahías naturales, proximidad a centros poblados, condiciones meteorológicas locales, accesos, entre otras. 2.- Propender al desarrollo de los recursos y riquezas de los distintos sectores. 3.- Propender a la protección y conservación del medio ambiente marítimo, terrestre y aéreo, acorde con las necesidades de desarrollo y las demás políticas fijadas sobre tales materias. 4.- Propender a una adecuada compatibilización de las múltiples actividades que se realizan o puedan realizarse en el Borde Costero. 5.- Posibilitar y orientar el desarrollo equilibrado de las diferentes actividades, desde una perspectiva nacional, acorde con los intereses regionales, locales y sectoriales. 6.- Contribuir a la identificación de las perspectivas y proyecciones futuras de cada una de las actividades que precisen ser ejecutadas en los espacios territoriales que conforman el Borde Costero, para evitar su uso inadecuado o inconveniente, tomando en consideración que éste constituye un recurso limitado. Para la III REGIÓN ATACAMA dispone al PN Pan de Azúcar dentro de las "Áreas Reservadas para el Estado". Además, en la disposición V, numeral 3° Áreas Preferentemente Turísticas y Áreas de Importancia Turística Relativa, literal a) Preferentemente Turísticas: Playas Los Piqueros y Blanca (incluye el PN Pan de Azúcar)
Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente	Se definen los derechos y las obligaciones de los Estados respecto de principios básicos sobre el medio ambiente y el desarrollo.
Metas AICHI	Ministerio del Medio Ambiente	Aporte del parque nacional al cumplimiento de las metas de forma indirecta.
Estrategia y Plan de Acción para la conservación y Uso sustentable de biodiversidad de Atacama 2010-2017	Comité Regional de Biodiversidad	Dentro de las estrategias proponen el desarrollo de un Sistema Integral de Áreas Protegidas para la Región de Atacama, el cual debe considerar tanto a las administradas por el Estado (p.ej., SNASPE, AMCP) como las privadas (APP). En su Plan de Acción, literal c: "Elaboración y actualización de los Planes de Manejo de las Áreas Bajo Protección Oficial", se encuentra el compromiso para el PN Pan de Azúcar.
Zonificación de los Usos del Borde Costero, región de Atacama	Comisión Regional de uso del Borde Costero de la Región de Atacama.	-Incluye al PN Pan de Azúcar dentro de las Zonas Oficiales de Protección Ambiental (ZPA): ZPA-1 Áreas correspondientes al Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado; -Reconoce a la Isla Pan de Azúcar como una Zonas de Relevancia Ecológica Marina (ZREM); -entre otras zonificaciones referentes al PN Pan de Azúcar.
Estrategia de Desarrollo Regional (2007-2017)	Gobierno Regional de Atacama	En su Lineamiento N°9, establece dentro de sus objetivos los siguientes: "Fortalecer la institucionalidad regional encargada de la planificación e implementación de las Politicas Públicas de Medioambiente en Atacama" y "Gestionar el uso sustentable del patrimonio natural regional, promoviendo el desarrollo de una Educación para la Sustentabilidad y garantizando el acceso ciudadano a la información ambiental".

PLADECO Taltal (Noviembre 2015)	I Municipalidad de Taltal	Identifican al parque dentro de las "áreas de alto valor patrimonial natural y/o cultural".
Plan Regional de Ordenamiento Territorial (2001)	Gobierno Regional de Atacama	Dentro del Diagnóstico analítico territorial incluye al parque como Zona de protección legal.
Ordenanza Municipal sobre la Protección y Conservación del Desierto Florido, Decreto Exento Nº 1925 del 2017	Municipalidad de Chañaral	La ordenanza tiene por objeto regular las acciones, para el desarrollo de las funciones relacionadas con la protección y conservación del fenómeno conocido Desierto Florido, así mismo propender a que toda la ciudadanía tenga la responsabilidad en su resguardo, además cooperar a todo intento, con las autoridades municipales, provinciales y regionales que realicen para proteger el medio ambiente.
Ordenanza Protección canina, Decreto Exento Nº 2803 del 2009	I Municipalidad de Chañaral	Todo el Título VII del Control Canino en áreas Silvestres Protegidas.
Decreto Supremo Nº 240	Subsecretaría de Marina.	Reconoce formalmente la existencia de la Caleta Pan de Azúcar
Decreto Supremo Nº 173 del 21 de junio del 2001	Subsecretaría de Marina	Entrega sector en concesión marítima al Sindicato de Buzos Mariscadores de la Caleta Pan de Azúcar.
Plan Nacional de Conservación del Guanaco	CONAF (2010)	El propósito del plan es el de "Mejorar el estado de conservación del guanaco en la macro zona Norte y Centro de Chile", y su Objetivo general el de "Aumentar y conectar poblaciones de guanaco en la macro zona Norte y Centro del país".
Plan Nacional de Conservación del Pingüino de Humboldt	CONAF (2015)	El Plan plantea como Visión que "El Pingüino de Humboldt cambia su estado de conservación de Vulnerable a Fuera de peligro y se posiciona como especie emblemática valorada por la sociedad".

Fase 3: Visión.

3.1 Visión del ASP.

La construcción de la Visión del parque nacional ha sido parte de un proceso iterativo, en donde se han recogido ideas y deseos de actores territoriales mediante instancias formales de participación. A lo anterior, se le suma el discurrir de los propios funcionarios que han tenido que conjugar y formular una Visión que no solo sea representativa de la comunidad, sino que también recoja los motivos por los cuales esta área protegida se creó.

Del trabajo de talleres internos, se crearon tres propuestas de visión elaborada por los funcionarios de CONAF regional, principalmente guardaparques de la unidad, las cuales sirvieron a modo de ejemplo para cuando se solicitaba a la comunidad manifestar sus reflexiones. Dos fueron las instancias formales en donde se recogieron los aportes de la comunidad para la elaboración de la Visión: primero, el Taller de Formalización del proceso, donde se les hizo entrega de tarjetas a los invitados para que dejaran allí plasmadas sus impresiones; segundo, taller con la Caleta Pan de Azúcar (comunidad inserta), los cuales hicieron entrega de sus aportes en hojas que la institución proveyó para este fin en particular (ver actas de talleres en Anexo 6).

La Visión compartida del PN Pan de Azúcar es la siguiente:

Pan de Azúcar, espacio de contemplación y ejemplo de convivencia entre pescadores del pacífico y guardaparques del desierto. Experiencia significativa de vida y trabajo colaborativo en pos de la conservación y preservación de sus valores naturales, historia y tradiciones locales.

Parque Nacional Pan de Azúcar, educando y construyendo conciencia para la protección de sus ecosistemas en beneficio de la sociedad.

Espacio de contemplación: Se aborda en esta frase la belleza escénica y los aportes del parque en términos paisajísticos.

Ejemplo de convivencia entre pescadores del pacífico y guardaparques del desierto: Hace referencia a la Caleta Pan de Azúcar, comunidad inserta en la unidad, de lo cual se anhela que sea un ejemplo de trabajo aunado por el bienestar de ese espacio marino-continental-insular que se comparte.

Trabajo colaborativo: En esta frase se refleja el trabajo mancomunado que se espera tener con la comunidad aledaña, inserta y otros actores territoriales claves, como los servicios públicos o las empresas de turismo, en el entendido además de tratarse de un territorio birregional.

En pos de la conservación y preservación de sus valores naturales, historia y tradiciones locales: Este párrafo apunta hacia el cumplimento de los objetivos de creación del parque y al rol de la institución como administradora de la unidad.

Educando y construyendo conciencia: Se incorpora la educación ambiental, la participación comunitaria y la investigación científica como aportes entregados por el parque, en relación a cambios conductuales de la ciudadanía, en su rol de espacio público.

En general, aspirando al bienestar humano según los servicios ecosistémicos que entrega el parque y la cultura que lo rodea.



Figura 2. Instancias participativas para la elaboración de la Visión del PN Pan de Azúcar.

Fase 4: Selección de objetos de conservación.

4.1 Descripción del proceso y criterios utilizados en la selección de objetos de conservación.

La identificación y selección de los Objetos de Conservación Biológicos y Culturales (OCB y OCC) para un ASP es un proceso clave dentro de la elaboración del Plan de Manejo, pues estos objetos de conservación serán los elementos representantes de la diversidad biológica y cultural de la unidad, donde se focalizará la identificación de amenazas y estrategias de manejo, por lo que su selección debe ser sumamente hábil para así asegurar la buena gestión del parque nacional.

Los pasos a seguir para la obtención de los objetos definitivos, consistió básicamente en el desarrollo de talleres internos, donde funcionarios regionales trabajaron en la definición de objetos de conservación potenciales; luego, mediante talleres participativos, se obtienen insumos respecto de OCB y OCC de actores territoriales clave, que cuentan con antecedentes o conocimientos del territorio tales que ayudarán en la selección de dichos objetos, para finalmente, y en base a todos los aportes recogidos de los talleres internos y participativos, consolidar y obtener los objetos de conservación biológicos y culturales definitivos para la unidad.

4.1.1 Objetos de Conservación Biológicos

i. Talleres internos

El equipo regional, mediante el trabajo de tres talleres internos, define los potenciales objetos de conservación biológicos, lo cual se sintetiza de la siguiente forma:

- El equipo regional hace revisión de los Objetos de Conservación Biológicos Potenciales, insumo entregado por el Nodo de Biodiversidad, con lo cual se inicia el proceso de incorporación de nuevos objetos de filtro grueso (FG) o filtro fino (FF) no añadidos al listado, según la experiencia y conocimientos de los participantes del taller interno. Particularmente, dicho trabajo no incorporó otros objetos potenciales al listado.
- Con lo anterior, se procede a efectuar el ejercicio de agrupación o separación de objetos de conservación potenciales, para así obtener una preselección de los mismos. Se da

prioridad a los objetos de FG, incluyendo en el análisis a las unidades geomorfológicas y formaciones vegetacionales presentes en el parque, desprendiéndose así los OCB potenciales-FG: Llanos, Cerros, Quebradas, Roquerío costero, Playa e Insular (Figura 3, A).

- De esta forma, se comienza a revisar cada objeto de FF dispuesto en el insumo del Nodo, con el fin de identificar si sus necesidades de conservación de estos FF son satisfechas por los FG potenciales identificados en el punto anterior (Figura 3, A).
- Teniendo en consideración que los objetos de conservación finales deben ser bajos en número y estratégicos en su elección, se realiza una restructuración a los objetos definidos (Figura 3, B).
- Finalmente, se confirma que los OCB potenciales obtenidos en el punto anterior reúnen los fundamentos necesarios para agruparlos de esa forma, sin embargo, se considera prudente que la especie Guanaco nuevamente entre en revisión y se la pueda asignar como un OCB FF Potencial; esto radica principalmente en que la especie es ícono del parque y de la región de Atacama, región donde además se concentra la mayor población del guanaco del norte y porque presenta amenazas particulares que no serían tratadas al incorporarlo dentro de algún FG .
- Por tanto, los Objetos de Conservación Biológicos Potenciales desprendidos de los talleres internos son: Guanaco, Llanos y Farellón, Cerros y Quebradas, Playas y Roquerío costero, Insular y Formaciones xerofíticas y Flora del desierto (Figura 3, C).

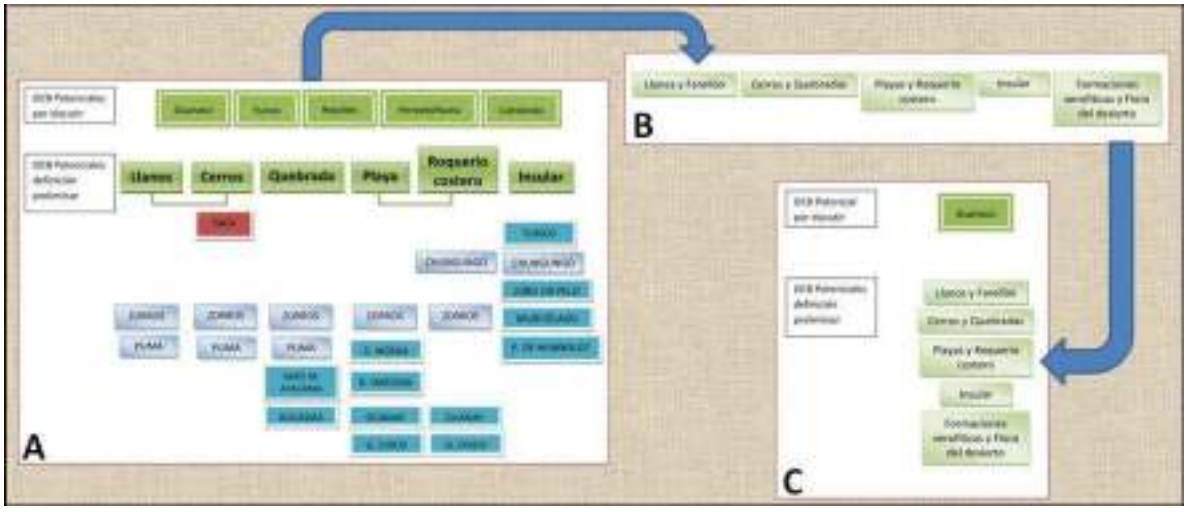


Figura 3. Proceso de selección y filtrado para la definición de Objetos de Conservación Potenciales del PN Pan de Azúcar.

ii. Taller junto a actores clave

Este taller responde a la necesidad de recoger aportes, comentarios y/o sugerencias de parte de actores clave identificados por el equipo regional sobre las especies o ecosistemas considerados preliminarmente como filtro fino (FF) y filtro grueso (FG) entregados por el Nodo de Biodiversidad. Mediante lluvia de ideas y el uso de tarjetas, se trabajaron los OCB potenciales, en razón a los aportes de estos actores clave y a lo trabajado por el equipo núcleo en talleres internos previos.

Como resultado, se establecen especies y ecosistemas relevantes por parte de los asistentes para la identificación posterior de OCB potenciales. De esta forma, se procedió a agrupar, unificando nombres y conceptos, obteniéndose como OCB de FG: Lomas del farellón, Isla Pan de Azúcar

(medio marino), Quebradas transversales y longitudinales, Terrazas costeras. Proponiéndose como elementos clave también a Guanaco, Copiapoa, Farellón, Aguadas, Aves costeras (o Borde costero e Isla).

Otros temas relevados en este taller tienen relación con la importancia dada por los asistentes sobre la valoración del paisaje o la belleza escénica que entrega el parque, de cómo la especie Guanaco está en el inconsciente colectivo como parte de la imagen objetivo de la unidad y de la importancia de abrir y hacer partícipe a la comunidad en un proceso tan significativo como lo es el desarrollar y elaborar este plan de manejo.

4.1.2 Objetos de Conservación Culturales

i. Talleres internos

El equipo regional, mediante el trabajo de dos talleres internos, define los potenciales objetos de conservación culturales, lo cual se sintetiza de la siguiente forma:

- Para la definición de los Objetos de Conservación Culturales Potenciales de la unidad, primeramente se procede a la identificación de los recursos culturales (RRCC) relacionados al parque nacional. A su vez, el Nodo Sociocultural mediante la Guía para la realización del "Taller Identificación de Objetos de Conservación Culturales con actores locales clave" entrega las bases para el desarrollo de los talleres internos; de dicha guía, se extrae la Matriz de Recursos Culturales con la cual el equipo regional trabajó.
- La metodología consistió básicamente en identificar los recursos culturales según su ubicación en el parque y a qué tipo de RRCC correspondía (también obtenida de la Guía mencionada anteriormente). Los aportes de los participantes se apuntaban según ese orden, para luego ir llenando la matriz de acuerdo a los requerimientos de ésta.

De lo anterior, se obtiene la Tabla 4 como resultado.

Tabla 4. Matriz de Tipos de Recursos Culturales, según identificación del equipo regional.

N°	Tipo de recurso cultural	Recurso cultural identificado por equipo regional
1	Recursos arqueológicos e históricos inmuebles	Puerto y Fundición Pan de Azúcar, Minas o piques mineros, Línea telegráfica, Aleros de Caserones, Corrales, Majadas, Conchales, Empircados, Trincheras, Huella de la carreta, Cementerio Inglés, Polvorín, Planta Esmeralda, Tumbas indígenas.
2	Recursos arqueológicos e históricos muebles	Material lítico, Litos geométricos
3	Lugares y senderos con toponimias	-
4	Historias, mitos, leyendas	Chango Aracena, Avioneta, El Monje, Piratas, La ruta de Philippi, Máximo Villaflor
5	Actividades productivas tradicionales	Pesca artesanal, Quebrada Pan de Azúcar, Caleta Pan de Azúcar, Guaneras, Mariscadores

6	Actividades religiosas	-
7	Prácticas tradicionales (festividades populares, juegos, deportes)	Aguadas, Campismo esporádico de verano
8	Instituciones tradicionales	-
9	Objetos artísticos	-
10	Conocimientos respecto a la naturaleza	Camanchaca
11	Especies o lugares bioculturales (p.e. la araucaria, el cóndor, etc.)	Guanaco, Lobo de mar, Ballenas, Pingüinos

i. Taller junto a actores clave

Este taller responde a la necesidad de recoger aportes, comentarios y/o sugerencias de parte de los actores clave identificados por el equipo regional sobre los recursos culturales insertos en la unidad. Mediante lluvia de ideas y el uso de la maqueta del parque y un mapa de gran tamaño de la misma, se desarrolla el trabajo de taller, incluyendo además, los insumos obtenidos por el equipo núcleo en talleres internos previos.

Para inspirar a los invitados, se les realiza una presentación a cargo del Administrador de la unidad, en donde se les muestra imágenes de una serie de recursos culturales identificados previamente por el equipo regional. De esta forma, se incentiva y amplía la visión a los asistentes para que puedan realizar sus aportes en cuanto a recursos culturales del parque de importancia para ellos.

Para el ejercicio participativo, y tras la presentación del Administrador, se comienza el llenado de una matriz impresa particularmente para esta oportunidad; ésta contiene las columnas: Nombre del recurso cultural, Ubicación (en la unidad), Tiempo, Importancia, Problemas Asociados y Prioridad de Conservación. Al ser un bajo número de invitados, se trabajó en una dinámica de opinión a mano alzada, más el uso de la maqueta de la unidad para darle el contexto territorial. El resultado de dicha matriz no varió en cuanto a lo trabajado en los talleres internos, es decir, que no hubo identificación de nuevos recursos culturales de parte de los invitados.

4.4.3 Consolidación Objetos de Conservación

El equipo regional con apoyo del Nodo de Biodiversidad y Sociocultural, realiza taller interno para la Consolidación de Objetos de Conservación Biológicos y Culturales de la unidad. En esta oportunidad, se realiza una pequeña revisión de los candidatos a objetos definidos en los talleres internos exclusivos para OCB y OCC potenciales, para así corroborar y determinar, en definitiva, los objetos por los cuales se dará protección y se conservará el patrimonio cultural y biológico del parque.

De esta forma, los funcionarios realizan el siguiente análisis:

- Por un lado, se cuenta con los OCB potenciales definidos por el equipo regional (Figura 4, A) versus lo señalado en taller con actores clave (Figura 4, B).



Figura 4. (A) Resultado taller interno equipo regional, (B) Resultados taller con actores clave.

- Lo anterior, se complementa integrando al análisis los pisos vegetacionales de Luebert & Pliscoff (2006) mediante observación de sus coberturas digitales y cruce con información territorial del parque, de esta forma, se comprende de mejor manera los ecosistemas presentes en la unidad.

- Así, y conjugando los puntos anteriores, se determinan los siguientes siete objetos de conservación biológicos:
  FF: Guanaco, Cactus y Carnívoros.
  FG: Ecosistemas cursos de agua y vegetación (aguadas); Ecosistemas desérticos/serranías; Playas y roqueríos; Insular (pingüinos y yuncos).

- Para el caso de los OCC potenciales, se realiza un pequeño agrupamiento de los recursos culturales definidos en los talleres específicos, determinándose que existen dos grandes grupos dentro de éstos: lo Arqueológico y lo Histórico, los cuales pasan a formar parte de los objetos de conservación culturales de la unidad, respectivamente.

Ya definidos los objetos de conservación del parque nacional, se considera de importancia el revisar y asignarles nombre a éstos, si así lo requerían, que fueran fácilmente reconocibles y entendibles, es decir, que sus nombres hablaran por sí solos. Es por ello, que los nueve Objetos de Conservación Biológicos y Culturales del Parque Nacional Pan de Azúcar se denominan: Guanaco, Copiapoas, Carnívoros, Isla Pan de Azúcar e islotes adyacentes, Ecosistema de playas y roqueríos, Ecosistema de cursos de aguas y vegetación azonal, Ecosistema de desierto y serranías, Otrora Puerto San José de Pan de Azúcar y Testimonios de los Camanchacos.

Sin embargo, y en el entendido de que el proceso de planificación basa su ejecución en acciones dinámicas y de retroalimentación, el equipo regional determina que los Ecosistemas de cursos de aguas y vegetación azonal y de desierto y serranías, por compartir las mismas amenazas, éstas se unen en un único ecosistema denominándolo Ecosistema de lomitas, serranías y aguadas.

Finalmente, los objetos de conservación del parque nacional se reducen a ocho, siendo estos (Figura 5):



Figura 5. Objetos de Conservación Biológicos y Culturales definidos por el equipo regional para el PN Pan de Azúcar.

4.2 Descripción general de cada objeto de conservación seleccionado

4.2.1 Objetos de conservación biológicos

Guanaco

Es el mayor de los mamíferos terrestres que habitan en Chile, y el ungulado más grande de Sudamérica. Este camélido endémico del cono sur de Sudamérica a lo largo de toda su distribución, que abarca Perú, Bolivia, Paraguay, Argentina y Chile, cumple variadas funciones ecosistémicas, tiene diferentes tamaños poblacionales y diversos tipos de relaciones con el ser humano (González et al, 2013). En general, su hábitat se caracteriza por un clima altamente estacional, inviernos secos o con cobertura de nieve en algunas épocas, temperaturas frías e incluso bajo cero, con vientos de moderada a alta intensidad y precipitaciones que combinan una alta evapo-transpiración y condiciones áridas, que en su conjunto generan una productividad vegetal baja (Franklin, 1982; Franklin 1983; Wheeler, 1995; citado por González, 2013). Son animales extremadamente territoriales, que demarcan su territorio con fecas y orina (Cortés et al., 2006), de hábitos gregarios y diurnos (Grimberg, 2010).

En la parte norte de Chile (Arica a O´Higgins) la distribución no es continua, y se asocia principalmente a sectores de la precordillera andina. Sólo en el sur de la región de Antofagasta (Paposo y Pan de Azúcar), así como en la Región de Atacama se observan poblaciones costeras, que para el caso de Atacama podrían tener conexión con las poblaciones del sector andino, toda vez que es posible encontrar individuos en el llano central (González et al., 2006).

La especie ha sido históricamente utilizada por las comunidades indígenas con fines de sustento para la obtención de carne para la alimentación familiar, cuero, piel y lana para las ropas de abrigo. En períodos post-hispánicos el guanaco fue intensamente cazado lo cual afectó en forma importante sus densidades poblacionales y en este siglo ha sido fuertemente comercializado (Cortés et al., 2006). La caza constante, la ocupación y fragmentación del hábitat, la competencia

con ganado e instalación de cercos, entre otras causas (Torres, 1992; Franklin et al., 1997; González et al., 2006; citado por González, 2013) han provocado la disminución de la especie.

Según el Reglamento de Clasificación de Especies del MMA, entre las regiones de Arica y Parinacota y Los Lagos, la especie ha sido catalogada como Vulnerable.

En el Parque Nacional Pan de Azúcar, las condiciones climáticas, principalmente la presencia de densas nieblas (camanchacas), han permitido condiciones bióticas favorables para el desarrollo de la flora (base de la cadena alimenticia del guanaco), manteniendo así una biodiversidad importante en una zona desértica (Thompson, 2003); los Guardaparques de la unidad identifican al farellón costero como la principal zona de reproducción y hábitat de desarrollo de la especie; además, es el mayor vertebrado terrestre existente en el parque, con una población estimada en 80 individuos, según el último censo invernal realizado (2016), en donde su dinámica se ve relacionada fuertemente con los fenómenos de desierto florido, según los datos de los censos invernales 2012-2016, donde se han observado mayor número de individuos. Dentro de la unidad, la desertificación, la presencia y ataque de perros vagos y asilvestrados, los accesos vehiculares, las malas prácticas de la comunidad inserta y aledaña, se han identificado como las principales amenazas de este objeto de conservación, el cual, y a pesar de ello, forma parte del acervo cultural e identidad local de la región de Atacama.

Copiapoas

El Parque Nacional Pan de Azúcar se caracteriza por poseer una comunidad vegetacional y florística única dentro de los climas áridos del norte de Chile, alberga un total de 192 especies nativas, de ese total, 146 son endémicas de Chile y 6 son endémicas de la región de Atacama (Squeo et al., 2008).

La principal limitante para la vida vegetal y animal en el desierto es la carencia de lluvias, sin embargo, las adaptaciones especiales, morfológicas y fisiológicas que muestran las distintas especies vegetales, permiten su existencia y desarrollo vital, como es el caso de las cactáceas, donde sus adaptaciones morfológicas muestran su funcionalidad con mayor expresión, las hojas se han transformado en espinas, disminuyendo de esta manera, durante el día la pérdida de humedad y actuando como superficies refrigerantes. Una cutícula cerosa, muy fuerte, recubre todo el cuerpo de los ejemplares y aparecen, además, pliegues transversales paralelos al cuerpo, a la forma de cóstulas o costillas que proveen los mecanismos necesarios para expandir el cuerpo, almacenando el agua en los tejidos (CONAF, 2002).

A las cactáceas se les encuentra desde Canadá por el norte hasta la Patagonia, de la costa del Pacífico a la del Atlántico, desde el nivel del mar hasta sobre los 4500 msnm. en los Andes (Hoffmann, 1989). Las cactáceas pertenecen a la clase Dicotiledónea y al orden de las Cariofilales; en Chile encontramos en este orden a las sub familias Cactoidea, Opuntioidea, maihuenioidea y Pereskioidea, en la subfamilia Cactoidea, se encuentran la tribu Notocactoideae, a la que pertenece el género Copiapoa (CACTACEAS DE CHILE). El género Copiapoa es endémico de Chile, las encontramos viviendo principalmente en zonas aledañas a las costas del norte de país, donde se desarrolla el fenómeno de la “camanchaca”, pero su distribución se extiende desde la región de Coquimbo, en el Río de Choapa, hasta la región de Antofagasta, en la ciudad de Tocopilla. La mayor cantidad de especies se concentra en la Región de Atacama. Las Copiapoas son plantas que van desde los portes más pequeños de sólo un par de centímetros de diámetro, como es el caso de Copiapoa laui; otras que viven bajo tierra para poder soportar la extrema aridez

del desierto, desarrollando gruesas raíces tipo “nabo” y así acumular líquidos de reserva, como es el caso de Copiapoa hypogaea.. Desarrollan cuerpos simples, globosos o elongados, los ápices de las plantas están cubiertos de una lanosidad de donde emergen las flores y los frutos; las flores de las Copiapoas son muy similares entre sí, tienen forma de acampanadas y casi siempre son de color amarillo con tintes rojizos en las puntas de los tépalos externos, o rojas en el caso de un par de especies como lo son la C. coquimbana y C. taltalensis ssp rubriflora (Señoret et al., 2013). Según lo indicado en el Plan de Manejo, 2002, en el parque nacional se pueden encontrar 7 especies de Copiapoa: Copiapoa bridgesii, Copiapoa cinerea var. columna alba, Copiapoa cinerascens, Copiapoa humilis, Copiapoa grandiflora, Copiapoa longistaminea y Copiapoa serpentisulcata; sin embargo, observaciones en terreno del equipo de Guardaparques de la unidad, a lo anterior se debe de incluir las especies: C. melanohistrix, C. laui, C. hipogea (o Copiapoa hypogaea), C. cinerea var. Haseltoniana, C. grandiflora y C. esmeraldana.

La especie Copiapoa cinerea variedad columna alba es altamente representativa del parque nacional; según el libro rojo de la flora de Atacama es una especie endémica de la II y III Región (Squeo et al., 2008), es la copiapoa con distribución más amplia en la unidad y los visitantes las reconocen con facilidad. Otras especies que destacan son Copiapoa serpentisulcata y Copiapoa longistaminea, las cuales se desarrollan en zonas de Farellon y Planicie costera, sector norte del parque; a Copiapoa bridgesii solamente la podemos encontrar en sector El Castillo y Peralito y C. melanohistrix solo la podemos observar en zona norte del parque: Farellon costero, sector Embudo.

Según el Reglamento de Clasificación de Especies del MMA, las especies C. humilis y C. longistaminea se categorizan como Vulnerables, mientras que las especies C. laui y C. serpentisulcata se encuentran En Peligro.

Las cactáceas deben ser el grupo de plantas mayores con el mayor número de especies en peligro de extinción. Son objeto de una fuerte presión, tanto por agentes de su propio hábitat como por las actividades que desarrolla el hombre, por ejemplo la agricultura, la minería, el incremento de las ciudades y las vías de comunicación como las carreteras (Hoffmann, 1989). Desde el punto de vista ornamental, estas especies han sido muy colectadas, hecho que ha causado que muchas de ellas enfrente, actualmente, problemas de conservación (Trivelli, 2014). Particularmente en la unidad, la afectación a este objeto de conservación se traduce en extracción de ejemplares, malas prácticas de la comunidad en general, como el jeepeo o uso de caminos no habilitados (generación de multihuellas).

Carnívoros

Los miembros del Orden Carnívora solo suman el 10% de todos los géneros de mamíferos. Presentan caninos alargados y muelas carniceras especializadas en cortar (Gittleman 1989). Actualmente los carnívoros incluyen un rango de especies de tamaños y formas muy distintas, algunas adaptadas a manejar presas del tamaño de un insecto y otras capaces de matar un animal más grande que ellos.

Aunque muchas especies viven principalmente de carne, la información existente demuestra que prácticamente todas las especies estudiadas dentro del orden consumen al menos una parte de dieta vegetariana: para muchas las plantas son una importante contribución a la dieta y hay algunas que se han vuelto secundariamente casi exclusivas vegetarianas (Palacios 2007).

La existencia de una especie exitosa de carnívoro, depende de la combinación de una alta especialización para hacer al predador efectivo sobre su tipo de presa particular con la suficiente flexibilidad como para permitir la utilización de una variedad de comidas en relación con variaciones estacionales o ambientales (Ewer 1973).

Por situarse en la cima de la cadena alimenticia, los carnívoros pueden afectar la abundancia de otras especies que son parte de su dieta, o de la dieta de sus presas, jugando un rol muy importante en la regulación de poblaciones de varias especies de un ecosistema. Esta es la principal justificación para proteger especies de carnívoros y su hábitat.

En el Parque Nacional Pan de Azúcar destacan la presencia de tres especies de carnívoros: el depredador intermareal denominado *Lontra felina* perteneciente a la familia Mustelidae y dos especies de la familia Canidae, *Lycalopex gymnocercus* y *Lycalopex culpaeus,* ambas especies distribuidas en un gradiente altitudinal, lo cual condicionaría al zorro culpeo a los biotopos litorales del desierto costero y al zorro chilla a biotopos de mesetas y llanos de altura (CONAF, 2002).

Según el Reglamento de Clasificación de Especies del MMA, las dos especies de zorros se encuentran en categoría Preocupación menor y la nutria de mar, en categoría Vulnerable.

En el siglo pasado la caza ilegal con fines peleteros de zorro culpeo, zorro chilla y la nutria de mar fue la principal amenaza que sufrieron estas especies, destacando el zorro chilla fuertemente cazado por su piel. Tanto el zorro culpeo, el zorro chilla como la nutria de mar presentan diversas amenazas en su rango de distribución, siendo la transmisión de enfermedades una de las más complejas de abordar. Hoy, de 31 enfermedades estudiadas en especies silvestres y el hombre, 17 fueron facilitadas por actividades humanas. De éstas, la degradación del hábitat fue la principal causa en la aparición de las enfermedades (Dobson & Foufopoulos 2001). Otra amenaza en el último tiempo, especialmente para los zorros, ha sido la cacería y la persecución para reducir la depredación de ganado y aves de corral (Travaini et al., 2000).

En el caso de la abundancia de *L. felina* los últimos años ha ido en declinación (Medina 1995), presentándose entre las principales causas la caza ilegal para fines peleteros (Castilla & Bahamondes 1979), la destrucción de su hábitat y la intervención antrópica, involucrando tanto la captura del animal como el aumento de los asentamientos humanos y las actividades económicas extractivas realizadas en su hábitat (Medina 1995), además de la captura accidental en las redes utilizadas por pescadores artesanales (Rozzi & Torres-Mura 1990).

En las últimas décadas, las principales amenazas para la nutria de mar se derivan de una urbanización intensiva de las costas, donde la inmensa presión humana sobre el ecosistema costero acelera la degradación del hábitat y aumenta su fragmentación (Medina - Vogel et al., 2008, Vianna et al., 2010). Los asentamientos humanos y sus alrededores, permiten que en grandes madrigueras con entradas terrestres puedan ser ocupados por perros, gatos y ratas, desplazando a la nutria marina para su reproducción, la alimentación y las zonas de descanso (Valqui 2012). Los ataques de perros son reportados cada vez más en varios lugares de la distribución (Medina - Vogel et al., 2008, Vianna et al., 2010).

Los factores globales naturales como El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) también pueden afectar considerablemente la población de nutria marina (Vianna et al., 2010), debido a los cambios climáticos y oceanográficos más o menos drásticas que causan la mortalidad de varias comunidades marinas de peces y de mamíferos (Apaza y Figari 1999, Wang y Fiedler 2006).

En el Parque Nacional Pan de Azúcar se han registrado las diversas amenazas que han sido descritas, donde la presencia humana es el factor contribuyente a la presencia de perros, tanto en zonas de roqueríos costeros en el caso de chungungos, como para el ingreso de perros con y sin dueño a zonas de uso regular de zorros. Por otra parte, la extracción de algas de la zona intermareal altera el sistema ecológico de bosques marinos donde la nutria de mar obtiene sus principales presas. Según observaciones del equipo de Guardaparques, se indica que han visto disminuida la presencia de zorro culpeo en el último tiempo dentro de la unidad.

Isla Pan de Azúcar e Islotes adyacentes.

Este objeto de conservación agrupa un total de 110 hectáreas de sector insular situado frente a la playa Piqueros; se encuentra separado de la franja costera por un canal de aproximadamente 2.250 m y conformado por la isla Pan de Azúcar, islotes Las Chatas y rocas emergentes denominadas Las Mariposas (CONAF, 2002).

La Isla presenta un largo de 2 km y 1km de ancho aproximadamente y un perímetro de 4.8 km, posee una morfología subtriangular, con una elevación máxima de 160 metros la que se localiza en su extremo sur y estructurada hacia el norte por un complejo rocoso, alto y abrupto con piso de clastos gruesos, que da origen a dos vertientes; su cara Este presenta un brusco declive, en tanto la cara Oeste muestra sistemas rocosos. En amplias zonas se observa el sustrato blando y esponjoso, compuesto de guano -material de construcción de las galerías de Pelecanoides garnotti- y arena de granulometría fina; el sector Sur presenta una pequeña planicie, con rocas aisladas e intensamente erosionadas y cerradas hacia el Oeste por farellones prolongados desde la máxima elevación los cuales se disgregan en grandes rocas. El piso es también blando y esponjoso compuesto por una capa de guano de espesor variable (CONAF, 2002).

Estas características sitúan a este biotopo como el más importante dentro del parque nacional, proveyendo de distintas condiciones de refugio, descanso, alimentación y nidificación a diferentes especies de aves como piqueros (*Sula variegata*), pelícanos (*Pelecanus thagus*), pilpilén negro (*Haematopus ater*) cormoranes (*Phalacrocorax gaimardi*, *P. brasilianus*, *Leucocarbo bougainvillii*), entre otros, y durante el verano austral, de escolopácidos migratorios del hemisferio norte, tales como zarapitos (*Numenius phaeopus*), chorlo de los rompientes (*Aphriza virgata*), vuelve piedras (*Arenaria interpres*), playero blanco (*Calidris alba*) (CONAF, 2002). Se destaca en el área como colonias principales de nidificación a nivel nacional (Simeone et al. 2003, Vianna et al. 2014, Wallace & Araya 2015) al Pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldtii*) categorizado como Vulnerable según el Estado de Chile (D.S. MINSEGPRES Nº50/2008) y el Pato Yunco (*Pelecanoides garnotii*) categorizado como Vulnerable por la RCE, en donde para ambas especies, la ya eliminada práctica de extracción de guano causó una drástica disminución de su tamaño poblacional.

Los mamíferos marinos están representados por el otárido lobo de un pelo (*Otaria flavescens*), siendo destacable la presencia de la nutria de mar o chungungo, habitante habitual de las costas del parque y en especial en la Isla Pan de Azúcar, entre cuyas principales amenazas dentro de la isla se encuentran la destrucción del hábitat e interferencia y perturbación humana (Medina, 1996). Además, se cuenta con la presencia de una especie de murciélago (*Desmodus rotundus*). En cuanto a vegetación, y según la observación directa de los Guardaparques, allí podemos encontrar especies como copaos (*Eulychnia saint-pieana*), las cuales se encuentran en muy bajo número y en malas condiciones de vigorosidad; otras especies de flora allí observadas son *Cristaria sp*., *Solanum sp*., *Tetragonia sp*. y *Frankenia chilensis*. Otras aves que podemos encontrar de hábitos

no marinos son la dormilona tontita, diucas, picaflor, chincol, pequen, nuco y traro, todas ellas avistadas mediante observación directa por funcionarios de la unidad.

En cuanto a las principales amenazas que afectan la isla y a su biodiversidad se reconocen al impacto antrópico que producen la contaminación hídrica por desechos mineros, el turismo no regulado, malas prácticas de pesca, destrucción de hábitat de nidificación y la extracción de algas en el sector. Adicionalmente, la ocurrencia de procesos naturales como ENSO, pueden afectar seriamente al éxito reproductivo principalmente por la ocurrencia de lluvias torrenciales que inundan los nidos y la disminución del alimento disponible (Araya, 1987; Culik et al., 2000; Simeone et al., 2002).

*Ecosistema de playas y roquerío*s.

En su parte terrestre, la zona costera de la región de Atacama presenta condiciones propias de ambientes desérticos y semidesérticos cuya característica fundamental es la ausencia de precipitaciones y la presencia de temperaturas homogéneas debido a la cercanía al mar. La ausencia de precipitaciones se ve moderada por la presencia de la neblina costera (camanchaca) que aporta una humedad relativa permanente sobre el 70%, siente éste probablemente uno de los rasgos más definidos de la zona costera. En términos generales, la costa regional se clasifica como irregular, de rasgos rocosos y arenosos alternados, esta última característica asociada principalmente a los sistemas de bahías lobuladas de tamaños importantes y abiertos, con desarrollo de planicies amplias y ausencia de escarpe cordillerano costero, salvo en algunos tramos en el sector norte de la región (CRUBC, 2009) lugar donde se ubica el parque nacional y este objeto de conservación.

Las características morfológicas en conjunto con algunos rasgos oceonográficos, determinan un medio marino de Borde costero altamente singular desde el punto de vista ecológico, destacando por ejemplo al chungungo (lontra felina), lobo marino común (Otaria flavescens) y del delfín nariz de botella (Tursiops truncatus). Una de las comunidades de mayor significancia ecológica e importancia productiva es la presencia de comunidades de Lessonia nigrescens (huiro negro) y Lessonia trabeculata (huiro palo), reconocida como característica para los litorales del centro y norte de Chile (CRUBC, 2009). Este es un recurso altamente sensible, no solo como componente fundamental del ecosistema intermareal sino como recurso económico productivo (recolectores de algas, alimento para cultivos de abalón).
Dentro de la franja litoral, encontramos costas rocosas y costas arenosas. Con respecto a la playa, se constituyen por una acumulación de sedimentos de origen mineral o de origen biológico, la longitud de ésta es muy variable ya que pueden tener desde algunos pocos metros y hasta kilómetros; por otro lado, los roqueríos están conformados por diferentes tipo de rocas y formas estructurales, el clima y el oleaje son los encargados de que este tipo de costas tengan formas muy variables (CNCUB, 2016).

Actualmente la importancia de las zonas costeras es estratégica, tanto desde el punto de vista del desarrollo económico como de la seguridad nacional, al albergar, como se mencionó, una gran diversidad de actividades que suelen presentar conflictos por el uso y apropiamiento de los recursos, tales como el suelo, el agua y el paisaje. Otros hábitats que se generan a partir de este ecosistema, como acantilados y zonas rocosas, bahías, ensenadas, playas, dunas y marismas, desempeñan un papel importante en el ciclo de vida de una diversidad de peces, moluscos y aves migratorias (Lara-Lara J.R. et al., 2008).

Estos ecosistemas otorgan diversos servicios ambientales, tales como: protección contra fenómenos naturales, belleza escénica, lugares de anidación y reproducción de distintas especies costeras y marinas, zonas para la recreación (CNCUB, 2016). La falta de planificación y de un buen manejo integral tanto en las mismas costas como en las cuencas altas, el cambio de uso de suelo para desarrollos urbanos, la minería o el relleno para la construcción, han sido una de las principales causas en las últimas décadas de la degradación de nuestras costas, la perdida de hábitats y aunado a esto, la pérdida de la flora y fauna que se encuentra en ellas (CNCUB, 2016).

Particularmente en el parque nacional, sus playas y roqueríos proporcionan zonas de nidificación y de descanso para especies como el chorlo nevado, pilpilenes, zarapito, playero vuelve piedras, gaviotín monja, liles, piqueros, entre otros; también podemos encontrar especies de flora terrestre como especies del género Copiapoas, Nolana sp., Cristaria sp., Polyachyrus sp. y Tetragonia sp. y las especies Frankenia chilensis y Gipothamnium pinifolium, entre otras, las cuales proporcionan hábitas para especies de largartijas, insectos y roedores. Este objeto de conservación se presenta en toda la extensión oeste de la unidad, siendo algunos sectores de importancia: Playa Blanca, Playa Piqueros, Las Collajas y la Bahía Pan de Azúcar. Sus amenazas se fundan principalmente en la perturbación antrópica provocada a éste por visitantes y turismo no regulado, generación de basuras y por la extracción irregular de algas. Cabe mencionar que es en este OdC donde se emplazan las ocupaciones ilegales dentro de la unidad.

Ecosistema de lomitas, serranías y aguadas

Estos componentes de la geografía del Parque Nacional Pan de Azúcar se distinguen por ser las principales zonas de captación y reserva de agua del ecosistema que alberga al parque nacional, donde la aridez es un rasgo característico.
En conjunto esta área representa más del 90% de la superficie total de la unidad donde se distinguen tres componentes:

- Lomitas, las comunidades que se encuentran representadas en este sitio se presentan como islas separadas por un hábitat hiperárido desprovisto de vegetación (Rundel et al., 1991) y se caracterizan por la presencia de farellones costeros con laderas abruptas donde las nubes son interceptadas desarrollándose una zona de neblinas que mantiene húmedas las laderas; dichas comunidades, son muy dependientes del comportamiento del régimen de precipitaciones asociado a eventos El Niño (Dillon & Rundel, 1990) que cíclicamente afectan al área.
  Las nubes interceptadas forman neblinas que se conocen en el norte de Chile como "camanchacas" y son claves para comprender la distribución geográfica, el desarrollo y mantención de la diversidad florística y vegetacional, bajo la influencia de la camanchaca se desarrolla un tipo de vegetación baja que ha sido descrita como "formación de lomas" (Weberbauer 1911), "franja fértil" (Johnston 1929), "praderas en el desierto" (Goodspeed, 1961) y "oasis de niebla" (Ellenberg, 1959; Follmann & Weisser, 1966; Sielfeld et al., 1995). Estos oasis de nieblas se encuentran a lo largo de la zona del desierto costero desde los 5°S en el Norte de Perú hasta los 30°S en el Norte de Chile (Dillon, 2005; Pefaur, 1982; Rundel et al., 1991).
  En términos de la conservación de estas comunidades, es importante señalar que si bien la extensión total de los desiertos costeros de Perú y de Chile alcanza hoy a unos 200.000 m2, el área cubierta por la vegetación aún en los períodos de desarrollo máximo, apenas supera unos 4.000 m2.
  En comparación a Chile Central, el Desierto Costero de Taltal, uno de los objetos de conservación que se señalan en el decreto de creación de la unidad y representado en éste ecosistema, posee la formación vegetal con mayor biodiversidad en la Región de Antofagasta con cerca del 70% de las especies que se esperan para su área, también son

las formaciones vegetacionales costeras las que presentan mayor porcentaje de especies endémicas para Chile (Squeo et al., 1998).

Estas formaciones se consideran ecosistemas relictos cuya sobrevivencia se encuentra amenazada por factores naturales y antrópicos, dado que la fuente de agua de estos ecosistemas son las camanchacas, la vegetación se concentra en laderas escarpadas y quebradas. Además, es altamente estratificada en función de la altura, permitiendo la expresión de una alta diversidad de especies de plantas entre 300-800 m.s.n.m. (Rundel et al., 1991; U. de Chile, 2005).

Entre las familias botánicas asociadas a estas formaciones y adaptadas a las condiciones climáticas propias de estas latitudes se encuentran las Asteraceae, Boraginaceae, Cactaceae, Malvaceae, Nolanaceae, Oxalidaceae, Poaceae y Solanaceae; se destacan como los géneros más abundantes Calandrina (3 especies), Cristaria (5 especies), Copiapoa (7 especies), Heliotropium (6 especies), Nolana (14 especies), Oxalis (6 especies) y Solanum (4 especies); presentando el oasis de Pan de Azúcar el mayor endemismo en relación a otros oasis de la región con un 76,4% de especies endémicas (Larraín, 2007).

Entre las especies de fauna asociada a éstas formaciones se encuentran mamíferos como Lama guanicoe, Lycalopex gymnocercus, Lycalopex culpaeus, Phyllotis darwini, Abrothrix olivaceus, Thylamys elegans; aves como Athene cunicularia, Caracara plancus, Geranoaetus polyosoma polyosoma, reptiles como Liolaemus nigromaculatus, Callopistes maculatus y anfibios como Rhinella atacamensis.

- Serranías, forma característica que toma la Cordillera de la Costa en el límite Este del parque nacional, extendiéndose hacia el mar en el sector sur dando paso a extensas planicies litorales. Las sierras o serranías se caracterizan por ser un conjunto de cumbres formadas por quebradas bastante pronunciadas y por ser el refugio de la vegetación azonal que se encuentra presente en las aguadas que surgen en los fondos de sus quebradas. Su geomorfología permite la penetración de la camanchaca hacia el interior de la unidad a través de corredores de niebla formados por sus quebradas transversales. La presencia de camanchaca en estos sectores produce hábitats muy particulares, permitiendo el desarrollo de una vegetación característica y en gran parte ajena a los efectos de las lluvias esporádicas (Zizka, 1992), facilitando aquí la formación de endemismos locales. En este sector la presencia de vegetación y por ende el endemismo obedecería al aislamiento general de la flora y la restricción de la vegetación a quebradas y áreas de neblina desconectadas entre sí. En esta zona podemos observar fauna y flora similar a la descrita para las formaciones de lomas, con menor abundancia dada la disminución paulatina hacia el interior de la influencia de la camanchaca.
- Aguadas, los humedales son ecosistemas acuáticos que sustentan una importante diversidad biológica y se caracterizan por un alto grado de endemismo de animales y plantas, constituyendo ambientes críticos para especies seriamente amenazadas (CEA, 2011). Al interior del parque , estos humedales se encuentran representados por las aguadas, que constituyen pozos de agua dulce y salobre producto de la infiltración y movilización de agua subterránea que al acumularse aflora hacia la superficie, proveyendo hábitats azonales que contienen el 8% de flora vascular presente en la unidad (Rundel et al., 1996) representada por especies tales como Distichlis spicata (pasto salado), Sarcocornia fruticosa (sosa alacranera), Paspalum vaginatum (chépica), Juncus acutus (junco), distintos tipos de Nolanas sp, Polyachyrus poeppigii (Borlon de alforja), Frankenia chilensis (flor del salitre), Ophryosporus triangularis (cola de zorro), Tetragonia maritima (oreganillo), Atriplex sp (cachiyuyo) y Heliotropium sp (palo negro). Las especies que representan esta vegetación de tipo azonal tienen requerimientos hídricos permanentes durante el año y su sobrevivencia depende directamente del agua superficial o bien mientras las raíces en el sustrato se mantengan húmedas, siendo un importante sustento para la biodiversidad del Desierto Costero de Taltal, brindando fuentes alimenticias para camélidos (Lama guanicoe) y cánidos como Lycalopex gymnocercus (zorro chilla) y Lycalopex culpaeus (zorro culpeo), además de la diversidad de avifauna presente en este ecosistema. De manera complementaria estos ambientes tienen un gran valor patrimonial-histórico y cultural por el uso en tiempos pasados dado por parte de los habitantes que

Folio013147

estuvieron presentes en el territorio (Cepeda, 2014; Correa et al, 2011). Estos ecosistemas se clasifican como Aguada tipo espejo de agua, Aguada tipo Curso de agua y Aguada Mixta. Al interior de la unidad existen diez aguadas que representan el 0,02% del territorio con 84.202,3 m2 (A. Coquimbo, A. Los Sapos, A. Las Chilcas, A. Quinchihue, A. Cachinal de La Costa, A. Guanaco Muerto, A. Planta Esmeralda, A. Planta La Falda, A. La Changa, A. Los Burros).

Se consideran como los ecosistemas más susceptibles ante perturbaciones a escala de cuenca, tanto naturales como de origen antrópico, como la contaminación, destrucción de la vegetación o las variaciones en el flujo de agua por extracción de agua subterránea para la agricultura fuera de los límites de la unidad, siendo compleja su recuperación, y por supuesto, el escaso conocimiento sobre estos ecosistemas para la toma de decisiones sobre la dinámica de estos reservorios de vida (Peña-Cortés et al., 2006; CEA, 2011).

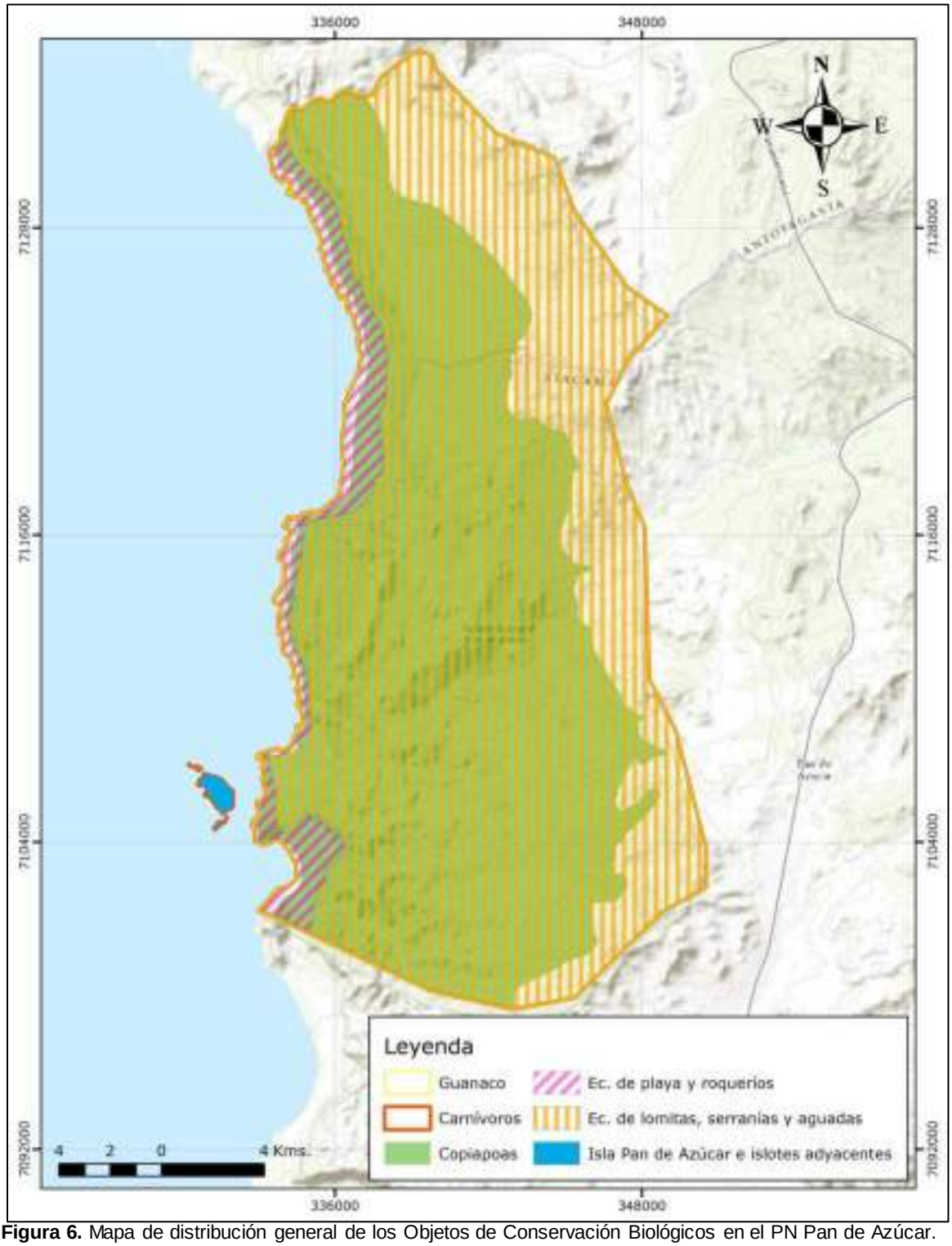


Figura 6. Mapa de distribución general de los Objetos de Conservación Biológicos en el PN Pan de Azúcar.

Referencias

Apaza, M. & Figari, A. (1999). Mortandad de aves marinas durante "El Niño 1997-98" en el litoral sur de San Juan de Marcona, Ica-Perú. Revista Peruana de Biología, 6(3), 110-117.

Araya B. (1987). Status on the Humboldt Penguin in Chile following the 1982-83 El Niño Proceedings Jean Delacour / IFCB Symposium.LA California - (-): 148-157.

Castilla, J. C. & Bahamondes, I. (1979). Observaciones conductuales y ecológicas sobre Lutra felina (Molina) 1782 (Carnivora: Mustelidae) en las zonas central y centro-norte de Chile. Archivos de Biología y Medicina Experimentales, 12, 119-132.

Centro de Ecología Aplicada (2011). Diseño del Inventario Nacional de Humedales y el Seguimiento Ambiental. Ministerio de Medio Ambiente. Santiago. Chile.164 pp.

Cepeda, A. (2014). Aguadas "Humedales de Importancia para la Conservación en la Región de Atacama". Corporación Nacional Forestal, Departamento de Áreas Silvestres Protegidas, III Región de Atacama. 87 p.

CONAF (2002). Plan de Manejo del Parque Nacional Pan de Azúcar. Documento de Trabajo N°373. Corporación Nacional Forestal, Gobierno de Chile.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Biodiversidad mexicana (2016, Agosto). En: http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/playas.html.

Correa, F., J Urrutia & R Figueroa (2011). Estado del Conocimiento y Principales Amenazas de los Humedales Boscosos de Agua Dulce de Chile. Sociedad de Biología de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 84: 325-340.

Cortés A, E Miranda & F Lopéz-Cortés (2006).Abundancia y dieta del camélido Lama guanicoe en un ambiente altoandino del norte-centro de Chile. Pp. 383-411 en: Cépeda, PJ (ed.). Geoecología de los andes desérticos: la Alta Montaña del Valle del Elqui. La Serena, Chile.

CRUBC (2009). Zonificación de los usos del borde costero Región de Atacama. Copiapó, Comisión Regional de Uso del Borde Costero, Región de Atacama. 55p.

Culik BM, JC Hennicke & T Martin (2000). Humboldt Penguins outmanoeuvring El Niño. The Journal of Experimental Biology 203: 2311-2322.

Dobson, A., & Foufopoulos, J. (2001). Emerging infectious pathogens of wildlife. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences, 356 (1411), 1001-1012.

Eisenberg, J.F., & Redford, K.H. (1992) Mammals of the Neotropics, Volume 2: The Southern Cone: Chile, Argentina, Uruguay, Paraguay (Vol.2). University of Chicago Press.

Ewer, R.F. (1973). The carnivores. Cornell University Press, Ithaca, Nueva York. 494 pp.

Gittleman, J.L. (1989). Carnivore group living: comparative trends. In Carnivore behavior, ecology and evolution. (pp. 183-207). Springer US.

González, B.A. (2013). Definición de unidades de manejo de poblaciones silvestres de Guanaco (Lama guanicoe) en Chile. Tesis para optar al Grado Académico de Doctor en Ciencias Silvoagropecuarias y Veterinarias. Universidad de Chile. Santiago, Chile.

González, B.A.; Palma, R.E.; Zapata, B; Marín, J.C. (2006). Taxonomic and biogeographic status of guanaco Lama guanicoe (Artiodactyla, Camelidae). Mammal Review 36:157-178.

Grimberg MP (Ed.) (2010). Plan Nacional de Conservación del Guanaco (Lama guanicoe) en Chile. 2010-2015, Macrozona norte y centro.

Hoffmann A. F. (1989). Cactáceas en la flora silvestre de Chile, una guía para la identificación de cactos que crecen en el país. Ed. Fundación Claudio Gay, Santiago, Chile, 272 pp.

Lara-Lara, J.R., et al. 2008. Los ecosistemas costeros, insulares y epicontinentales, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, pp. 109-134.

Larraín, B. (2007) Relaciones florísticas entre oasis de neblina del desierto costero del norte de Chile. Memoria para optar al título profesional de: Ingeniero en Recursos Naturales Renovables, Facultad de Cs. Agronómicas Universidad de Chile.

Medina, G. (1995). Activity budget and social behaviour of marine otter (Lutra felina). Proceedings of the International Otter Colloquium 6: 62-64.

Medina G 1996. Conservation and status of Lutra provocaxin Chile. Pacific Conservation Biology 2: 414-419.

Medina-Vogel, G., Merino, L.O., Monsalve Alarcón, R., & Vianna, J.D.A. (2008). Coastal-marine discontinuities, critical patch size and isolation: implications for marine otter conservation. Animal Conservation, 11(1), 57-64.

Palacios, R. (2007). Manual para identificación de carnívoros andinos. Alianza Gato Andino, Córdoba, Argentina.

Peña-Cortés F, P Gutiérrez, G Rebolledo, M Escalona, E Hauenstein, C Bertrán, R Schlatter & J Tapia (2006). Determinación del nivel de antropización de humedales como criterio para la planificación ecológica de la cuenca del lago Budi, IX Región de La Araucanía, Chile. Revista de Geografía Norte Grande (Chile) 36:75-91.

Rozzi, R., & Torres-Mura, J.C. (1990). Observaciones del chungungo (Lutra felina) al sur de la isla Grande de Chiloé: antecedentes para su conservación. Medio Ambiente, 11(1), 24-28.

Rundel, P; Dillon, M & Palma, B. (1996). Flora and Vegetation of Pan de Azúcar National Park in The Atacama Desert of Northern Chile. Gayana Bot. 53 (2): 295- 315. ISSN 0016- 5301.

Señoret, F., JP. Acosta (2013). Cactáceas endémicas de Chile, Guía de Campo. Ed. Corporación Chilena de la Madera, Concepción, Chile, 250 pp.

Simeone A, B Araya, M Bernal, E Diebold, K Grzybowski, M Michaels, JT Andrew, RS Wallace & MJ Willis (2002). Oceanographic and climatic factors influencing breeding and colony attendance patterns of Humboldt penguins Spheniscus humboldti in central Chile. Marine Ecology Progress Series 227: 43-50.

Simeone A, G Luna-Jorquera, M Bernal, S Garthe, F Sepúlveda, R Villablanca, U Ellenberg, M Contreras, J Muñoz & T Ponce (2003). Breeding distribution and abundance of seabirds on islands off north-central Chile. Revista Chilena de Historia Natural 76: 323-333.

Squeo FA, G Arancio, JR Gutiérrez, (2008). Libro rojo de la flora nativa y de los sitios prioritarios para su conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena. Chile 466 pp.

Squeo FA, LA Cavieres, G Arancio, JE Novoa, O Matthei, C Marticorena, R Rodríguez, MTK Arroyo, M Muñoz (1998). Biodiversidad de la flora vascular en la Región de Antofagasta, Chile. Revista Chilena de Historia Natural 71: 571-591.

Travaini, A., Zapata, S. C., Martínez-Peck, R., & Delibes, M. (2000) Percepción y actitud humanas hacia la predación de ganado ovino por el zorro colorado (Pseudalopex culpaeus) en Santa Cruz, Patagonia Argentina. Mastozoología Neotropical, 7(2), 117-129.

Trivelli Jolly M. (2014). Alcances sobre la familia CACTACEAE en Chile. Servicio Agrícola y Ganadero. División de Protección de los Recursos Naturales Renovables, Subdepto. de Vida Silvestre.

Valqui, J. (2012) Population Genetics and Conservation of the Marine Otter (Lontra felina) at the Peruvian Coast (Doctoral dissertation, Christian-Albrechts Univertität Kiel).

Vianna, J.A., Ayerdi, P., Medina-Vogel, G., Mangel, J.C., Zeballos, H., Apaza, M., & Faugeron, S. (2010). Phylogeography of the marine otter (Lontra felina): historical and contemporary factors determining its distribution. Journal of Heredity, esq088.

Vianna JA., M Cortes, B Ramos, N Sallaberry-Pincheira, D González-Acuña, G.P.M. Dantas, J Morgante, A Simeone & G Luna-Jorquera (2014). Changes in abundance and distribution of Humboldt Penguins Spheniscus humboldti. Marine Ornithology 42: 153-159.

Wallace RS & B Araya (2015). Humboldt Penguin Spheniscus humboldti population in Chile: Counts of moulting birds, February 1999-2008. Marine Ornithology 43: 107-112

Wang, C., & Fiedler, P.C. (2006). ENSO variability and the Eastern tropical Pacific: a review. Progress in Oceanography, 69(2), 239-266.

4.2.2 Objetos de conservación culturales.

Otrora Puerto San José de Pan de Azúcar.

Este objeto de conservación hace referencia a los recursos culturales de procedencia histórica que alberga la unidad, los cuales tienen directa relación con la actividad minera y productiva desarrollada en el siglo XIX y posteriores asentamientos del siglo XX ocurridos en la ciudad de Chañaral y sus alrededores. El Puerto San José emplazado donde actualmente se encuentra la Caleta Pan de Azúcar, tiene una data histórica de 1860, y fue el eje de un pujante desarrollo minero, llegando a contar con una Fundición de cobre, Aduana administrativa, bodegas, muelle, un pequeño villorrio que albergó a una población de hasta 500 personas, contando además con almacenes, herrerías y polvorín (Monroy, 2002). En 1879 la empresa minera ya se encuentra en decadencia, por lo que en el año 1890 la Aduana es clausurada definitivamente (Monroy, *op cit*).

Después de esto, el lugar comenzó a ser visitado por pescadores debido a la abundancia de sus recursos marítimos; los pescadores se instalaban en pequeños rucos para una permanencia esporádica. A partir de la década del 50' del siglo pasado, caminos y senderos del sector comienzan a ser utilizados por las familias chañaralinas Salas y Vecchiola, los cuales se instalaron en los cerros de la Quebrada Quiscuda con sus majadas de ganado caprino (Sepúlveda, A., com. pers.). Con ambos sucesos, se inicia un repoblamiento en dicho sector.

Además, la distancia y la lejanía generan que este lugar atesore varias leyendas e historias como lo es el del Monje de blanco, el del Chango Aracena o el de Máximo Villaflor, todos elementos intangibles asociados a personajes y hechos históricos ocurridos en lo que es hoy el parque nacional (Monroy, *op cit*).

De esta forma, la existencia de testimonios tangibles dispersos en gran parte de la extensión de la unidad, como lo son las ruinas del puerto y fundición, piques mineros, cementerios, corrales para ganado, entre otros, se encuentran amenazados tanto por el vandalismo como por potenciales obras públicas (nuevos caminos), malas prácticas de servicios asociados al turismo y mayor cantidad de visitantes no regulados, los cuales pueden causar una pérdida del patrimonio cultural de modo irreversible.

Testimonio de los Camanchacos.

Este objeto de conservación hace referencia a los recursos culturales de carácter arqueológico que protege la unidad, los cuales tienen directa relación con el pueblo Chango que habitó en sus costas y otros testimonios arqueológicos dejados por poblaciones precolombinas antecesoras de aquellos. El litoral de la región de Atacama ha contado con la presencia de asentamientos humanos desde hace miles de años, estimándose que provienen de corrientes migratorias procedentes de diferentes puntos cardinales, donde el Chango derivaría de pueblos ancestrales de tradición marítima, y que se arraigaron en las costas del norte de Chile (Monroy *et al.*, 2000). En general, los Changos fueron grupos seminómades, recolectores de orilla y pescadores, que se organizaban en bandas patrilocales basadas en una familia nuclear o extensa, de carácter independiente y económicamente autosuficientes. Hacían uso de toda la costa del desierto de Atacama hasta Coquimbo, existiendo además, trueque con la población de los valles y los oasis del interior de la

región, siendo los principales productos de intercambio mariscos y pescados secos y salados, cueros y pieles de animales marinos, conchas y guano como fertilizante agrícola, todos bienes muy cotizados en las tierras interiores. (Museo Chileno de Arte Precolombino, 2016; Latcham, 1910).

Sus vestigios arqueológicos se traducen en zonas de talleres líticos -espacios físicos donde elaboraban herramientas tales como puntas de flecha, cuchillos y otros utensilios, principalmente para la caza-; pequeños empircados donde establecían su residencia temporal y conchales como testigos de su pasar (Garrido & Robles, 2007). Al interior del parque nacional se pueden encontrar evidencias de estos grupos humanos tanto en la costa como en las aguadas al interior de la unidad, siendo los más representativos los conchales localizados en el sector de El Soldado y Quebrada el Chango; estanques hechos de roca que se encuentran en la bahía El Soldado; los Aleros de Caserones y Quebrada de Castillo. La principal amenaza es producto del vandalismo provocado por saqueo de objetos y daño parcial hacia recursos culturales como tumbas y conchales, principalmente, ya que la mayor parte de sus huellas se encuentran en lugares no delimitados y de acceso no regulado.

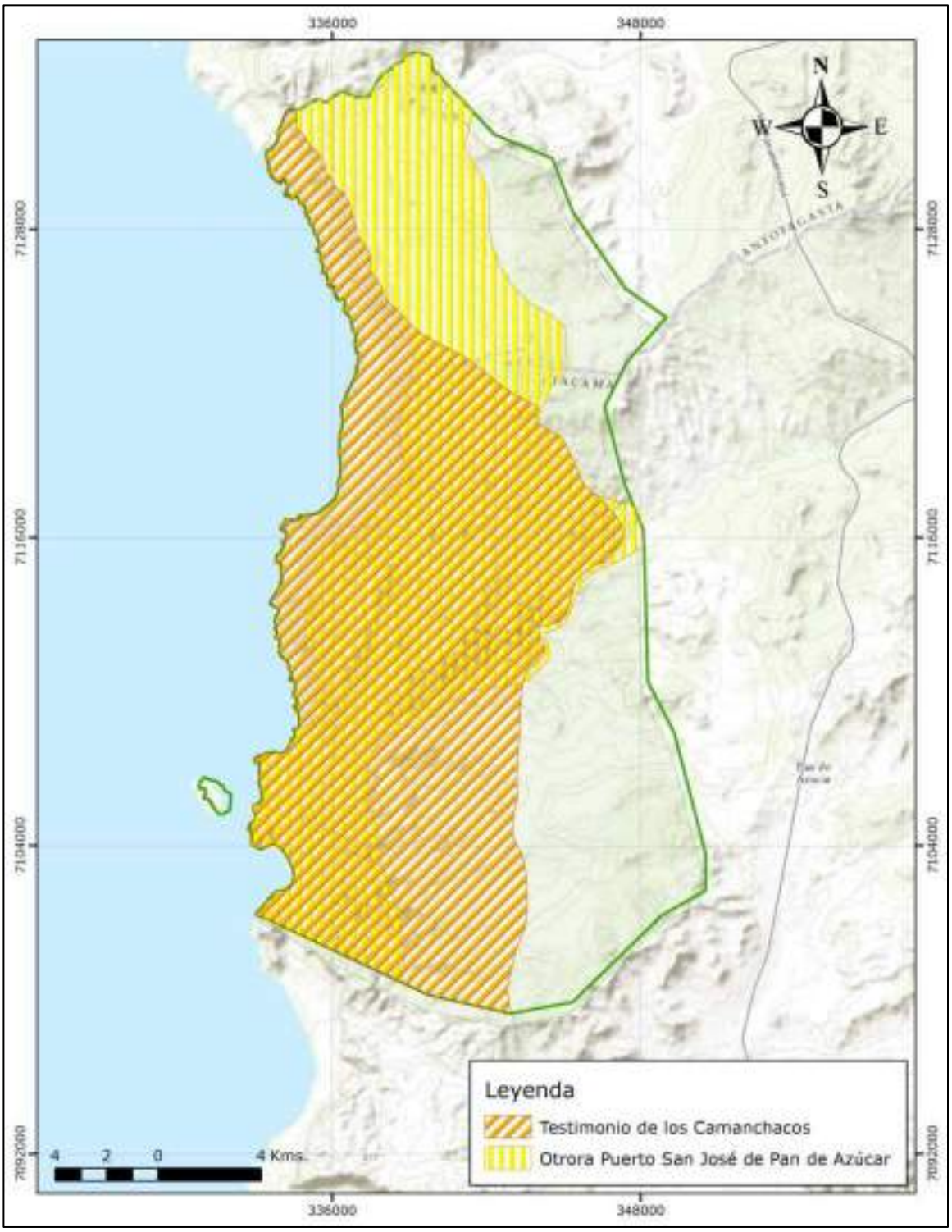


Figura 7. Mapa de distribución general de los Objetos de Conservación Culturales del PN Pan de Azúcar.

Referencias.

Garrido F & C Robles (2007). ¿Qué sucedió en Copiapó? Rescatando y educando sobre la Historia Prehispánica de Atacama. Consejo Nacional de la Cultura y las Artes. Fondart. 27 pp.

Latcham, RE (1910). Los Changos de las costas de Chile. Trabajo presentado al Congreso Científico Internacional de Buenos Aires, julio de 1910. Santiago de Chile. 65 pp.

Monroy O., G. Serazzi, A. Herrera & P. Serazzi (2000). Chañaral 1833-2000, Una Historia en el Desierto. Imprenta de la Universidad de Atacama. Copiapó – Chile. 243 pp.

Museo Chileno de Arte Precolombino (2016, Agosto). En: http://www.precolombino.cl/culturas-americanas/pueblos-originarios-de-chile/changos/

Sepúlveda, A., comunicación personal, 08 de agosto 2016. Guardaparque del PN Pan de Azúcar.

4.3 Análisis de viabilidad.

El Análisis de Viabilidad consiste en determinar, de acuerdo a la mejor información disponible, el estado actual de cada uno de los objetos de conservación seleccionados (FOS, 2009, citado por Sepúlveda et al., 2015).
El equipo regional llevó a cabo esta tarea mediante la modalidad de Análisis de Atributos Clave (AEC), el cual se fundamentó principalmente en la opinión experta del equipo regional, de la base de datos de los monitoreos realizados en la unidad y de propuestas de indicadores aportados por el Nodo de Biodiversidad y Sociocultural.

De esta manera, en la Tabla 5 se presenta el Análisis de Viabilidad determinado.

Tabla 5. Atributos Ecológicos Clave, Indicadores y Clasificación de indicadores determinados para cada objeto de conservación del PN Pan de Azúcar.

Objeto de Conservación	Atributo Ecológico Clave	Indicador	Calificación del Indicador				Valor actual del indicador
			Pobre	Regular	Bueno	Muy Bueno	
Ecosistema de lomitas, serranías y aguadas	Composición de flora en aguadas	N° de especies de flora en aguadas					Los rangos se definirán durante el primer año de muestreo (2018)
	Cobertura vegetacional	Porcentaje área cubierta por vegetación					Los rangos se definirán durante el primer año de muestreo (2018)
	Presencia de carnívoros terrestres al interior del ecosistema. Porcentaje de ocupación de sitio por carnívoros al interior del ecosistema	N° de CT en el ecosistema de lomitas con registros de carnívoros/N° total de CT instaladas en el ecosistema de lomitas.					A espera datos premonitoreo 2016-2017
	Presencia de guanacos al interior del ecosistema. Porcentaje de ocupación de sitio por guanaco al interior del ecosistema	N° de CT en el ecosistema de lomitas con registros de guanaco/N° total de CT instaladas en el ecosistema de lomitas.					A espera datos premonitoreo 2016-2017
	Erosión en sector Farellón Costero	N° de raíces expuestas y N° de canalículos / transecto					Los rangos se definirán durante el primer año de muestreo (2018)
Ecosistema de playas y roqueríos	Composición faunística	N° de especies de aves costeras	<15 sp.	15 - 18	19 - 21	>22	27 sp. Cepeda, 2015; 27 ps. Base de datos PNPA.
	Abundancia de especies indicadoras de avifauna costera	N° de individuos de especies indicadoras de avifauna costera (Pilpilén[1], Piquero[2], Playeros[3])/transecto	(1).				Los rangos se definirán durante el primer año de muestreo (2018)

			(2) <250	250-1000	1000-2500	>2500	Base de datos PNPA
			(3).	>300			Base de datos PNPA
	Ocupación de sitio por chungungo	Presencia de chungungos por transecto realizado/N° de transectos realizados * 100			>=100% registrado al año 2017		Los rangos se definirán durante el primer año de muestreo (2018)
Isla Pan de Azúcar e Islotes adyacentes	Abundancia relativa de pingüino de humboldt	N° de individuos de pingüino de humboldt registrados en temporada estival	0-1000	>1000-2000	>2000 - 3000	>3000	Datos censos en la unidad. 500 ind. 2016 en la Isla.
	Hábitat reproductivo de especie vulnerable (yunco)	N° y superficie de yunqueras activas			>=13 yunqueras 2,9 há		2016: 13 yunqueras 2009: 18 yunqueras
	Abundancia relativa de chungungo	N° de individuos de chungungo/transecto marino	0		>8		Base de datos PNPA, Observación directa año 2015 (estival)
	Abundancia relativa de lobo de un pelo	N° de individuos de lobo de un pelo/transecto (marino)	<50		>100		Base de datos PNPA, octubre 2016.
	Composición faunística	N° de especies de aves costeras insulares			>100% actual		22 sp. de aves. Páez junio 2006. ; 14 sp aves Base de datos PNPA, febrero 2014.
Guanaco	Abundancia relativa de guanaco	N° de individuos de guanaco registrados en temporada estival	<36	36 - 115	116 - 200	> 200	Dato histórico. Base de datos PNPA.
	Abundancia relativa de guanaco	Índice de abundancia relativa (N° de registros de guanacos /100 noches CT					A espera datos premonitoreo 2016-2017
	Distribución de guanacos al interior del parque nacional. Porcentaje de ocupación de sitio.	Porcentaje de ocupación de sitio (N° CT con registro de guanacos/N° total de CT instaladas)					A espera datos premonitoreo 2016-2017
Carnívoros	Abundancia relativa de carnívoros terrestres	Índice de abundancia relativa (N° de registros de carnívoros terrestres/100 noches CT)					A espera datos premonitoreo 2016-2017
	Distribución de carnívoros terrestres al interior del parque nacional. Porcentaje de ocupación de sitio.	Porcentaje de ocupación de sitio (N° CT con registros de carnívoros terrestres/N° total de CT instaladas)					A espera datos premonitoreo 2016-2017
	Abundancia relativa de chungungo	N° de individuos de chungungos/transecto (marino)			>=100% registrado al año 2017		Los rangos se definirán durante el primer año de muestreo

							(2018)
Copiapoas	Diversidad florística	N° de especies del género Copiapoa					Los rangos se definirán durante el primer año de muestreo (2018)
	Abundancia relativa de Copiapoas	N° de individuos de Copiapoas/200 m^2					Los rangos se definirán durante el primer año de muestreo (2018)
Testimonio de los Camanchacos	Existencia de sitios (Rutas e infraestructuras)	Presencia de sitios como senderos, caminos, huellas, tranqueras, portezuelos, pircas, sitios mineros. E infraestructuras. (Sitios existentes en el año t / Sitios conocidos en el año 0) x 100					Los rangos se definirán durante el primer año de muestreo (2018)
	Integridad de la infraestructura	Nivel de daño sobre la infraestructura derivado de actividades antrópicas (saqueo, vandalismo perturbación, obras) y causas de origen natural					Los rangos se definirán durante el primer año de muestreo (2018)
Otrora Puerto San José de Pan de Azúcar	Existencia de sitios	Presencia de sitios como senderos, caminos, huellas, tranqueras, portezuelos, pircas, sitios mineros. E infraestructuras. (Sitios existentes en el año t / Sitios conocidos en el año 0) x 100					Los rangos se definirán durante el primer año de muestreo (2018)
	Integridad de la infraestructura	Nivel de daño sobre la infraestructura derivado de actividades antrópicas (saqueo, vandalismo, perturbación, obras) y causas de origen natural					Los rangos se definirán durante el primer año de muestreo (2018)
	Conocimiento de la historia y tradiciones locales	% de personas encuestadas con conocimiento de al menos 1 historia local					Los rangos se definirán durante el primer año de muestreo (2018)

Fase 5: Análisis de amenazas.

5.1 Descripción general del proceso de identificación de amenazas.

En base a la "Guía de Identificación y Clasificación de Amenazas Directas para el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE)" entregada como insumo por el Nodo de Biodiversidad, el equipo núcleo mediante dos talleres internos, identifica las amenazas directas que afectan a cada objeto de conservación definido. Dichos talleres consistieron en hacer lectura de la Guía e ir identificando cuál de las amenazas que allí se mencionaban afectaban a los objetos de conservación de la unidad, según la experiencia y conocimientos del equipo regional. Con ello, se desprenden las amenazas directas preliminares del parque nacional tal y como se muestra en la Figura 8.

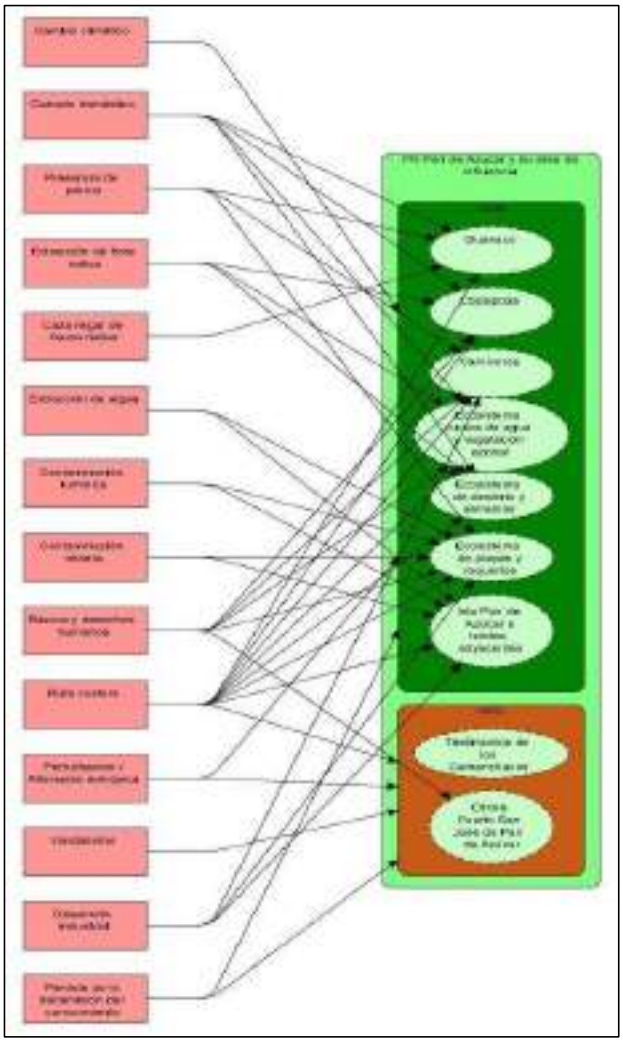


Figura 8. Amenazas directas preliminares identificadas por el equipo regional para el PN Pan de Azúcar.

Lo presentado en la Figura 8 cobra sentido al indicar que el proceso de definición de amenazas directas pasó por estados de confusión-inercias-discrepancias por parte del equipo regional, para lograr, en definitiva, el resultado obtenido y que se presenta en la Figura 9, siendo el apoyo del Nodo de Biodiversidad relevante en el trabajo interno de definición. Algunos ejemplos de ello fue el

confundir una amenaza directa con un factor contribuyente o el indicar tanto a la amenaza como a sus factores textos poco explicativos y entendibles a primera lectura.

Por lo antes descrito, y mediante un trabajo colaborativo de discusión y análisis entre Nodo de Biodiversidad-Equipo núcleo, las amenazas directas identificadas corresponden a :

1. Cambio climático.
2. Presencia de perros.
3. Caza ilegal de fauna nativa.
4. Extracción ilegal de algas.
5. Contaminación lumínica.
6. Contaminación hídrica (marina) por desechos mineros.
7. Construcción, reposición y conservación de caminos.
8. Perturbación / Alteración antrópica.
9. Vandalismo.

En la Figura 9 se ilustran las amenazas directas, asociadas a los objetos de conservación del PN Pan de Azúcar.

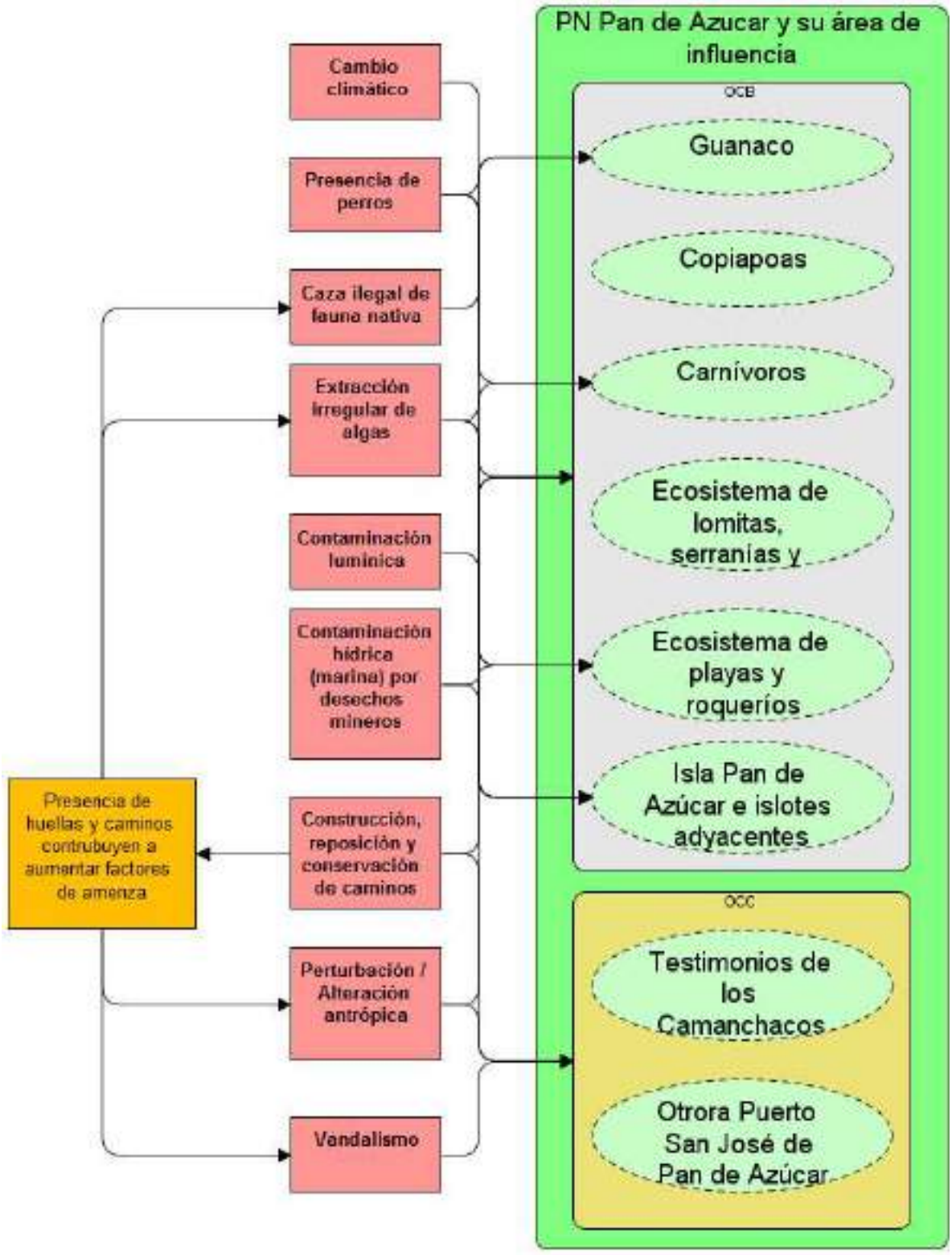


Figura 9. Modelo conceptual que ilustra alcance, objetos de conservación y amenazas directas del PN Pan de Azúcar.

5.2. Descripción general de amenazas y cómo afectan a los objetos de conservación.

1. *Cambio climático*: Esta amenaza afecta a todos los objetos de conservación, considerándose la afectación, en términos generales, sobre la distribución, abundancia y calidad de especies o ecosistemas del parque debido a la variación climática global. Como muestra de ello puede ser el cambio gradual en variables climáticas regionales tales como insolación y temperatura, precipitación, viento y evapotranspiración e índice de humedad, o un aumento en la frecuencia y severidad de eventos climáticos extremos que afecte a la región, por ejemplo el Fenómeno del Niño que tiene una periodicidad variable cada 3 a 7 años, con una duración de 1 año aproximadamente la cual puede extenderse hasta 18 meses (Castro et al., 2010), lo cual ha afectado las poblaciones de Pingüinos de Humboldt, coincidiendo con los censos más bajos de los años 1997 y 2015 y además, concuerda con los eventos aluvionales de gran magnitud que vivió la región de Atacama. Según información del equipo de guardaparques, se observa en terreno una tasa de fotodescomposición de las cactáceas asociadas al Farellón Costero atribuibles a temperatura y radiación. Los factores globales naturales como El Niño-Oscilación del Sur (ENSO) también pueden afectar considerablemente la población de nutria marina (Vianna et al., 2010), debido a los cambios climáticos y oceanográficos más o menos drásticas que causan la mortalidad de varias comunidades marinas de peces y mamíferos (Apaza y Figari 1999, Wang y Fiedler 2006). El cambio climático se asume como una amenaza de carácter potencial y de afectación creciente para la unidad y su área de influencia.

2. *Presencia de perros*: Esta amenaza afecta a los objetos de conservación Guanaco, Carnívoros y Ecosistema de playas y roqueríos. Existe afectación directa provocada por depredación hacia el OdC Guanaco e indirecta, por la probabilidad de que exista transmisión de enfermedades y posible desplazamiento y modificación en la distribución de poblaciones de Guanaco, Carnívoros o especies asociadas al Ecosistema de playas y roqueríos (chungungo y aves costeras). Además de afectar los OdC mencionados, el objeto Ecosistema de lomitas, serranías y aguadas ofrece zonas de alimentación, descanso y refugio para diversas especies de fauna tanto nativa como para el mismo perro, existiendo intersección de uso del espacio, por lo cual, hay mayor probabilidad de transmisión de enfermedades. La presencia de perros con o sin dueño al interior del parque va en franca relación con la tenencia de estos animales por parte de la comunidad inserta y aledaña al parque, al asentamiento ilegal en el sector de Las Collajas, a la existencia de huellas y caminos vehiculares al interior de la unidad y la carretera panamericana fuera de ella, lo cual propicia abandono, tránsito libre de caninos, depósitos de basura y puntos de alimentación para perros (sectores Portezuelo Blanco y Las Bombas).

3. *Caza ilegal de fauna nativa*: Esta amenaza afecta al objeto de conservación Guanaco. Al interior de la unidad se han cometido hechos de captura o caza ilegal de individuos de guanaco con fines comerciales, de consumo u otros. Esta es una práctica que forma parte de las tradiciones regionales, existen hechos recientes en el PN Llanos de Challe, sin embargo, se desconoce la ocurrencia efectiva en el territorio del parque y en el tiempo. Según antecedentes entregados por los guardaparques de la unidad, se registró un caso en sector del Farellón Costero (Lomitas) (2003) y Planta Esmeralda (3 individuos degollados y con sus extremidades) (2001) y otro muy particular, cacería de zorro, ocurrido en la década del 60', aproximadamente. La amenaza tiene relación directa a la existencia de huellas y caminos vehiculares al interior de la unidad. Sector Las Collajas, se encontró restos de rumen (2012), patrullaje con funcionarios del SAG.

4. *Extracción irregular de algas*: Esta amenaza afecta a los objetos de conservación Isla Pan de Azúcar e islotes adyacentes, Ecosistema de playas y roqueríos y Carnívoros. La extracción irregular o excesiva de recursos marinos se relaciona directamente con el asentamiento ilegal ubicado en sector de Las Collajas, a ello se le suma lo que se realiza

en sector El Soldado y Los Colorados, lo cual se atribuye a una necesidad de economía de subsistencia de los locatarios; otro aspecto relevante es el "barreteo" (sacar el alga desde su base), lo que se considera una mala práctica que provocaría gran daño. Con respecto al OdC Isla Pan de Azúcar e islotes adyacentes, particularmente, se han registrado situaciones extractivas relacionadas a momentos de receso económico regional; en cuanto al OdC Carnívoros, la extracción de algas causa afectación directa al hábitat de la especie *Lontra felina*; si bien el OdC Copiapoas no sufre una afectación directa por la amenaza, no podemos dejar de mencionar que si lo afecta indirectamente por la presencia de huellas y caminos, que es un factor que contribuye a la intensificación de la amenaza y efectos de la misma a otros objetos de conservación o especies contenidos en ellas (e.g. guanacos, especies vegetales).

5. *Contaminación lumínica*: Esta amenaza afecta al objeto de conservación Isla Pan de Azúcar e islotes adyacentes. Dicha contaminación se refiere a la luminosidad provocada por el tránsito vehicular cercano o en las playas de la unidad, de turistas y visitantes que acampan en las playas y hacen uso de linternas y focos reflectantes y al faro que se encuentra en la isla, los cuales, causan afectación directa a las especies que habitan en la costa de la unidad y en la Isla Pan de Azúcar, particularmente al yunco (*Pelecanoide garnotii*), ave altamente sensible al encandilamiento provocado por la luz artificial; según antecedentes entregados por guardaparques de la unidad, durante el verano del año 2011 varios individuos se observaron desorientados en las playas del parque nacional. Se incluyen además a esta amenaza, todas aquellas iniciativas futuras que pudiesen desarrollar entidades externas a CONAF.

6. *Contaminación hídrica (marina) por desechos mineros*: Esta amenaza afecta a los objetos de conservación Isla Pan de Azúcar e islotes adyacentes y Ecosistema de playas y roqueríos. Dicha contaminación se refiere a la provocada por residuos tóxicos permanentes de origen industrial minero, vertido de relaves de manera continua por más 80 años, lo cual afecta al parque nacional y a su área de influencia tanto por pasivos ambientales ubicados en las playas de Chañaral como por el flujo de desechos, en ciertas ocasiones en la actualidad, a través del Río Salado, el cual desemboca en sector del mismo nombre aledaño a la unidad. Según el diagnóstico del estado actual de agua y sedimento marino en el parque nacional, y según la toma de muestras realizadas en el litoral costero, solo el punto de muestreo en Bahía de Pan de Azúcar arroja algunos índices altos de ciertos elementos, producto del aluvión del año 2015; los demás puntos en Playa Blanca e Isla Pan de Azúcar, arrojan parámetros normales y bajo norma (CONAF, 2015). Cabe mencionar que en la Quebrada Pan de Azúcar, en sectores medios y altos, fuera del parque, se ubican algunas faenas mineras abandonadas y otras activas correspondientes a la pequeña minería, que en la eventualidad podrían comprometer a la unidad, ya que es una quebrada con curso e influencia directa sobre ésta; dicha quebrada se relaciona al alcance del parque nacional.

7. *Construcción, reposición y conservación de caminos*: Esta amenaza afecta a todos los objetos de conservación de la unidad. Se refiere a toda obra vial asociada directamente a la construcción, reposición y conservación de caminos de uso público que conecte y amplíe la red vial, lo que afectaría durante sus fases de implementación y operación a especies, ecosistemas y recursos culturales del parque nacional, provocando fragmentación del hábitat, atropello de fauna, destrucción directa de flora nativa, entre otros.

8. *Perturbación / Alteración antrópica*: Esta amenaza afecta a todos los objetos de conservación de la unidad. Se refiere a la perturbación directa de la conducta de especies animales provocado por el acercamiento indebido de personas (turistas, investigadores, principalmente) y a la realización de actividades humanas que afectan la conducta de especies animales o degradan componentes del ecosistema. Particularmente en la unidad se refiere a acciones como el acercamiento de botes a la Isla Pan de Azúcar a una

distancia menor a lo establecido por norma y a las malas prácticas de pesca que se desarrolla en la inmediaciones; a la realización de actividades de recreación incompatibles y que afectan las especies, ecosistemas y recursos culturales del área protegida como lo es la alimentación de fauna silvestre (zorros) por parte de los turistas en el Sector del Mirador, afectando su conducta y dieta alimentaria, incluso en años de mayor sequía se han observado individuos de zorros chilla merodeando cerca de la guardería de CONAF, en donde encuentran fuentes de agua artificiales (manguera trasera del casino); al uso de vehículos motorizados o impulsados por fuerza humana en sectores no habilitados para el uso público que activan procesos erosivos debido a la fragilidad del suelo, éstos se manifiestan en canículas, zanjas y cárcavas; y en algunos casos el exceso de turistas o visitantes en sitios de alta sensibilidad como lo que ha ocurrido en trekking guiados, los cuales se concentran en la época estival 8 semanas (1 vez a la semana y con unos 20 participantes), donde por falta de acciones que ayuden a delimitar y señalizar los senderos, las huellas de los visitantes quedan plasmadas en el sustrato hasta la temporada siguiente -al desarrollar la actividad en sustratos frágiles con presencia de cárcavas y canalículos se ha visto aumentada la degradación (percepción de guardaparques)-, esto también ha afectado a las aguadas que no se encuentran delimitadas, por ende, se ve impactada la vegetación azonal por pisoteo, lo cual, a largo plazo, afecta la composición de las especies vegetales. Particularmente para los OCC, la perturbación antrópica se refiere a basuras y desechos humanos que se han encontrado en sitios históricos tales como el ex Puerto y Fundición San José.

9. *Vandalismo*: Esta amenaza afecta a todos los objetos de conservación cultural. Se refiere a la afectación directa sobre los recursos culturales de la unidad debido a la acción negativa consciente por parte de personas, visitantes o turista al interior del parque nacional, los que provocan saqueo de objetos culturales (huaqueos: tumbas, conchales, material lítico), destrucción de infraestructura (pircas y corrales de tiempos de la Fundición) y daño parcial de recursos culturales por rayados a la ex Fundición de cobre.

Referencias.

Apaza, M., & Figari, A. (1999). Mortandad de aves marinas durante “El Niño 1997-98” en el litoral sur de San Juan de Marcona, Ica-Perú. Revista Peruana de Biología, 6(3), 110-117.

Castro, A., Marquardt, C. & Zuñiga, A. (2010). Peligros naturales en geositios de interés patrimonial en la costa sur de Atacama. Revista de Geografía Norte Grande. 45: 21-39.

CONAF (2015). Diagnóstico del estado actual del agua y sedimento marino en el Parque Nacional Pan de azúcar. Documento elaborado por Algoritmos. Santiago de Chile.

Valqui, J. (2012). Population Genetics and Conservation of the Marine Otter (Lontra felina) at the Peruvian Coast (Doctoral dissertation, Christian-Albrechts Univertität Kiel).

Wang, C., & Fiedler, P.C. (2006). ENSO variability and the Eastern tropical Pacific: a review. Progress in Oceanography, 69(2), 239-266.

Definidas y descritas las amenazas directas que afectan a los objetos de conservación del parque nacional, se procedió a realizar la calificación de amenazas haciendo uso del software MIRADI, en donde la combinación de alcance, gravedad y tiempo de recuperación, permitirá generar una priorización de amenazas a escala de objeto de conservación. La Tabla 6 muestra los resultados de la priorización de amenazas entregada por el software según las reglas de decisión utilizadas por el equipo regional.

Folio013164

Tabla 6. Calificación de amenazas según objeto de conservación del PN Pan de Azúcar.

Amenazas \ Objetos	Ecosistema de lomitas, serranías y aguadas	Guanaco	Ecosistema de playas y roqueríos	Isla Pan de Azúcar e islotes adyacentes	Testimonios de los Camanchacos	Copiapoas	Otrora Puerto San José de Pan de Azúcar	Carnívoros	**Calificación de amenazas**
Cambio climático	Alto	Bajo	Alto	Muy alto		Alto		Alto	Muy alto
Construcción, reposición y conservación de caminos	Medio	Alto	Alto	Bajo	Muy alto	Alto	Alto	Medio	Muy alto
Vandalismo					Muy alto		Muy alto		Muy alto
Contaminación hídrica (marina) por desechos mineros			Medio	Muy alto					Alto
Extracción irregular de algas			Alto	Bajo				Muy alto	Alto
Perturbación / Alteración antrópica	Medio	Bajo	Medio	Muy alto	Bajo	Medio	Bajo	Medio	Alto
Presencia de perros		Alto	Bajo					Muy alto	Alto
Contaminación lumínica				Alto					Medio
Caza ilegal de fauna nativa		Bajo							Bajo
Calificación del Objeto:	Medio	Alto	Alto	Muy alto	Muy alto	Alto	Alto	Muy alto	Muy alto

Folio013165

Descripción de criterios utilizados para desarrollar la calificación.

Tabla 7. Criterios utilizados por equipo regional para calificar amenazas por cada objeto de conservación.

Amenazas \ Objetos	Ecosistema de lomitas, serranías y aguadas	Guanaco	Ecosistema de playas y roqueríos	Isla Pan de Azúcar e islotes adyacentes	Testimonios de los Camanchacos	Copiapoas	Otrora Puerto San José de Pan de Azúcar	Carnívoros
Cambio climático	Alto Al ser considerada como una amenaza constante en el tiempo, se le asigna una alta valoración a alcance y gravedad y muy alta valoración a T.rec. En el análisis se integró las especies de FF contenidas allí. La calificación fue en base a consenso y experiencia del grupo regional.	Bajo Alcance: población deprimida, disminución de alimento. Especie considerada rústica, alta adaptabilidad. Gravedad: percepción generalizada. T.rec: por la baja población y por características de la especie, ésta demorará en recuperarse. La calificación fue en base a consenso y experiencia del grupo regional.	Alto Ecosistema muy frágil por efectos en cambios de temperatura en la zona marina. Al considerar a las aves costeras, ellas se podrían recuperar de mejor manera, según percepción. La calificación fue en base a consenso y experiencia del grupo regional.	Muy alto Alcance: por ser una isla, por sí sola es altamente frágil. Gravedad y T.rec.: igual criterio. La calificación fue en base a consenso y experiencia del grupo regional.		Alto Se sigue la lógica del OdC Ec. de lomitas, serranías y aguadas. La calificación fue en base a consenso y experiencia del grupo regional.		Alto Zorros se verían afectados con cambio climático por la aparición de nuevas amenazas, al no contar con alimento o hábitat debilitado, tal vez cacería. Si no hay comida, los individuos se movilizan a lugares con presencia humana. Chungungo: sensibilidad al cambio de temperaturas, ligado a alimento. Son especies tolerantes y adaptables, pero la obligación de movimiento hará que se enfrenten a otras amenazas. T.rec: lógica de Ec. playas y roqueríos. La calificación fue en base a consenso y experiencia del grupo regional.

Folio013166

Amenazas \ Objetos	Ecosistema de lomitas, serranías y aguadas	Guanaco	Ecosistema de playas y roqueríos	Isla Pan de Azúcar e islotes adyacentes	Testimonios de los Camanchacos	Copiapoas	Otrora Puerto San José de Pan de Azúcar	Carnívoros
Caza ilegal de fauna nativa		Bajo Alcance: a través de indicios (focos de cacería, casquillos) se hace el análisis. Faltan antecedentes, no existe registro establecido en los años anteriores. Solo un dato duro de cacería en el historial. Gravedad: por precaución, medio. T.rec: se sigue la lógica de amenaza presencia de perros.						
Construcción, reposición y conservación de caminos	Medio Dada la geografía del ecosistema, se incrementaría la afectación de otras amenazas. La calificación fue en base a consenso y experiencia del equipo regional.	Alto Se considera en el análisis el aumento de otras amenazas: ingreso perros, más personas, fragmentación de hábitat, entre otros. Consenso y estimación del equipo regional.	Alto Alcance: en la eventualidad de que la carretera pase por este ecosistema. Gravedad: incremento de otras amenazas. Consenso y estimación del equipo regional.	Bajo Alcance: se analiza el bajo porcentaje de la isla que se vería afectado. Gravedad: pensando en la iluminación y la especie yunco. Consenso y estimación del equipo regional.	Muy alto Alcance: se analiza según la eventualidad de rutas a construir; otro aspecto, es porque se pierde todo si llega a suceder, destrucción absoluta. Consenso y estimación del equipo regional.	Alto Se trata la calificación de forma precautoria, en base a consenso y experiencia del equipo regional.	Alto Se trata la calificación de forma precautoria, en base a consenso y experiencia del equipo regional.	Medio La amenaza traerá con ella a otras amenazas. Se trata la calificación de forma precautoria, en base a consenso y experiencia del equipo regional.
Contaminación hídrica (marina) por desechos mineros			Medio Se estima desde Pórtico a bahía Pan de Azúcar. No se quiere suponer que pasa hacia más al sur la	Muy alto Alcance: no es menor esta contaminación, pero hay cierto desconocimiento en relación afectación/tiempo,				

Folio013167

Amenazas \ Objetos	Ecosistema de lomitas, serranías y aguadas	Guanaco	Ecosistema de playas y roqueríos	Isla Pan de Azúcar e islotes adyacentes	Testimonios de los Camanchacos	Copiapoas	Otrora Puerto San José de Pan de Azúcar	Carnívoros
			amenaza. Gravedad: Considerando sobre todo la bioacumulación (50 años a lo menos), pero por el alcance, se estima medio. T.rec: por la experiencia, observación de moluscos verdes. Consenso y estimación del equipo regional.	sobre todo al incluir el desplazamiento de esa contaminación. Gravedad: de forma precautoria por la bioacumulación y la biomagnificación. La calificación fue en base a consenso y experiencia del equipo regional.				
Contaminación lumínica				Alto Alcance: análisis con yunco. 50% de la isla se vería afectada por la amenaza, donde justamente está el yunco. La calificación fue en base a consenso y experiencia del equipo regional.				
Extracción irregular de algas			Alto Alcance: se incluye casi todo el borde costero del parque. Factor determinante es el bosque de algas: de ahí parte el análisis como ecosistema. Gravedad: medio, hay que verificar	Bajo Alcance: el grupo estima que existe una baja extracción, considerando la osadía de los pescadores. Se asume medida precautoria. Gravedad: bajo la suposición de lo dicho anteriormente.				Muy alto Gravedad: se considera muy alto, ya que en toda la zona de roqueríos hay extracción o se ha extraído algas; el enfoque es sobre el chungungo, independiente a que el objeto

Folio013168

Amenazas \ Objetos	Ecosistema de lomitas, serranías y aguadas	Guanaco	Ecosistema de playas y roqueríos	Isla Pan de Azúcar e islotes adyacentes	Testimonios de los Camanchacos	Copiapoas	Otrora Puerto San José de Pan de Azúcar	Carnívoros
			ciclo de vida de algas.					contenga a tres carnívoros. Se marca esa diferencia, por eso es muy grave.
Perturbación / Alteración antrópica	Medio Alcance: análisis sobre aguadas y cactáceas, compactación de suelo. T.rec: se tiene evidencia de lo lento en recuperarse ciertos sectores que han sido afectados por pisoteo, utilizando el dato para extrapolar. La calificación fue en base a consenso y experiencia del equipo regional.	Bajo Alcance: análisis según los sectores donde hay mayor uso de hábitat, tiene alta relación con recorridos de visitantes y accesos. Gravedad: siempre por desplazamiento; de forma precautoria se determina medio, en una mirada hacia el futuro. T.rec: pensando solo en el correteo. La calificación fue en base a consenso y experiencia del equipo regional.	Medio Análisis según pesca, uso playa, turistas, huireros. Más perturbación en temporada alta. La calificación fue en base a consenso y experiencia del equipo regional.	Muy alto Gravedad: hay evidencias de yunqueras destruidas por investigadores o visitantes ilegales, se suma a ello, los boteros en actividades turísticas, provocando mucha perturbación a pingüinos; boteros dan comida a chungungos (en Isla Chañaral), malas prácticas de pesca (uso de explosivos). T.rec: análisis basado en yunco, de forma precautoria se deja como alto. La calificación fue en base a consenso y experiencia del equipo regional.	Bajo Análisis basado en el Plan de Desarrollo Turístico. Perturbación asociada a basuras, orines, heces humanas. La calificación fue en base a consenso y experiencia del equipo regional.	Medio Se sigue la lógica del OdC Ec. de lomitas, serranías y aguadas. La calificación fue en base a consenso y experiencia del grupo regional.	Bajo Se sigue la lógica del OdC Testimonios de los Camanchacos. Consenso y percepción del equipo regional.	Medio Análisis sobre el caso de alimentación a zorros. Se incluye: malas prácticas de boteros y visitantes. La calificación fue en base a consenso y experiencia del equipo regional.
Presencia de perros		Alto Gravedad: se analiza tanto como daño directo (caza), afectación al hábitat y perturbación a la especie. En el año 2016 se han detectado 3 guanacos muertos por ataque de	Bajo Alcance: perros provienen de las Collajas, CPA, las Bombas, otros . Gravedad: en base a filtros finos aves costeras a lo largo de la costa, lobos, chungungo, se estima la					Muy alto Todo el análisis se realizó suponiendo transmisión de enfermedades. Consenso y estimación del equipo regional.

Folio013169

Amenazas \ Objetos	Ecosistema de lomitas, serranías y aguadas	Guanaco	Ecosistema de playas y roqueríos	Isla Pan de Azúcar e islotes adyacentes	Testimonios de los Camanchacos	Copiapoas	Otrora Puerto San José de Pan de Azúcar	Carnívoros
		perros, por tanto, el equipo regional estima una alta gravedad. Se han mejorado la toma de datos respecto de las denuncias.	valoración.					
Vandalismo					Muy alto Todo el análisis se realizó en base a la pérdida irreversible de los recursos culturales. Consenso y estimación del equipo regional.		Muy alto Todo el análisis se realizó en base a la pérdida irreversible de los recursos culturales. Consenso y estimación del equipo regional.	

Folio013170

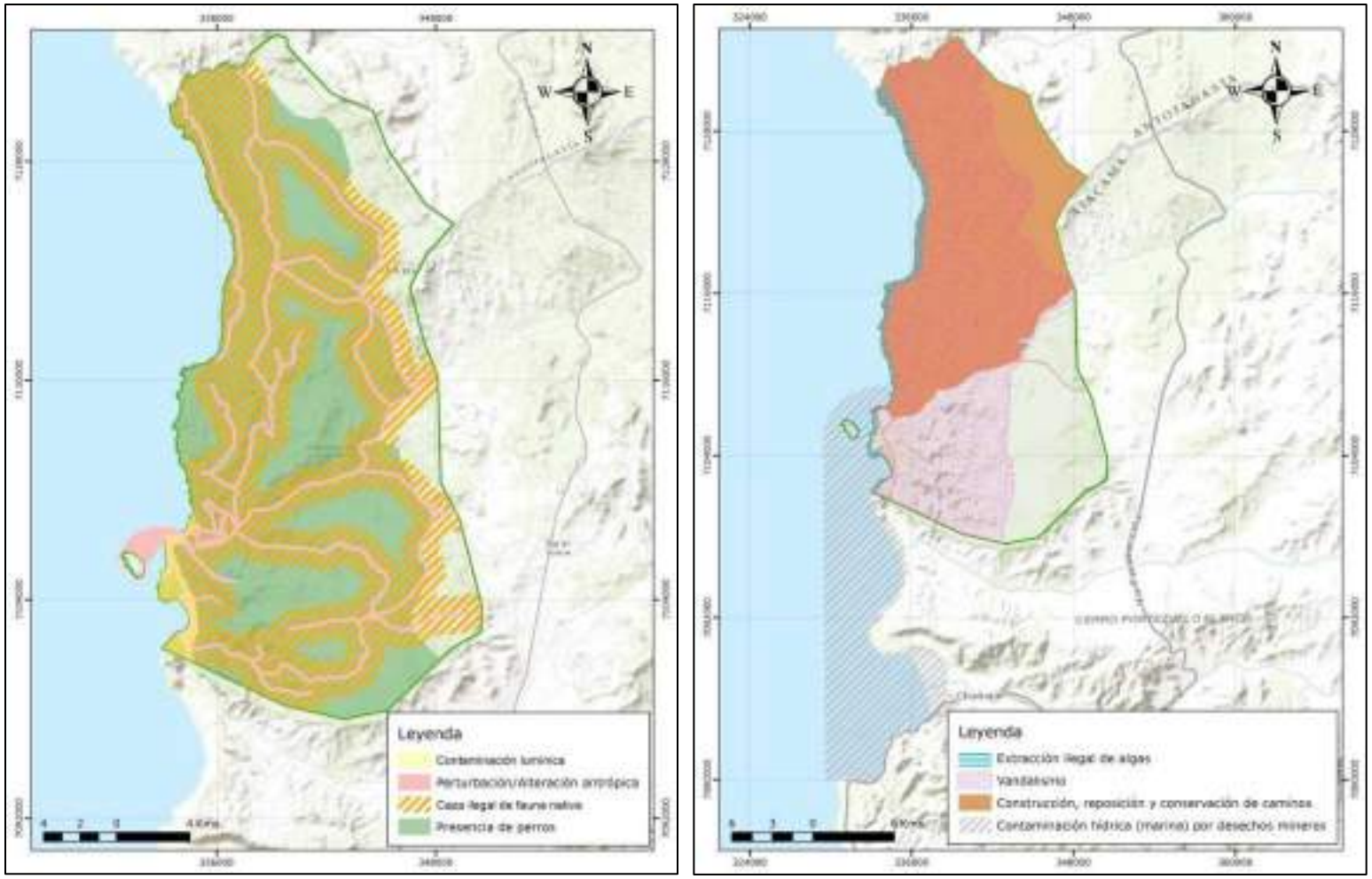


Figura 10. Mapas de distribución general de las Amenazas directas del PN Pan de Azúcar.

Folio013171

Fase 6: Análisis de situación.

6.1 Descripción del proceso y criterios utilizados en la selección de objetos de bienestar humano.

Para la identificación de Objetos de Bienestar Humano, el equipo regional se basa en las necesidades humanas y satisfactores definidos por Max Neef *et al.*, 1998. De esta forma, en análisis de la propuesta de Max Neef y de las relaciones entre los objetos de conservación y los servicios ecosistémicos que proveen éstos, el equipo regional determina que el parque nacional aportaría en la satisfacción de las siguientes necesidades humanas:

Subsistencia:
- Provisión de productos marinos para alimentación.
- Generación de empleo (tour operadores, concesiones, funcionarios, entre otros).

Afecto:
- El parque es un espacio que propicia la generación de emociones y sentimientos (respeto, solidaridad, entre otros).

Entendimiento:
- El parque nos permite realizar actividades relacionadas con investigación, educación e interpretación enfocada a distintos actores claves (academias, agrupaciones, comunidad local, etc.).

Participación:
- El parque nos entrega los espacios para interactuar en instancias de reflexión, dialogo y cooperación, de forma individual y grupal. Además de incentivar la buena salud mental y física de las personas.

Ocio:
- Playa y sol, se traduce en relajo, despreocupación, tranquilidad y el parque te entrega el espacio para jugar, recrearte y compartir.
- Su Paisaje te conmueve y sorprende por sus contrastes en colores y formas. El desierto sorprende.
- Propicia la ejecución de actividades como cine de naturaleza, caminatas guiadas, experiencias significativas, representaciones actorales (vivac), entre otros.

Creatividad:
- El parque es un espacio que propicia la capacidad inventiva, la imaginación e interpretación del entorno.

Identidad:
- El parque propicia un sentido de pertenencia de parte de la comunidad y de los mismos Guardaparques. Por el hecho de haber sido Puerto, este lugar destaca por su valor patrimonial y cultural existente, que hace que su gente se diferencie de otras caletas o sectores.

Libertad:
- El parque es un espacio que genera sensación de libertad por la vastedad de su territorio, sus amplias playas, sus extensos sectores con cactáceas; que no ata y libera el espíritu, favoreciendo la meditación y el autoconocimiento.

Folio013172

Este trabajo de definición se realizó particularmente con los Guardaparques de la unidad, según la percepción de ellos en cuanto a cómo la unidad genera o propicia satisfactores, pensando particularmente en la comunidad inserta y visitantes que llegan al parque nacional. No participaron actores territoriales en dicha definición.

Cabe señalar que para cada necesidad humana no se exploran las relaciones con cada objeto de conservación, sino que se analiza en términos generales, considerando a todos los objetos de conservación a la vez, viendo al parque como un todo. En esta exploración, afloran elementos del patrimonio cultural intangibles identificados en la etapa de definición de OCC, de lo cual se desprenden los usos tradicionales: pesca artesanal y mariscadores de la zona. Estos elementos culturales intangibles se contemplan en la necesidad de Subsistencia.

6.2 Estado Situacional del ASP.

El desarrollo de modelos conceptuales es fundamental para llevar a cabo el Análisis de Situación. Los modelos conceptuales se construirán desde la información compilada durante las distintas fases desarrolladas, incorporando así componentes de la definición de zona de influencia del área protegida, mapeo de actores, objetos de conservación biológica y culturales, sus amenazas directas, así como los objetos de bienestar humano (Sepúlveda et al., 2015).

La Figura 11 muestra el modelo conceptual elaborado por el equipo regional, indicando los distintos componentes de éste: objetos de conservación biológica y culturales, a la izquierda de estos se identifican las amenazas directas y sus factores contribuyentes; a la derecha de los objetos de conservación se enseñan los objetos de bienestar humano y su vínculo a través de los servicios ecosistémicos con aquellos objetos de conservación que proveen tal interés a la comunidad, incluyendo además las potenciales amenazas que pondrían en riesgo la provisión de dicho bienestar.

Folio013173

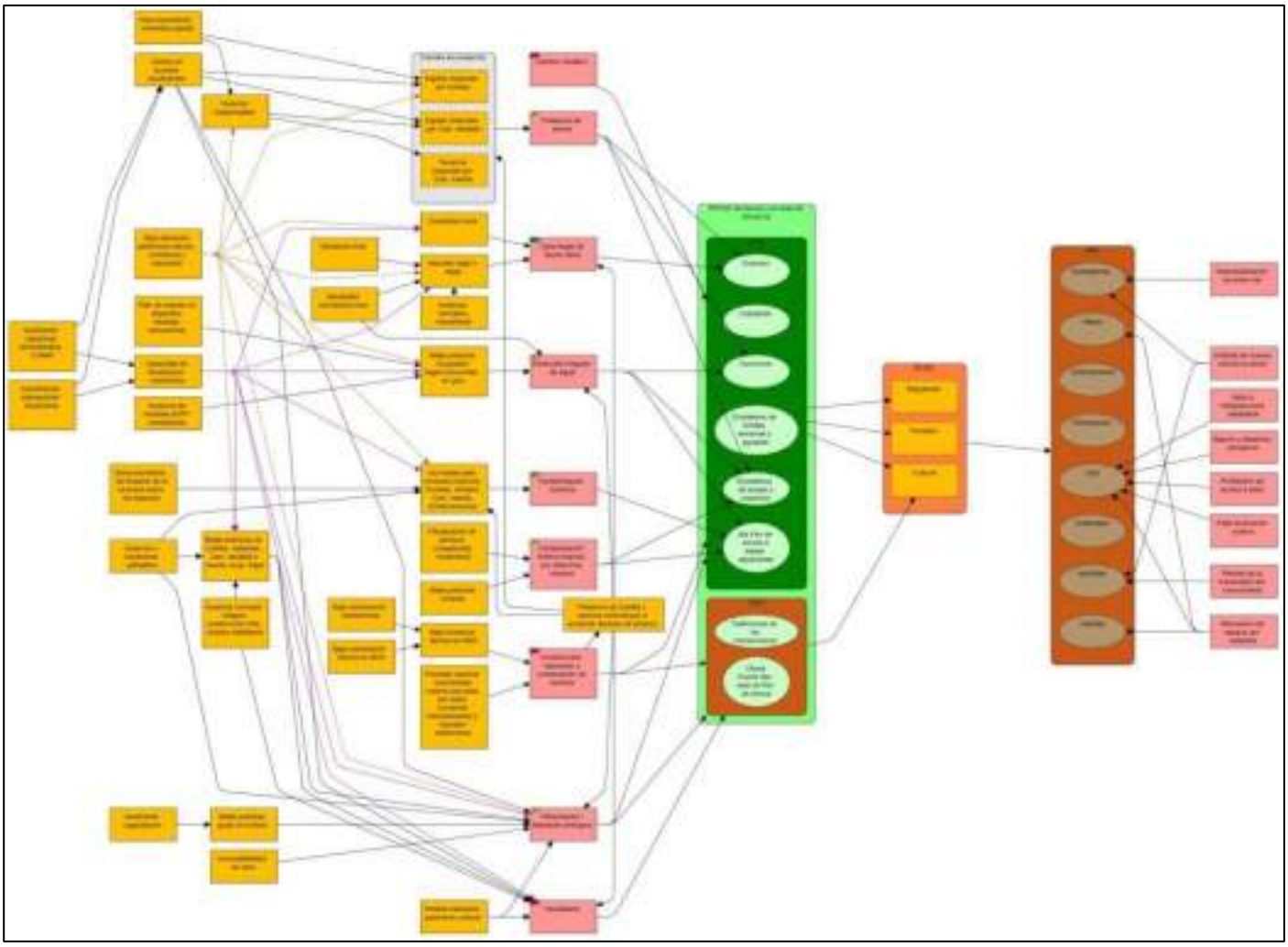


Figura 11. Modelo conceptual del PN Pan de Azúcar.

Es de importancia señalar que la construcción del modelo conceptual fue un proceso de carácter dinámico, persistente y de mucha retroalimentación con el Nodo de Biodiversidad. Los factores contribuyentes se identificaron analizando las amenazas de forma individual, realizando vínculos entre éstos y los objetos de bienestar humano.

En las siguientes figuras (Figuras 12 a 20), se observan los modelos conceptuales para cada amenaza del PN Pan de Azúcar.

Folio013174

Amenaza "Cambio climático".

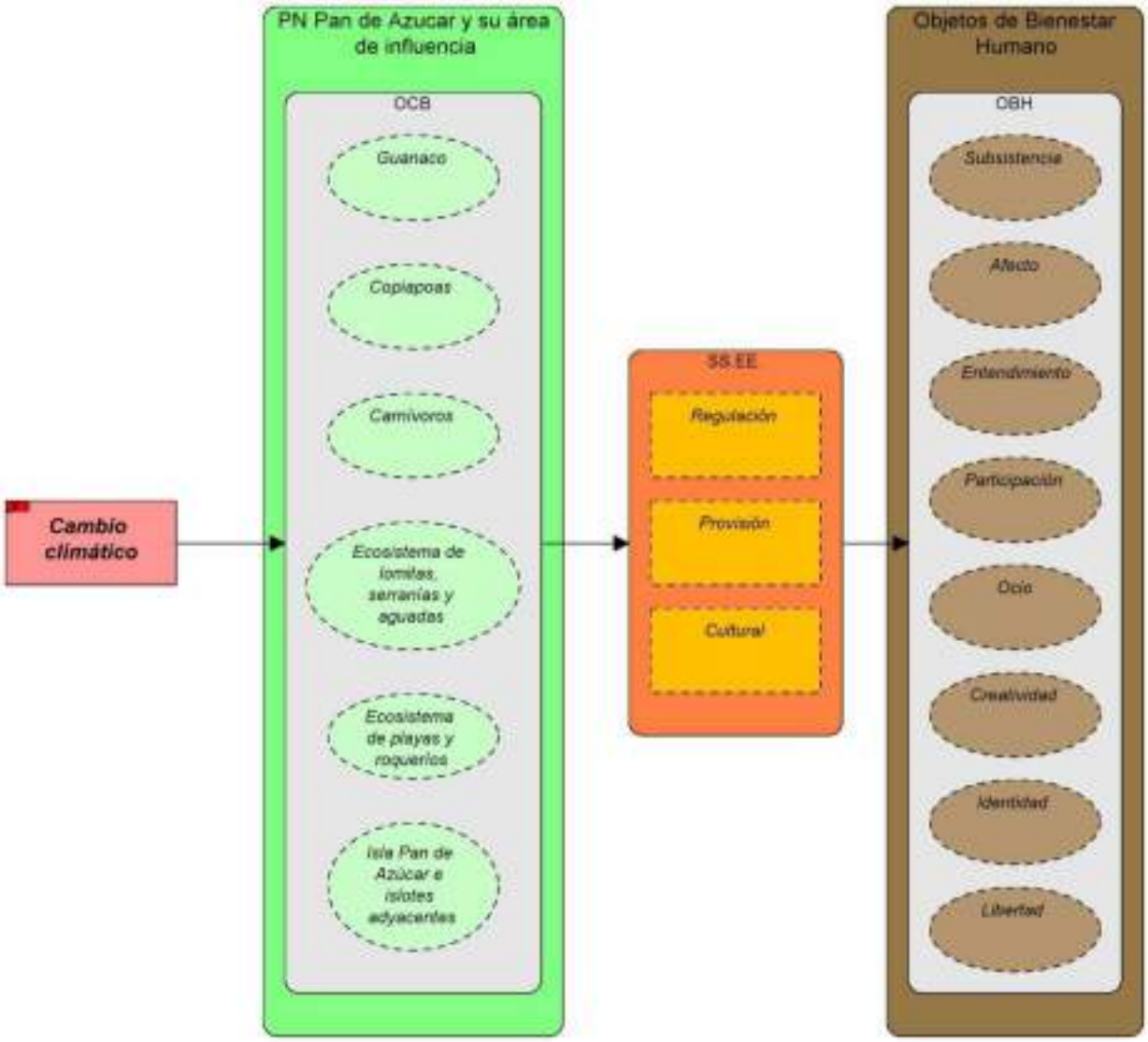


Figura 12. Estado situacional de la amenaza "Cambio climático" en el PNPA.

Folio013175

Amenaza "Construcción, reposición y conservación de caminos".

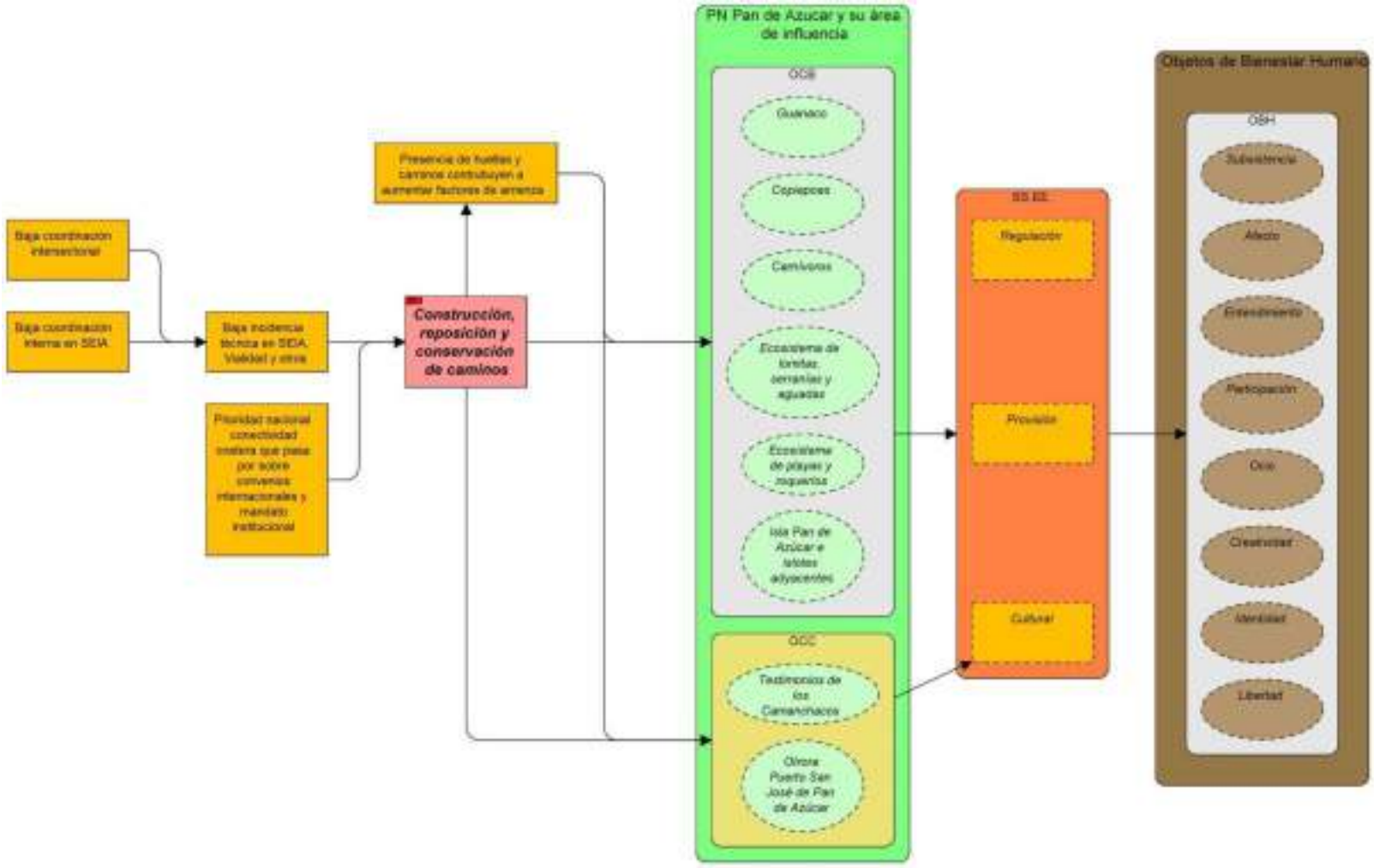


Figura 13. Estado situacional de la amenaza "Construcción, reposición y conservación de caminos" en el PNPA.

Folio013176

Amenaza "Vandalismo".

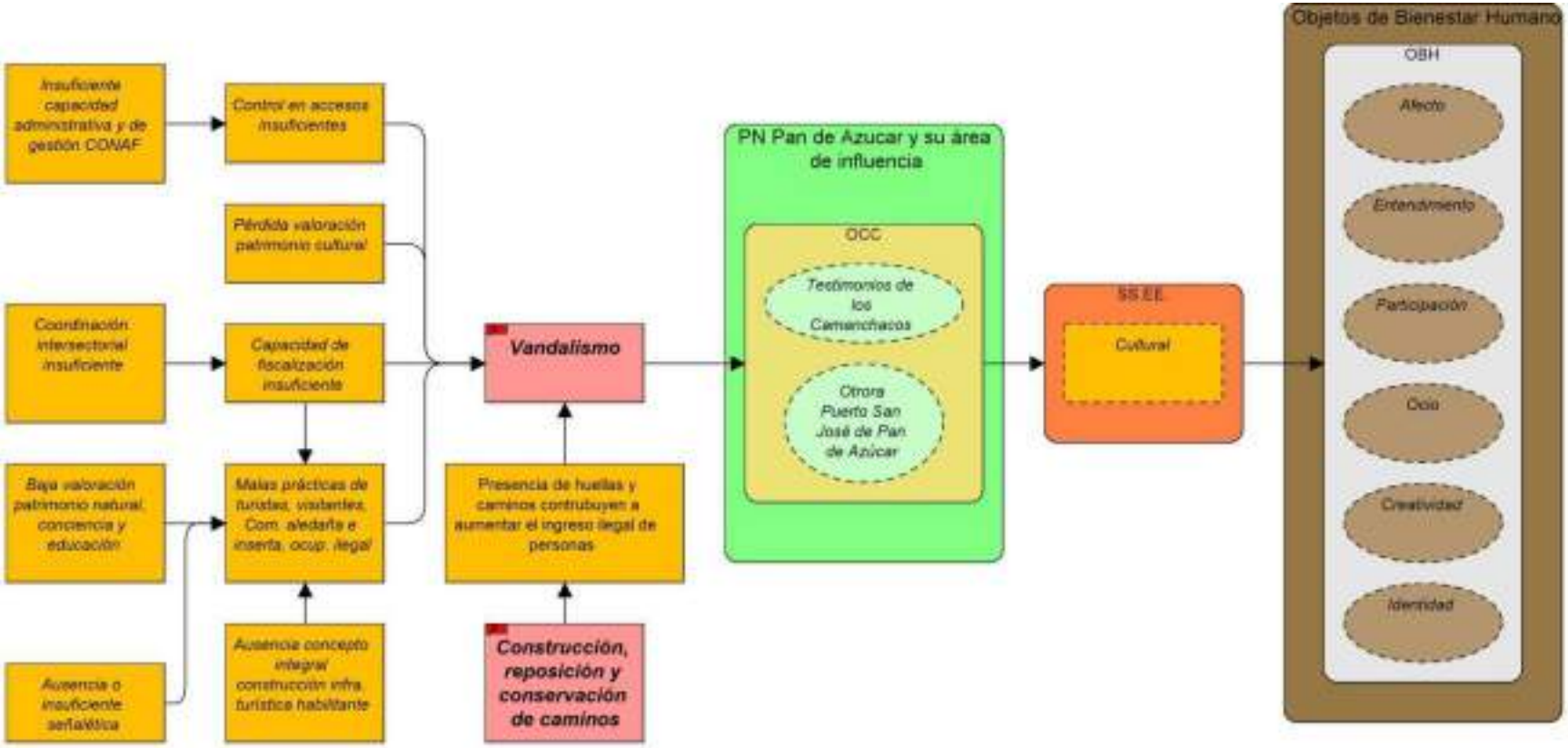


Figura 14. Estado situacional de la amenaza "Vandalismo" en el PNPA.

Folio013177

Amenaza "Contaminación hídrica (marina) por desechos mineros".

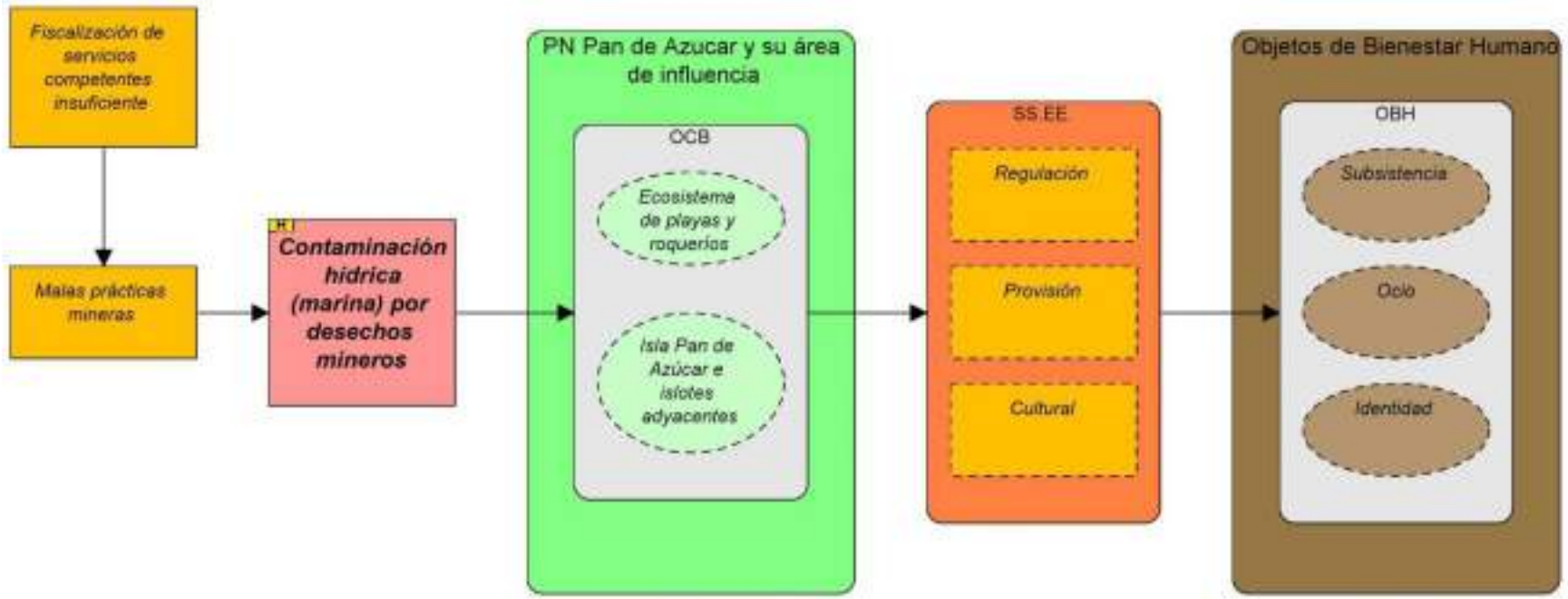


Figura 15. Estado situacional de la amenaza "Contaminación hídrica (marina) por desechos mineros" en el PNPA.

Folio013178

Amenaza "Extracción irregular de algas".

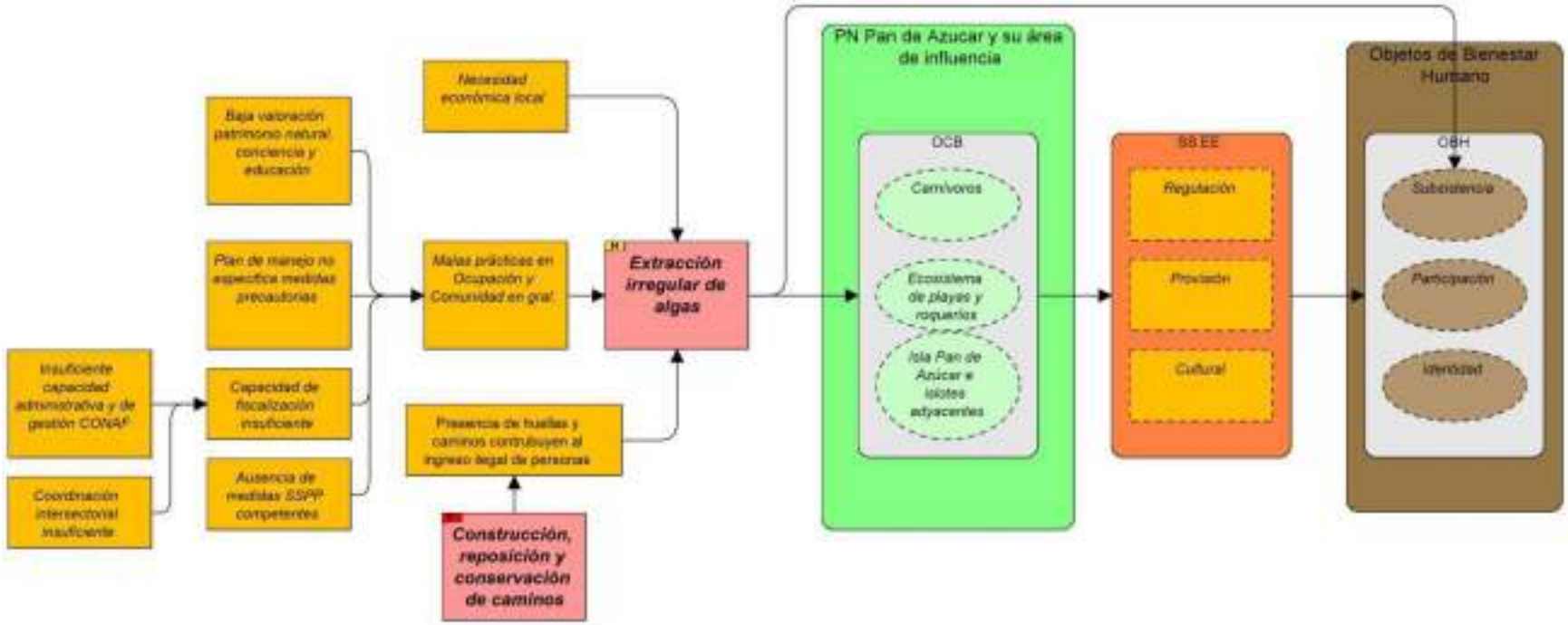


Figura 16. Estado situacional de la amenaza "Extracción irregular de algas" en el PNPA.

Folio013179

Amenaza "Perturbación / Alteración antrópica".

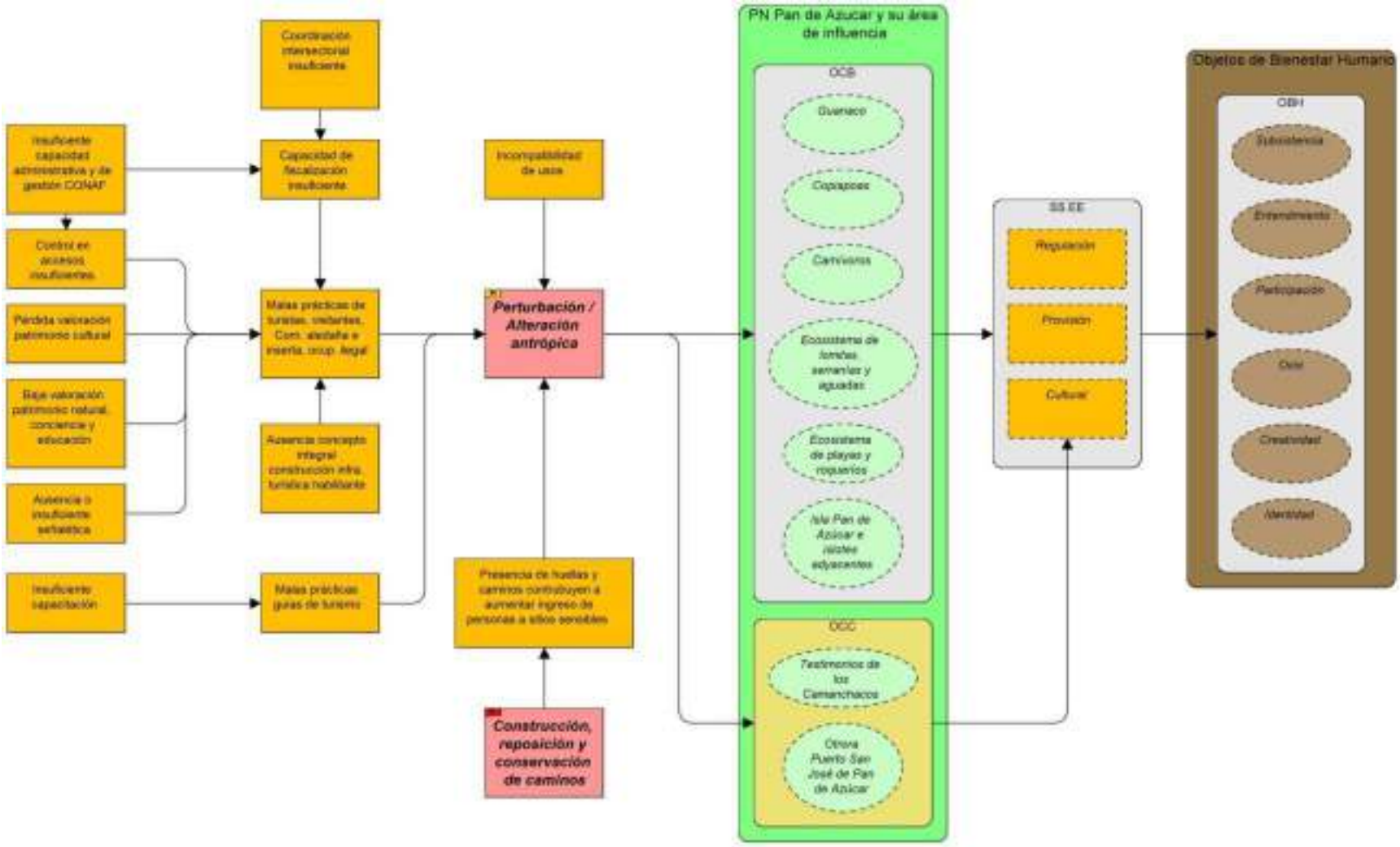


Figura 17. Estado situacional de la amenaza "Perturbación / Alteración antrópica" en el PNPA.

Folio013180

Amenaza "Presencia de perros".

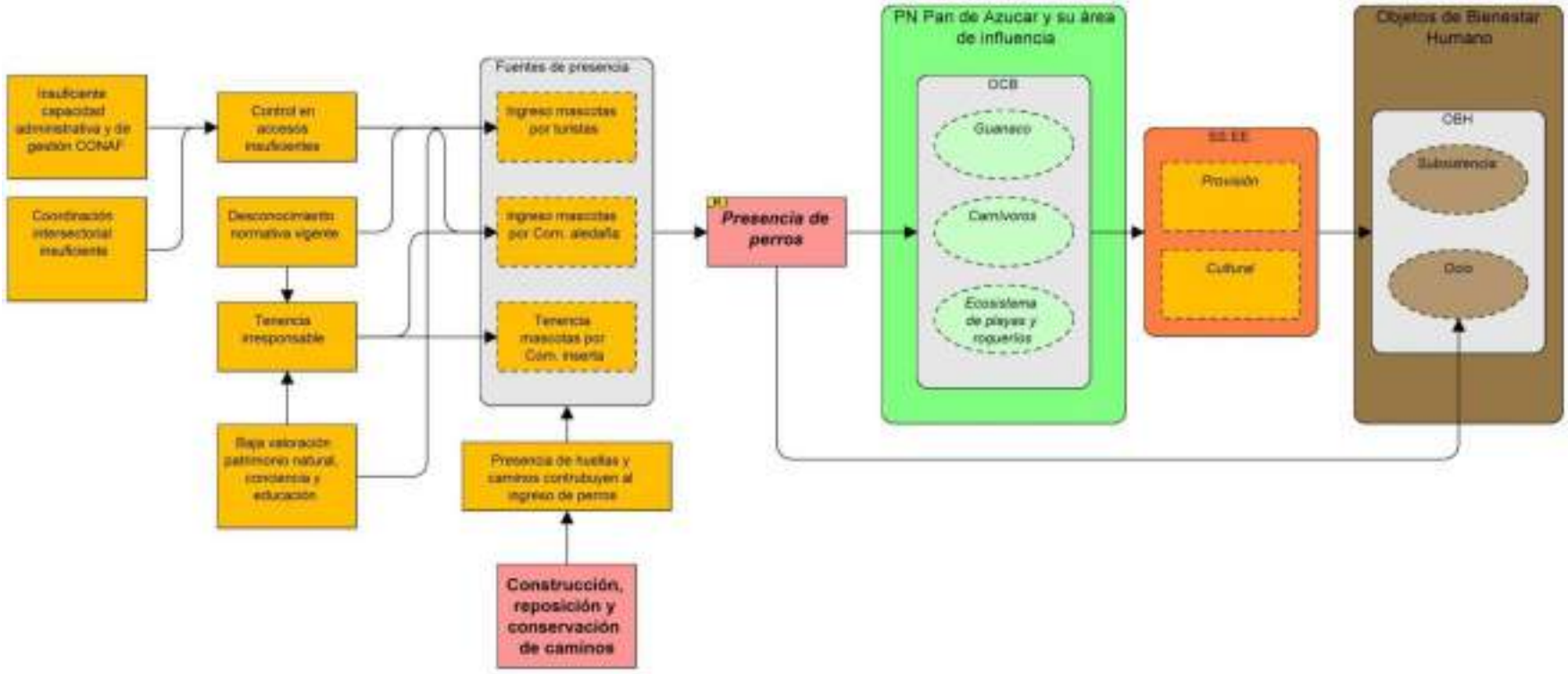


Figura 18. Estado situacional de la amenaza "Presencia de perros" en el PNPA.

Folio013181

Amenaza "Contaminación lumínica".

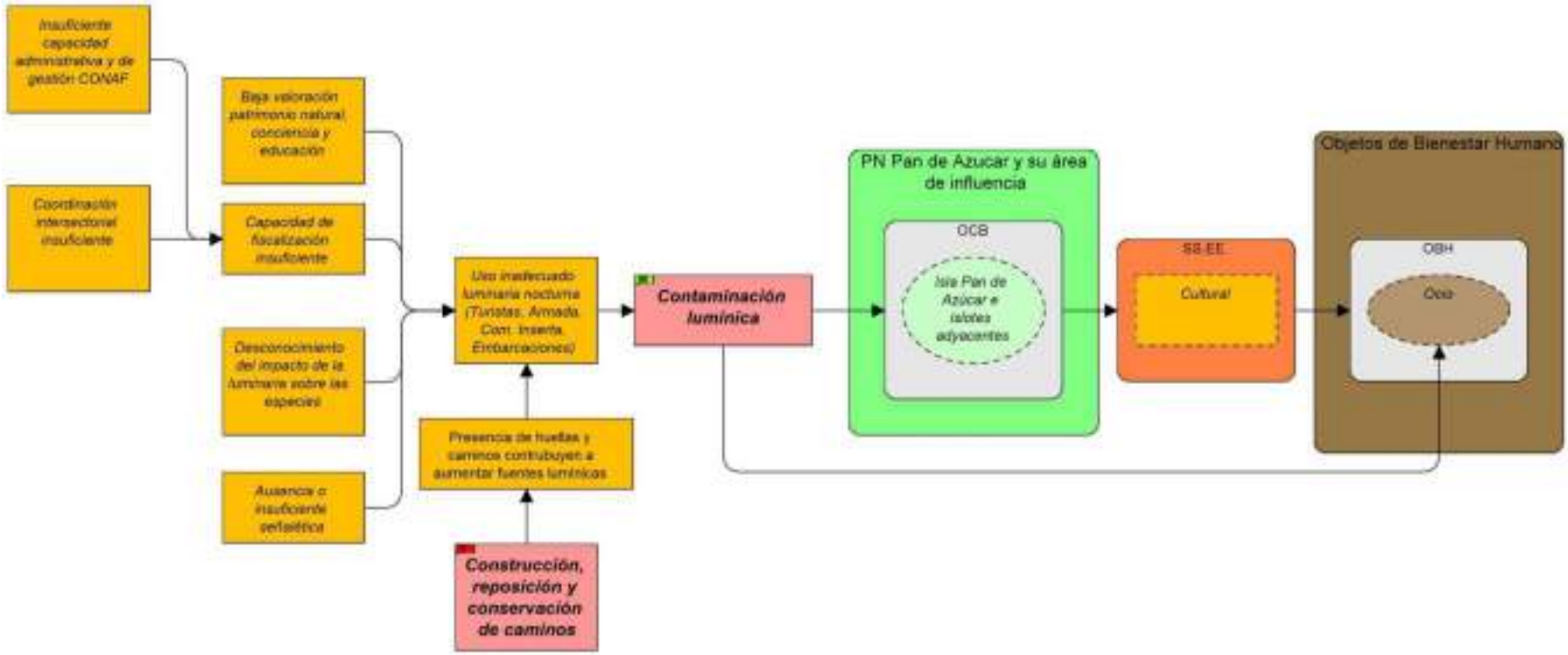


Figura 19. Estado situacional de la amenaza "Contaminación lumínica" en el PNPA.

Folio013182

Amenaza "Caza ilegal de fauna nativa".

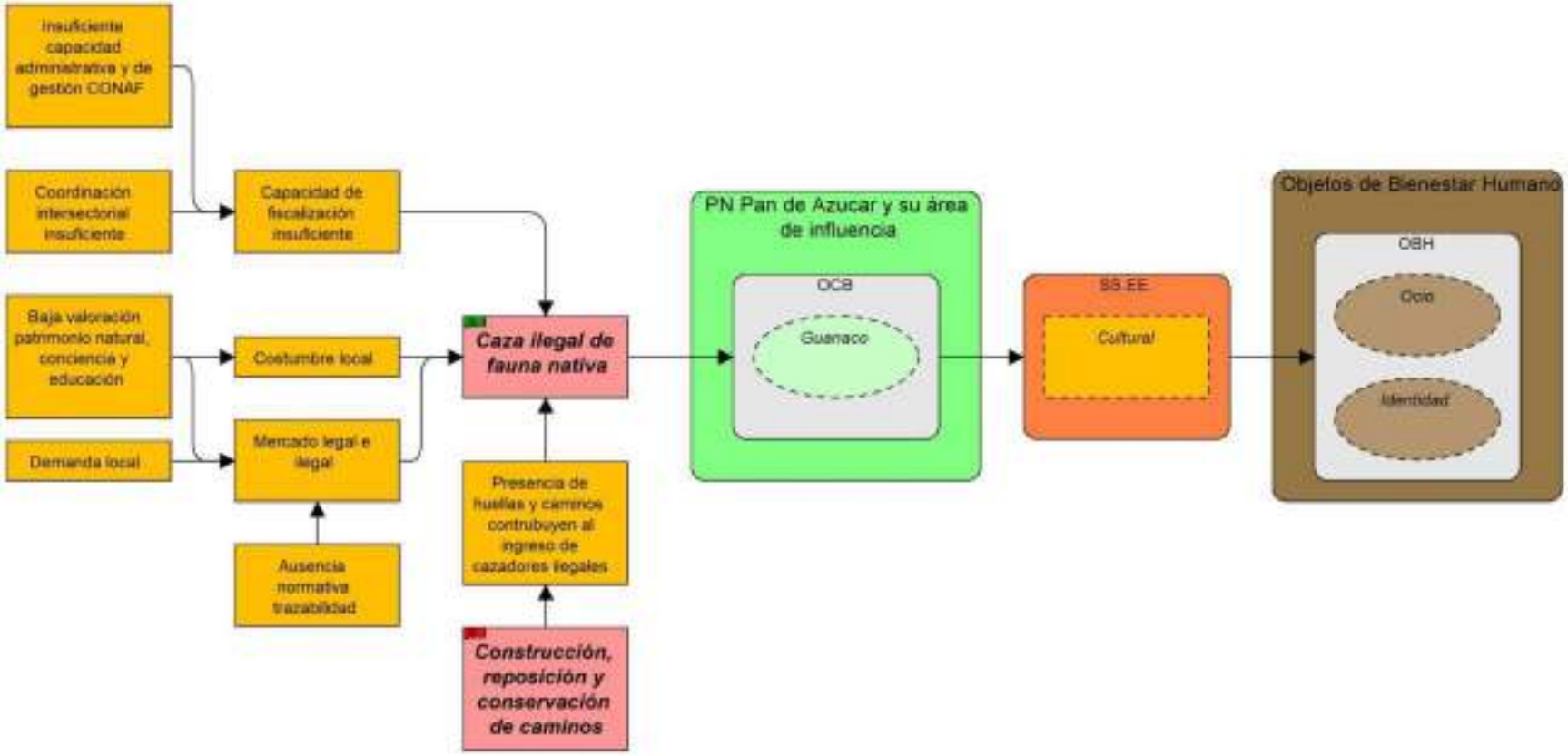


Figura 20. Estado situacional de la amenaza "Caza ilegal de fauna nativa" en el PNPA.

ETAPA 2: PLANIFICAR.

Fase 8: Desarrollo de objetivos, estrategias, cadenas de resultados, metas y actividades.

8.1 Objetivos del ASP.

El Parque Nacional Pan de Azúcar posee el siguiente objetivo general:

1) Conservar la diversidad biológica y cultural del ASP mediante la reducción de amenazas, la restauración y/o recuperación de los objetos de conservación y el aumento de la protección efectiva, manteniendo y/o aumentando el bienestar de las comunidades locales y los visitantes mediante la gestión participativa del ASP.

Para esto, se identificaron los siguientes objetivos de manejo, los cuales están asociados a los objetos de conservación (Tablas 8 y 9).

Tabla 8. Listado de objetos de conservación biológicos con sus respectivos objetivos.

Objeto de Conservación Biológica	Objetivos
Guanaco	Al año 2021 se registrará al menos 70 individuos de guanaco al interior del parque nacional.
	Al año 2021 la abundancia relativa de guanacos al interior del parque nacional se mantiene igual o mayor a la registrada el año 2018.
	Al año 2021 el porcentaje de sitios ocupados por guanacos al interior del parque nacional se mantiene igual o mayor a lo registrado el año 2018.
Copiapoas	Para el año 2027 la riqueza de especies de Copiapoas del parque nacional será igual a lo registrado el año 2019.
	Para el año 2027 la abundancia relativa de Copiapoas del parque nacional será igual a lo registrado el año 2019.
Carnívoros	Para el año 2021 la abundancia relativa de carnívoros terrestres al interior del parque nacional será igual o mayor a la registrada el año 2018.
	Para el año 2021 el porcentaje de ocupación de sitio por carnívoros terrestres al interior del parque nacional será igual o mayor a lo registrado en el 2018.
	Para el año 2023 la abundancia relativa de chungungo al interior del parque nacional será igual o mayor a lo registrado en la línea base.
Ecosistema de lomitas, serranías y aguadas	Para el año 2021 la riqueza de especies de flora en aguadas dentro del ecosistema de lomitas, serranías y aguadas será igual a lo registrado en el 2017.
	Al año 2021 el porcentaje de sitios ocupados por carnívoros terrestres en el ecosistema de lomitas, serranías y aguadas en el ecosistema se mantiene igual o mayor a lo registrado en 2018.
	Al año 2021 el porcentaje de sitios ocupados por guanacos en el ecosistema de lomitas, serranías y aguadas se mantiene igual o mayor a lo registrado en 2018.
	Al año 2024 el porcentaje de raíces expuestas y presencia de canalículos en el Farellón costero es igual o menor a lo registrado en 2020.
Ecosistema de playas y roqueríos	Para el año 2021 la riqueza de aves costeras en el ecosistema de playas y roqueríos será de al menos de 19 especies.
	Para el año 2021 la abundancia de Pilpilén al interior del ecosistema de playas y roqueríos será igual o mayor a la registrada el año 2017.
	Para el año 2021 la abundancia de Piqueros al interior del ecosistema de playas y roqueríos será de al menos 1000 individuos.
	Para el año 2021 la abundancia de Playeros al interior del ecosistema

	de playas y roqueríos será mayor a 300 individuos.
	Para el año 2023 el porcentaje de ocupación del chungungo al interior del ecosistema de playas y roqueríos será igual o mayor a la registrada en la línea base.
Isla Pan de Azúcar e islotes adyacentes	Al año 2021 se registrará al menos 2000 individuos de pingüino de humboldt al interior de la Isla Pan de Azúcar e Islotes adyacentes.
	Al año 2021 el número y superficie de yunqueras activas será mayor o igual a 13 yunqueras y 2,9 há al interior de la Isla Pan de Azúcar e Islotes adyacentes.
	Para el año 2023 la abundancia relativa del chungungo al interior de la Isla Pan de Azúcar e Islotes adyacentes será igual o mayor a la registrada el año 2019.
	Para el año 2021 la abundancia relativa del lobo de un pelo al interior de la Isla Pan de Azúcar e Islotes adyacentes será igual o mayor a 100 individuos.
	Para el año 2021 la riqueza de aves costeras insulares en la Isla Pan de Azúcar e Islotes adyacentes será igual o mayor a lo registrado el año 2018.

Tabla 9. Listado de objetos de conservación cultural con sus respectivos objetivos.

Objeto de Conservación Cultural	Objetivos
Testimonios de los Camanchacos	Al año 2030 se mantiene el 100% de los sitios arqueológicos descritos.
	Al año 2030 el número de sitios arqueológicos descritos deteriorados es menor al registrado en la línea base.
Otrora Puerto San José de Pan de Azúcar	Al año 2030 se mantiene el 100% de los sitios históricos descritos.
	Al año 2030 el número de sitios históricos descritos deteriorados es menor al registrado en la línea base.
	Al año 2027 el % de personas de la comunidad de la Caleta Pan de Azúcar y Chañaral con conocimiento de al menos 1 historia local es mayor al 50%

8.2 Descripción de Estrategias de Amenaza y Metas asociadas.

De acuerdo al análisis situacional desarrollado en la Etapa 1 (Figuras 12 - 20), se identificaron, para cada amenaza, las estrategias a implementar por parte del ASP. Estas estrategias, en su conjunto, buscan reducir las amenazas directamente y/o revertir las causas o factores contribuyentes que las generan. A continuación, en las Figuras 21 – 28 se presentan las estrategias de amenaza y las metas, asociadas a resultados intermedios, que serán evaluadas para medir la efectividad de su implementación.

Folio013185

Estrategia de Amenaza "Construcción, reposición y conservación de caminos".

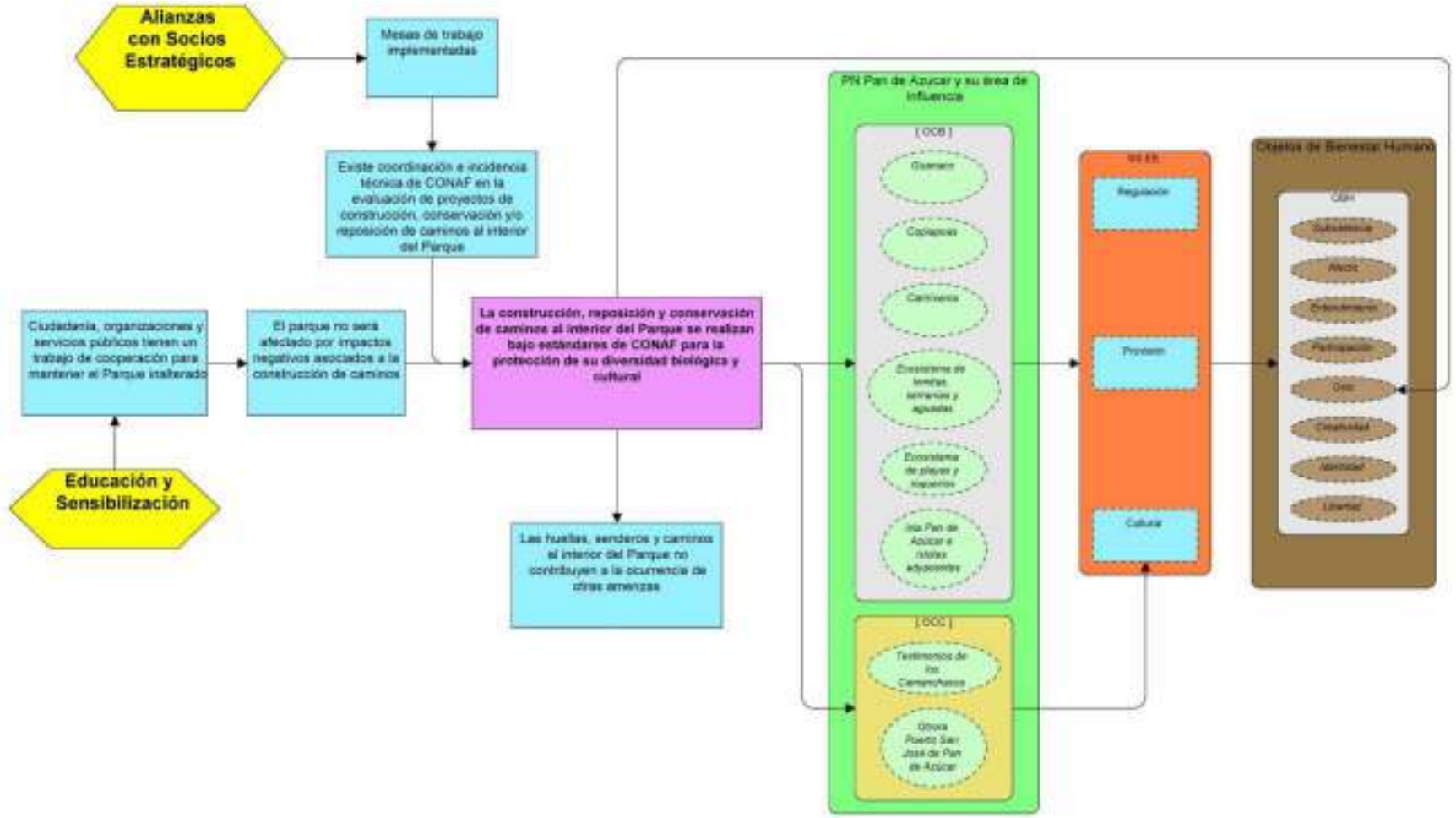


Figura 21. Cadena de resultados de la Estrategia de Amenaza "Construcción, reposición y conservación de caminos".

Folio013186

Tabla 10. Metas asociadas a resultados intermedios de la Estrategia de Amenaza "Construcción, reposición y conservación de caminos"

Metas	Resultados intermedios
Al año 2019 existe una mesa de trabajo entre CONAF y el MOP (Vialidad) para coordinar los trabajos y establecer criterios de construcción y mantención de caminos al interior del parque	Mesas de trabajo implementadas
Al año 2019 el parque se mantiene sin impacto negativos asociados a construcciones viales.	Se han realizado acuerdos y alternativas viales para mantener el parque inalterado.
Al año 2019, todos los proyectos de conservación, reparación y construcción de caminos al interior del parque cumplen con los requerimientos y se desarrollan bajo los estándares consensuados entre CONAF y MOP.	La construcción, reposición y conservación de caminos al interior del Parque se realizan bajo estándares de CONAF para la protección de su diversidad biológica y cultural

Tabla 11. Estrategias de Amenaza "Construcción, reposición y conservación de caminos"

Estrategia	Actividades de Ejecución	Programa de Manejo	Fuente de Cumplimiento	Responsable
Alianzas con socios estratégicos	Identificar Socios Estratégicos para la evaluación técnica de proyectos de caminos al interior del Parque	Operaciones	Listado de socios	Administrador
	Generar vínculos formales con Socios Estratégicos para la evaluación técnica de proyectos de caminos al interior del Parque	Operaciones	Minutas con acuerdos, protocolo de acuerdo, convenio, otros	Administrador
Educación y Sensibilización	Elaborar Plan de sensibilización y comunicación para comunicar importancia de mantener el parque inalterado.	Uso Público	documento elaborado	Encdo. Programa
	Implementar Plan de sensibilización y comunicación para mantener el parque inalterado.	Uso Público	informe	Encdo. Programa

Folio013187

Estrategia de Amenaza "Vandalismo"

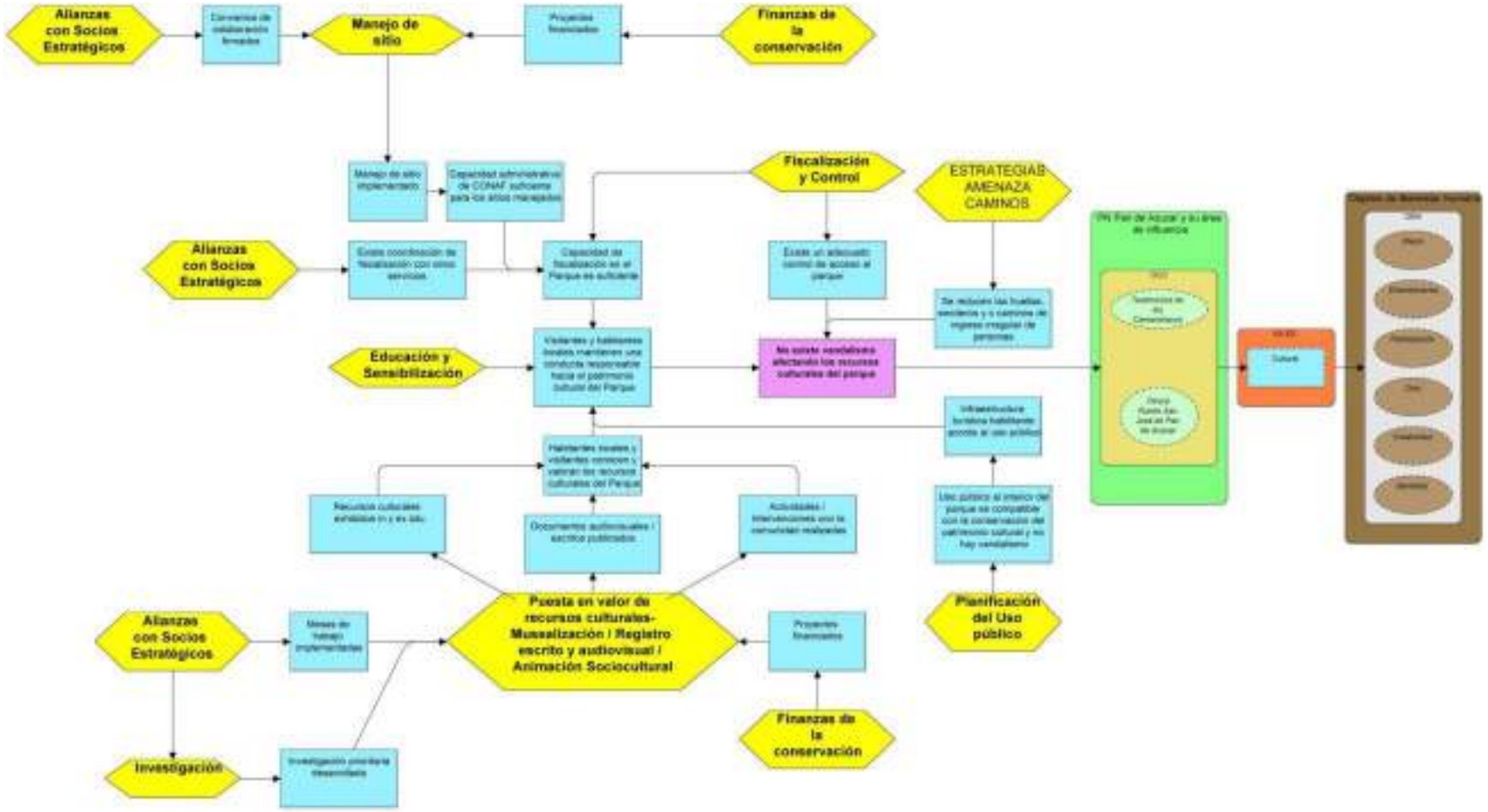


Figura 22. Cadena de resultados de la Estrategia de Amenaza "Vandalismo".

Folio013188

Tabla 12. Metas asociadas a resultados intermedios de la Estrategia de Amenaza "Vandalismo".

Metas	Resultados intermedios
Al año 2019 existe coordinación con otros servicios para la fiscalización y control de actividades ilegales al interior del parque	Existe coordinación de fiscalización con otros servicios
Al año 2019 el 100% de las empresas y guías de turismo adoptan buenas prácticas al interior del parque	Guías de turismo adoptan y/o mantienen buenas prácticas al interior del parque
Al año 2020 se cuenta con al menos 1 proyecto para el desarrollo de puesta en valor financiado	Proyectos financiados
Al año 2019 se reduce en al menos un 50% el ingreso de personas a sectores del parque no habilitados	Existe un adecuado control de acceso al parque
Al año 2021 existe una exhibición in situ y/o ex situ de los recursos culturales del parque	Recursos culturales exhibidos in y ex situ
Al año 2019 el 100% de los visitantes y comunidad inserta en el parque conocen y adoptan buenas prácticas para evitar daños a los recursos culturales del parque	Conocimiento, actitudes y valores del público objetivo son consistentes con el mensaje
Al año 2020 existe una mesa de trabajo con el Consejo de Monumentos Nacionales para poner en valor los recursos culturales del parque (Plan de Conservación OCC)	Mesas de trabajo implementadas
Al año 2020 existe al menos una investigación que aborde el patrimonio arqueológico e histórico del parque	Investigación prioritaria desarrollada
Al año 2020 se dispone de al menos 1 documento publicado acerca de los recursos culturales arqueológicos e históricos del parque	Documentos audiovisuales/escritos publicados
Al año 2020 se desarrolla al menos una animación sociocultural anual en el parque	Actividades/Intervenciones con la comunidad realizadas
Al año 2021 se cuenta con infraestructura de uso público adecuada y de bajo impacto para las actividades turísticas	Infraestructura turística habilitante acorde al uso público
Al año 2021 se han identificado y manejado las huellas o senderos por donde existe ingreso irregular al parque	Se reducen las huellas, senderos y/o caminos de ingreso irregular de personas
Al año 2022 existe un manejo de sitio arqueológico y/o histórico efectivo en el parque	Manejo de sitio implementado
Al año 2024 no se registran actos de vandalismo que dañen o deterioren los recursos culturales del parque	No existe vandalismo afectando los recursos culturales del parque

Folio013189

Tabla 13. Estrategias de Amenaza "Vandalismo"

Estrategia	Actividades de Ejecución	Programa de Manejo	Fuente de Cumplimiento	Responsable
Alianzas con socios estratégicos	Identificar Socios Estratégicos para habilitar sector norte	Operaciones	Listado de socios	Administrador
	Generar vínculos formales con Socios Estratégicos para habilitar sector norte	Operaciones	Minutas con acuerdos, protocolo de acuerdo, convenio, otros	Administrador
	Implementar Acciones Conjuntas para habilitar sector norte	Operaciones	Informe de acciones	Administrador
	Identificar Socios Estratégicos para fiscalización y control de vandalismo	Operaciones	Listado de socios	Administrador
	Generar vínculos formales con Socios Estratégicos para fiscalización y control de vandalismo	Operaciones	Minutas con acuerdos, protocolo de acuerdo, convenio, otros	Administrador
	Implementar Acciones Conjuntas para fiscalización y control de vandalismo	Operaciones	Registros, minutas	Administrador
	Identificar Socios Estratégicos para la puesta en valor de recursos culturales	Vinculación y desarrollo local	Listado de socios	Endo. Programa
	Generar vínculos formales con Socios Estratégicos para la puesta en valor de recursos culturales	Vinculación y desarrollo local	Minutas con acuerdos, protocolo de acuerdo, convenio, otros	Endo. Programa
	Implementar Acciones Conjuntas para la puesta en valor de recursos culturales	Vinculación y desarrollo local	Informe de acciones	Endo. Programa

Folio013190

Educación y Sensibilización	Elaborar Plan de educación y sensibilización para reducir el vandalismo sobre objetos culturales	Uso Público	documento elaborado	Endo. Programa
	Implementar Plan de educación y sensibilización para reducir el vandalismo sobre objetos culturales	Uso Público	Informe	Endo. Programa
Manejo de sitio	Elaborar plan de manejo de sitio para una administración efectiva de la zona norte del parque	Operaciones	documento elaborado	Administrador
	Implementar manejo de sitio para una administración efectiva de la zona norte del parque	Operaciones	Informe	Administrador
Planificación del Uso público	Elaborar zonificación y plan de uso público considerando disminuir el vandalismo hacia el patrimonio cultural	Uso Público	documento elaborado	Endo. Programa
	Implementar zonificación y plan de uso público considerando disminuir el vandalismo hacia el patrimonio cultural	Uso Público	informe	Endo. Programa
Fiscalización y Control	Elaborar un plan de fiscalización y control de ingreso	Operaciones	documento elaborado	Administrador
	Implementar el plan de fiscalización y control de ingreso	Operaciones	informe	Administrador
Finanzas de la conservación	Identificar fuentes de financiamiento disponibles para la puesta en valor de recursos culturales	Operaciones	Listado de fuentes	Administrador
	Elaborar propuesta de proyectos para la puesta en valor de recursos culturales	Operaciones	documento elaborado	Administrador
	Postular a fondos de financiamiento para la puesta en valor de recursos culturales	Operaciones	Oficio, reportes de ingreso, fichas, convenios, otros	Administrador
	Identificar fuentes de financiamiento disponibles para habilitar administración en sector norte del parque	Operaciones	Listado de fuentes	Administrador
	Elaborar propuesta de proyectos para habilitar administración en sector norte del parque	Operaciones	documento elaborado	Administrador

Folio013191

	Postular a fondos de financiamiento para habilitar administración en sector norte del parque	Operaciones	Oficio, reportes de ingreso, fichas, convenios, otros	Administrador
Puesta en valor de recursos culturales- Musealización / Registro escrito y audiovisual / Animación Sociocultural	Elaborar Catastro de recursos culturales	Uso Público	documento elaborado	Endo. Programa
	Elaborar diagnóstico del estado del recurso cultural	Uso Público	documento elaborado	Endo. Programa
	Elaborar programa de exhibición de los recursos culturales del parque	Uso Público	documento elaborado	Endo. Programa
	Implementar Exhibición de los recursos culturales del parque	Uso Público	informe	Endo. Programa
	Elaborar documentos audiovisuales y/o escritos sobre los recursos culturales del parque	Uso Público	informe	Endo. Programa
	Publicar documentos audiovisuales y/o escritos sobre los recursos culturales del parque	Uso Público	informe	Endo. Programa
	Elaborar programa de actividades / intervenciones para poner en valor los recursos culturales del parque	Uso Público	documento elaborado	Endo. Programa
	Implementar programa de actividades / intervenciones para poner en valor los recursos culturales del parque	Uso Público	informe	Endo. Programa
Investigación	Identificar prioridades de investigación para recursos culturales	Operaciones	documento elaborado	Administrador
	Definir incentivos para investigadores externos	Operaciones	documento elaborado	Administrador
	Difundir Prioridades e Incentivos para la investigación	Operaciones	informe	Administrador

Folio013192

Estrategia de Amenaza "Contaminación hídrica (marina) por desechos mineros".



Figura 23. Cadena de resultados de la Estrategia de Amenaza "Contaminación hídrica (marina) por desechos mineros".

Folio013193

Tabla 14. Metas asociadas a resultados intermedios de la Estrategia de Amenaza "Contaminación hídrica "

Metas	Resultados intermedios
Al año 2018 se han identificados las prioridades de investigación del parque.	Prioridades de investigación identificadas
Al año 2019 se cuenta con al menos 1 proyecto de investigación y sensibilización y comunicación financiado	Proyectos financiados
Al año 2019 se ha desarrollado al menos una investigación para conocer el estado actual e impactos en el parque de contaminantes asociados a la actividad minera	Investigación prioritaria desarrollada por terceros
Al año 2021 se conocen y han sido difundidos los resultados de la investigación de contaminantes marino	Se conoce el estado actual e impactos de contaminantes asociados a la actividad minera
Al año 2019 existe coordinación con otros servicios para la fiscalización y control de actividades ilegales al interior del parque	Existe coordinación de fiscalización con servicios competentes
Al año 2025 los niveles de contaminantes marinos son menores a los registrados en 2015	Se reduce la contaminación hídrica (marina) por desechos mineros

Tabla 15. Estrategias de Amenaza "Contaminación hídrica "

Estrategia	Actividades de Ejecución	Programa de Manejo	Fuente de Cumplimiento	Responsable
Alianzas con socios estratégicos	Identificar Socios Estratégicos para la fiscalización y control de contaminación hídrica	Conservación de la biodiversidad	documento elaborado	Endo. Programa
	Generar vínculos formales con Socios Estratégicos para la fiscalización y control de contaminación hídrica	Conservación de la biodiversidad	Minutas con acuerdos, protocolo de acuerdo, convenio, otros	Endo. Programa
	Implementar Acciones Conjuntas para la fiscalización y control de contaminación hídrica	Conservación de la biodiversidad	informe	Endo. Programa

Folio013194

Educación y Sensibilización	Elaborar Plan de sensibilización y comunicación para reducir la contaminación hídrica	Uso publico	documento elaborado	Endo. Programa
	Implementar Plan de sensibilización y comunicación para reducir la contaminación hídrica	Uso publico	informe	Endo. Programa
Fiscalización y Control	Fomentar y apoyar la fiscalización y control de contaminación por actividad minera	Conservación de la biodiversidad	informe/minuta	Endo. Programa
Finanzas de la conservación	Identificar fuentes de financiamiento disponibles para la investigación y la educación y sensibilización	Operaciones	documento elaborado	Administrador
	Elaborar propuesta de proyectos para la investigación y la educación y sensibilización	Operaciones	documento elaborado	Administrador
	Postular a fondos de financiamiento para la investigación y la educación y sensibilización	Operaciones	Oficio, reportes de ingreso, fichas, convenios, otros	Administrador
Investigación	Identificar prioridades de investigación del ASP	Conservación de la biodiversidad	documento elaborado	Endo. Programa
	Definir incentivos para investigadores externos	Conservación de la biodiversidad	documento elaborado	Endo. Programa
	Difundir Prioridades e Incentivos para la investigación	Conservación de la biodiversidad	documento elaborado	Endo. Programa

Folio013195

Estrategia de Amenaza "Extracción irregular de algas".

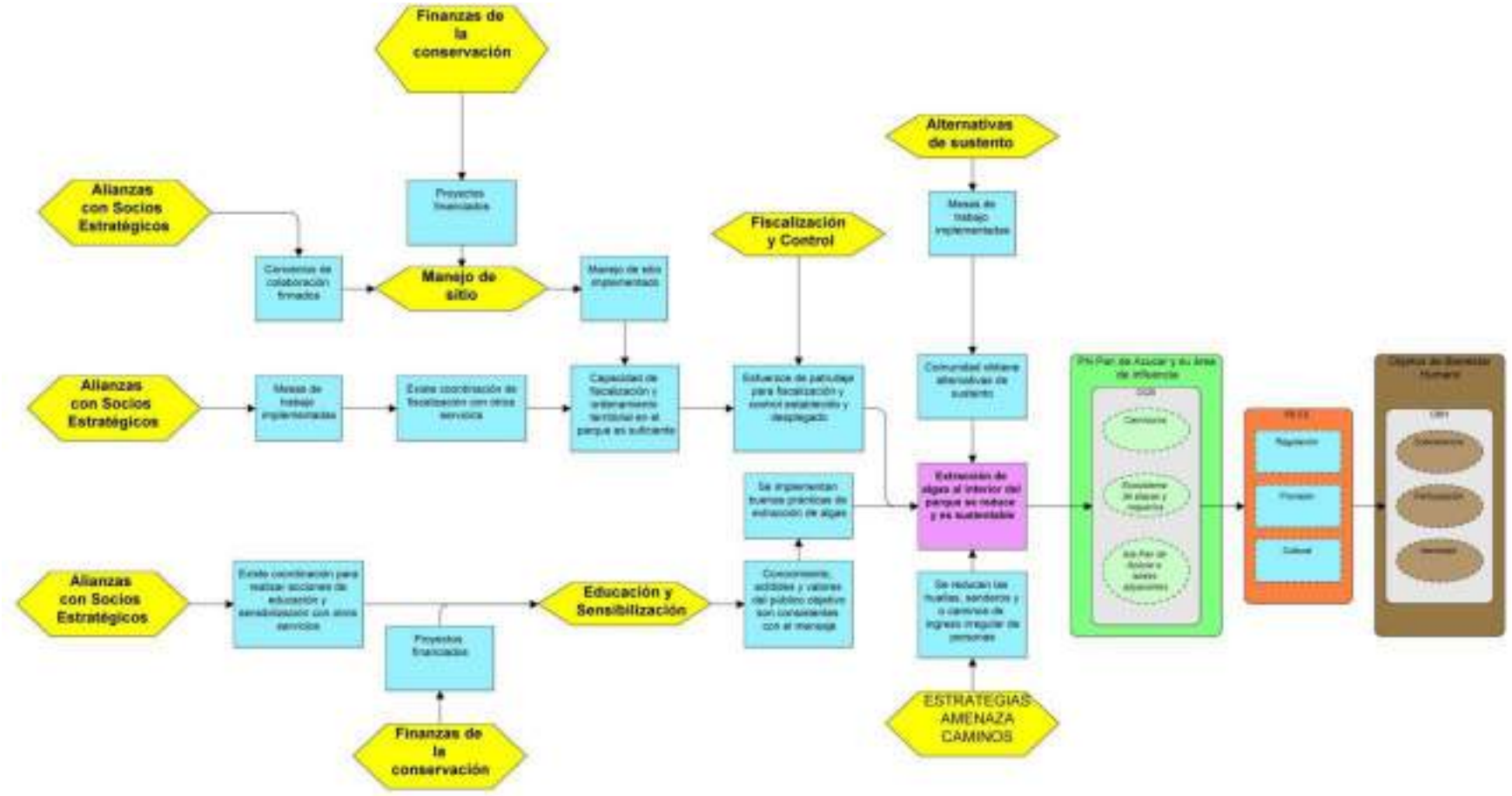


Figura 24. Cadena de resultados de la Estrategia de Amenaza "Extracción irregular de algas".

Folio013196

Tabla 16. Metas asociadas a resultados intermedios de la Estrategia de Amenaza "Extracción irregular de algas".

Metas	Resultados intermedios
Al año 2019 existe coordinación con otros servicios para la fiscalización y control de actividades ilegales al interior del parque.	Existe coordinación de fiscalización con otros servicios.
Al año 2019 se cuenta con al menos 1 proyecto de educación y sensibilización financiado.	Proyectos financiados.
Al año 2019 existe coordinación con otros servicios para realizar acciones de educación y sensibilización al interior del parque.	Existe coordinación para realizar acciones de educación y sensibilización con otros servicios.
Al año 2021 no existen registros de extracción ilegal de algas al interior del parque.	No hay actividad de extracción ilegal en el parque.
Al año 2021 se han identificado y manejado las huellas, caminos o senderos vehiculares irregulares por donde existe ingreso irregular al parque.	Se reducen las huellas, senderos y/o caminos de ingreso irregular de vehículos.
Al año 2021 existe un manejo de sitio apropiado y permanente en la zona norte del parque.	Manejo de sitio implementado.
Al año 2025 existe un manejo sustentable y regulado de algas al interior del parque.	Se implementan buenas prácticas de extracción de algas.
Al año 2025 no se registra extracción ilegal de algas y se desarrolla extracción sustentable del recurso al interior del parque.	Extracción de algas al interior del parque se reduce y es sustentable.

Folio013197

Tabla 17. Estrategias de Amenaza "Extracción irregular de algas".

Estrategia	Actividades de Ejecución	Programa de Manejo	Fuente de Cumplimiento	Responsable
Alianzas con socios estratégicos.	Identificar Socios Estratégicos para fiscalización y control de extracción ilegal de algas.	Operaciones	Documento elaborado	Administrador
	Generar vínculos formales con Socios Estratégicos para fiscalización y control de extracción ilegal de algas.	Operaciones	Minutas con acuerdos, protocolo de acuerdo, convenio, otros	Administrador
	Implementar Acciones Conjuntas para fiscalización y control de extracción ilegal de algas.	Operaciones	Informe	Administrador
	Identificar Socios Estratégicos para la Educación y Sensibilización para reducir la extracción irregular de algas.	Operaciones	Documento elaborado	Administrador
	Generar vínculos formales con Socios Estratégicos para la Educación y Sensibilización para reducir la extracción irregular de algas.	Operaciones	Minutas con acuerdos, protocolo de acuerdo, convenio, otros	Administrador
	Implementar Acciones Conjuntas de Educación y Sensibilización para reducir la extracción irregular de algas.	Operaciones	Informe	Administrador
	Identificar Socios Estratégicos para habilitar sector norte.	Operaciones	Documento elaborado	Administrador
	Generar vínculos formales con Socios Estratégicos para habilitar sector norte.	Operaciones	Minutas con acuerdos, protocolo de acuerdo, convenio, otros	Administrador
	Implementar Acciones Conjuntas para habilitar sector norte.	Operaciones	Informe	Administrador
Educación y Sensibilización.	Elaborar Programa de Educación y sensibilización en buenas prácticas de extracción de algas y para reducir la extracción irregular de algas.	Uso Público	Documento elaborado	Endo. Programa
	Implementar Programa de Educación y sensibilización en buenas prácticas de extracción de algas y para reducir la extracción irregular de algas.	Uso Público	Informe	Endo. Programa
Manejo de sitio.	Elaborar plan de manejo de sitio para una administración efectiva de la zona norte del parque.	Operaciones	Documento elaborado	Administrador
	Implementar manejo de sitio para una administración efectiva de la zona norte del parque.	Operaciones	Informe	Administrador
Alternativas de sustento.	Identificar potenciales alternativas de sustento para la comunidad a la extracción de algas.	Operaciones	Documento elaborado	Administrador

Folio013198

	Seleccionar y acordar con actores las alternativas de sustento a la extracción de algas.	Operaciones	Acuerdo firmado	Administrador
	Implementar alternativas de sustento acordadas a la extracción de algas.	Operaciones	Informe	Administrador
Fiscalización y Control.	Elaborar un plan de fiscalización y control de ingreso de extractores ilegales.	Operaciones	Documento elaborado	Administrador
	Implementar el plan de fiscalización y control de ingreso de extractores ilegales.	Operaciones	Informe	Administrador
Finanzas de la conservación.	Identificar fuentes de financiamiento disponibles para habilitar administración en sector norte del parque.	Operaciones	Documento elaborado	Administrador
	Elaborar propuesta de proyectos para habilitar administración en sector norte del parque.	Operaciones	Documento elaborado	Administrador
	Postular a fondos de financiamiento para habilitar administración en sector norte del parque.	Operaciones	Oficio, reportes de ingreso, fichas, convenios, otros	Administrador
	Identificar fuentes de financiamiento disponibles para la educación y sensibilización.	Operaciones	Documento elaborado	Administrador
	Elaborar propuesta de proyectos para la educación y sensibilización.	Operaciones	Documento elaborado	Administrador
	Postular a fondos de financiamiento para la educación y sensibilización.	Operaciones	Oficio, reportes de ingreso, fichas, convenios, otros	Administrador

Folio013199

Estrategia de Amenaza "Perturbación / Alteración antrópica"

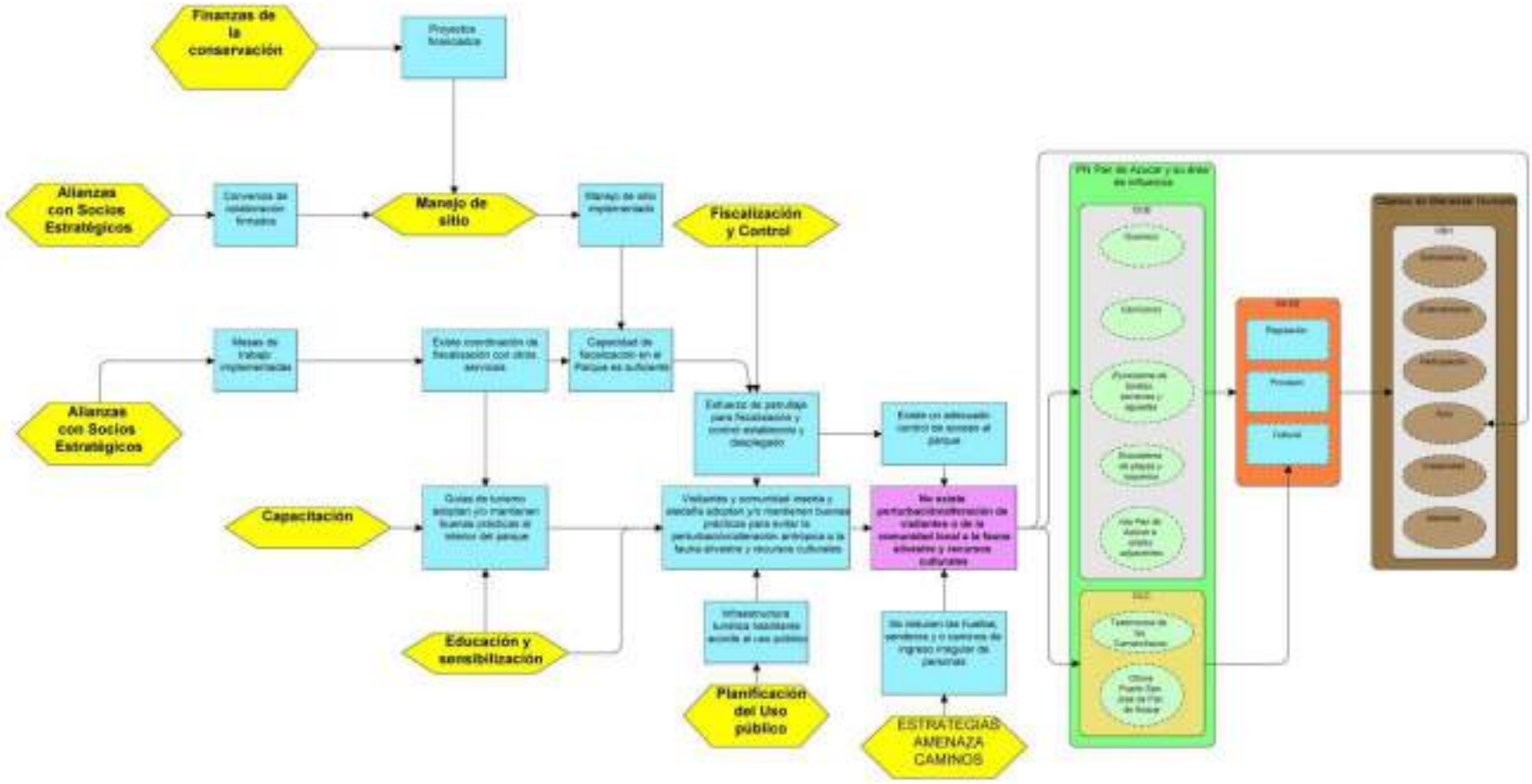


Figura 25. Cadena de resultados de la Estrategia de Amenaza "Perturbación / Alteración antrópica".

Folio013200

Tabla 18. Metas asociadas a resultados intermedios de la Estrategia de Amenaza "Perturbación / Alteración antrópica".

Metas	Resultados intermedios
Al año 2019 el proyecto de administración efectiva de la zona norte del parque ha sido financiado.	Proyectos financiados.
Al año 2019 existe coordinación con otros servicios para la fiscalización y control de actividades ilegales al interior del parque.	Existe coordinación de fiscalización con otros servicios.
Al año 2019 el 100% de los visitantes y comunidad inserta en el parque conocen y adoptan buenas prácticas para evitar perturbación/alteración al patrimonio natural y cultural.	Conocimiento, actitudes y valores del público objetivo son consistentes con el mensaje.
Al año 2019 el 100% de las empresas y guías de turismo adoptan buenas prácticas al interior del parque.	Guías de turismo adoptan y/o mantienen buenas prácticas al interior del parque.
Al año 2019 se reduce en al menos un 50% el ingreso de personas a sectores del parque no habilitados.	Existe un adecuado control de acceso al parque.
Al año 2020 se cuenta con infraestructura de uso público adecuada y de bajo impacto para las actividades turísticas.	Infraestructura turística habilitante acorde al uso público.
Al año 2021 existe una administración efectiva, con personal permanente, en la zona norte del parque.	Manejo de sitio implementado.
Al año 2021 se han identificado y manejado las huellas, caminos o senderos por donde existe ingreso irregular al parque.	Se reducen las huellas, senderos y o caminos de ingreso irregular de personas.
Al año 2021 no se observan signos de perturbación directa de visitantes o de la comunidad local hacia la fauna silvestre y recursos culturales del parque.	No existe perturbación/alteración de visitantes o de la comunidad local a la fauna silvestre y recursos culturales del parque.

Folio013201

Tabla 19. Estrategias de Amenaza "Perturbación / Alteración antrópica".

Estrategia	Actividades de Ejecución	Programa de Manejo	Fuente de Cumplimiento	Responsable
Alianzas con socios estratégicos.	Identificar Socios Estratégicos para fiscalización y control de la actividad turística en el parque.	Operaciones	Documento elaborado	Administrador
	Generar vínculos formales con Socios Estratégicos para fiscalización y control dela actividad turística en el parque.	Operaciones	Minutas con acuerdos, protocolo de acuerdo, convenio, otros	Administrador
	Implementar Acciones Conjuntas para fiscalización y control de la actividad turística en el parque.	Operaciones	Informe	Administrador
	Identificar Socios Estratégicos para habilitar sector norte.	Operaciones	Documento elaborado	Administrador
	Generar vínculos formales con Socios Estratégicos para habilitar sector norte.	Operaciones	Minutas con acuerdos, protocolo de acuerdo, convenio, otros	Administrador
	Implementar Acciones Conjuntas para habilitar sector norte.	Operaciones	Informe	Administrador
Educación y Sensibilización.	Elaborar Programa de Educación y sensibilización en buenas prácticas turísticas.	Uso Público	Documento elaborado	Endo. Programa
	Implementar Programa de Educación y sensibilización en buenas prácticas turísticas.	Uso Público	Informe	Endo. Programa
Finanzas de la conservación.	Identificar fuentes de financiamiento disponibles para habilitar administración en sector norte del parque.	Operaciones	Documento elaborado	Administrador
	Elaborar propuesta de proyectos para habilitar administración en sector norte del parque.	Operaciones	Documento elaborado	Administrador
	Postular a fondos de financiamiento para habilitar administración en sector norte del parque.	Operaciones	Oficio, reportes de ingreso, fichas, convenios, otros	Administrador
Manejo de sitio.	Elaborar plan de manejo de sitio para una administración efectiva de la zona norte del parque.	Operaciones	Documento elaborado	Administrador
	Implementar manejo de sitio para una administración efectiva de la zona norte del parque.	Operaciones	Informe	Administrador

Planificación del Uso público.	Elaborar zonificación y plan de uso público considerando disminuir la perturbación/alteración antrópica a la fauna silvestre y recursos culturales.	Uso Público	Documento elaborado	Endo. Programa
	Implementar zonificación y plan de uso público considerando disminuir la perturbación/alteración antrópica a la fauna silvestre y recursos culturales.	Uso Público	Informe	Endo. Programa
Fiscalización y Control.	Elaborar un plan de fiscalización y control de ingreso.	Operaciones	Documento elaborado	Administrador
	Implementar el plan de fiscalización y control de ingreso.	Operaciones	Informe	Administrador
Capacitación.	Diseñar el Programa de capacitaciones y entrenamiento en buenas prácticas turísticas.	Uso Público	Documento elaborado	Endo. Programa
	Implementar capacitación y/o entrenamiento en buenas prácticas turísticas.	Uso Público	Informe	Endo. Programa

Folio013203

Estrategia de Amenaza "Presencia de perros"

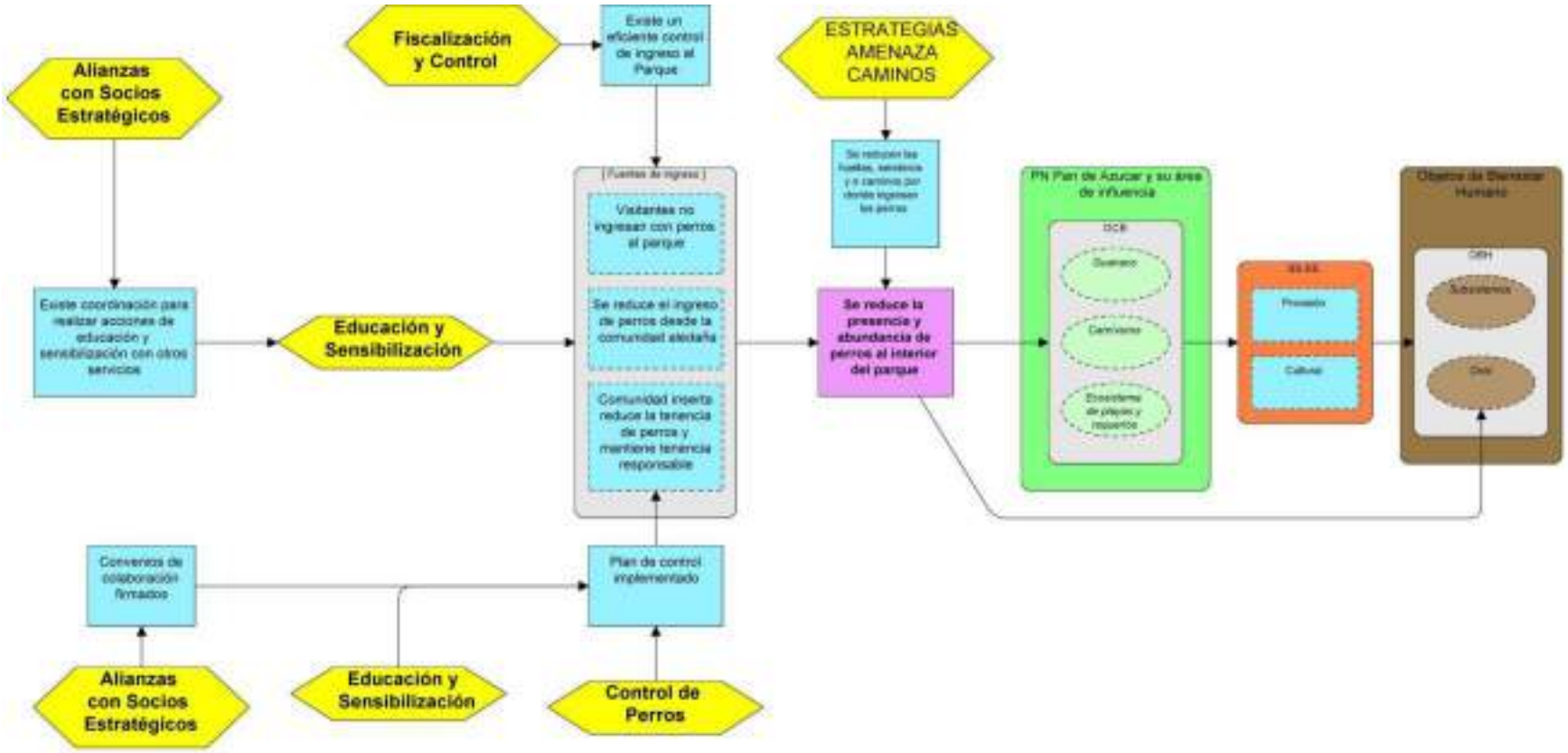


Figura 26. Cadena de resultados de la Estrategia de Amenaza "Presencia de perros".

Folio013204

Tabla 20. Metas asociadas a resultados intermedios de la Estrategia de Amenaza "Presencia de perros".

Metas	Resultados intermedios
Al año 2018 existen convenios de colaboración firmados con universidades, municipios u otros actores para el control de perros en el parque.	Convenios de colaboración firmados.
Al año 2019 existe coordinación con otros servicios para realizar acciones de educación y sensibilización al interior del parque.	Existe coordinación para realizar acciones de educación y sensibilización con otros servicios.
Al año 2019 no hay ingreso de perros al parque junto con turistas.	Visitantes no ingresan con perros al parque.
Al año 2021 se mantienen campañas de vacunación y esterilización de perros en zonas aledañas al parque por CONAF y/o terceros, además de retiro de perros vagos de su interior.	Plan de control implementado.
Al año 2021 se han identificado y manejado las huellas o senderos vehiculares irregulares por donde ingresan perros al parque.	Se reducen las huellas, senderos y/o caminos por donde ingresan los perros.
Al año 2021 el 100% de los perros de la comunidad inserta han sido esterilizados y desparasitados y poseen un collar para su identificación.	Comunidad inserta reduce la tenencia de perros y mantiene tenencia responsable.
Al año 2025 se reduce la cantidad de perros pertenecientes a la comunidad del interior del parque en al menos un 80%.	Comunidad inserta reduce la tenencia de perros y mantiene tenencia responsable.
Al año 2025 se reduce en un 80% el ingreso de perros desde las comunidades aledañas.	Se reduce el ingreso de perros desde la comunidad aledaña.
Al año 2025 se reduce la abundancia y distribución de perros al interior del parque en al menos un 60%.	Se reduce la presencia y abundancia de perros al interior del parque.

Folio013205

Tabla 21. Estrategias de Amenaza "Presencia de perros".

Estrategia	Actividades de Ejecución	Programa de Manejo	Fuente de Cumplimiento	Responsable
Alianzas con socios estratégicos.	Identificar Socios Estratégicos para la educación en tenencia responsable.	Conservación de la biodiversidad	Documento elaborado	Endo. Programa
	Generar vínculos formales con Socios Estratégicos para la educación en tenencia responsable.	Conservación de la biodiversidad	Minutas con acuerdos, protocolo de acuerdo, convenio, otros	Endo. Programa
	Implementar Acciones Conjuntas para la educación en tenencia responsable.	Conservación de la biodiversidad	Informe	Endo. Programa
	Identificar Socios Estratégicos para el control de perros.	Conservación de la biodiversidad	Documento elaborado	Endo. Programa
	Generar vínculos formales con Socios Estratégicos para el control de perros.	Conservación de la biodiversidad	Minutas con acuerdos, protocolo de acuerdo, convenio, otros	Endo. Programa
	Implementar Acciones Conjuntas para el control de perros.	Conservación de la biodiversidad	Informe	Endo. Programa
Educación y Sensibilización.	Elaborar Programa de Educación en tenencia responsable.	Uso público	Documento elaborado	Endo. Programa
	Implementar Programa de Educación en tenencia responsable.	Uso público	Informe	Endo. Programa
	Elaborar Plan de sensibilización para el control de perros.	Uso público	Documento elaborado	Endo. Programa
	Implementar Plan de sensibilización para el control de perros.	Uso público	Informe	Endo. Programa
Fiscalización y Control.	Elaborar un plan de fiscalización y control de ingreso de perros.	Conservación de la biodiversidad	Documento elaborado	Endo. Programa
	Implementar el plan de fiscalización y control del ingreso de perros.	Conservación de la biodiversidad	Informe	Endo. Programa
Control de Perros.	Elaborar diagnóstico de la situación actual de perros en el Parque.	Conservación de la biodiversidad	Documento elaborado	Endo. Programa
	Elaborar plan de control de perros.	Conservación de la biodiversidad	Documento elaborado	Endo. Programa
	Implementar plan de control de perros.	Conservación de la biodiversidad	Informe	Endo. Programa

Folio013206

Estrategia de Amenaza "Contaminación lumínica".

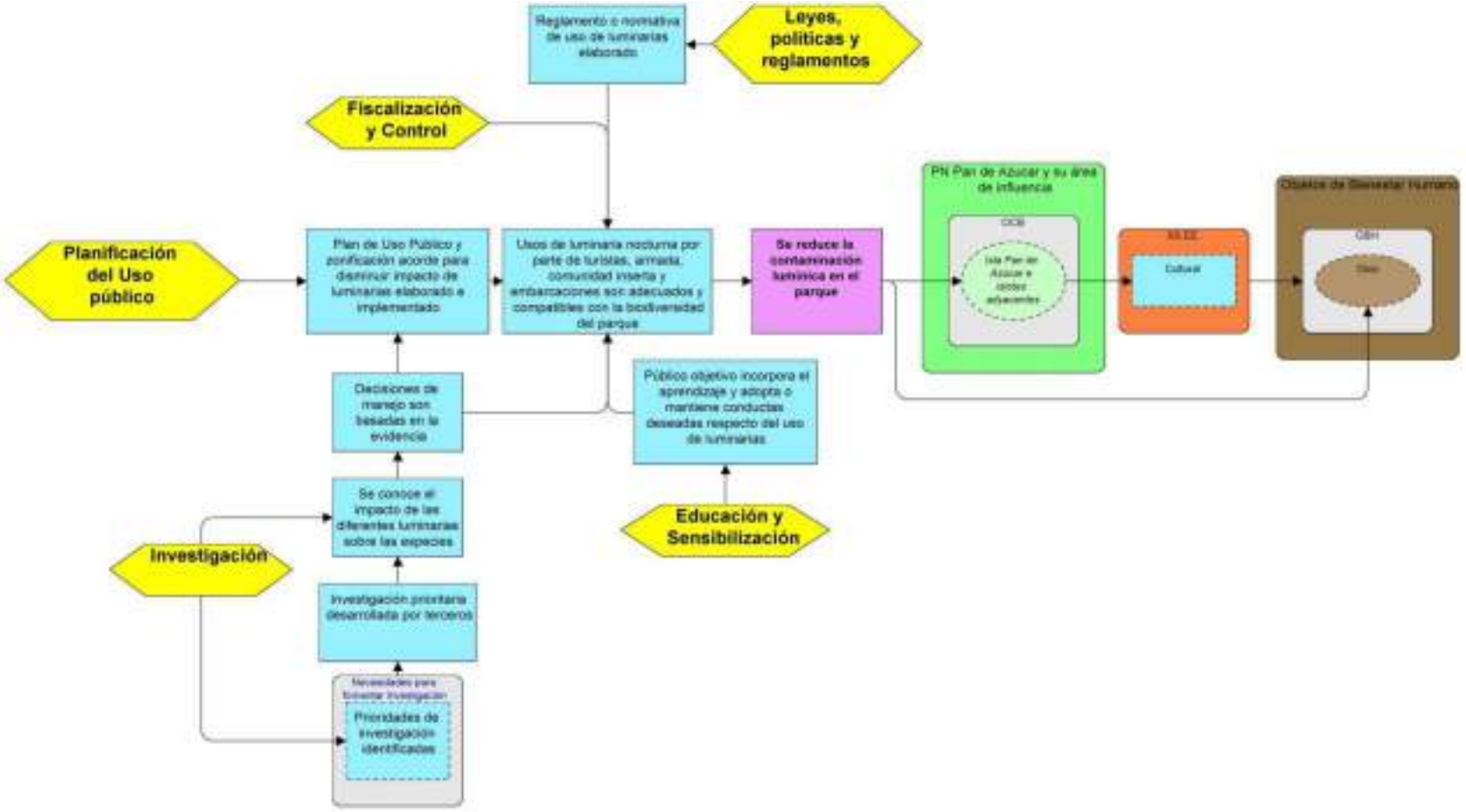


Figura 27. Cadena de resultados de la Estrategia de Amenaza "Contaminación lumínica".

Folio013207

Tabla 22. Metas asociadas a resultados intermedios de la Estrategia de Amenaza "Contaminación lumínica".

Metas	Resultados intermedios
Al año 2019 se han establecido las zonas de uso y su normativa asociada para el uso de luminarias que no afecten la biodiversidad del parque ni el bienestar de los usuarios.	Plan de Uso Público y zonificación acorde para disminuir impacto de luminarias elaborado e implementado.
Al año 2019 se han elaborado las normativas asociadas al uso de luminarias al interior del parque.	Reglamento o normativa de uso de luminarias elaborado.
Al año 2018 se han identificados las prioridades de investigación del parque.	Prioridades de investigación identificadas.
Al año 2019 se ha desarrollado al menos una investigación para conocer el impacto de las luminarias sobre la biodiversidad del parque.	Investigación prioritaria desarrollada por terceros.
Al año 2021 el uso de luminarias por parte de turistas u organismos público y/o privado se ajusta a las restricciones para evitar la contaminación lumínica.	Público objetivo incorpora el aprendizaje y adopta o mantiene conductas deseadas respecto del uso de luminarias.
Al año 2022 el 100% de las luminarias utilizadas al interior del parque siguen las normas de uso establecidas.	Usos de luminaria nocturna por parte de turistas, armada, comunidad inserta y embarcaciones son adecuados y compatibles con la biodiversidad del parque.
Al año 2022 no se registra mortalidad de yuncos debido al uso de luces nocturnas.	Se reduce la contaminación lumínica en el parque.
Al año 2022 no se producen reclamos de turistas por el uso indebido de luminarias en el parque.	

Folio013208

Tabla 23. Estrategias de Amenaza "Contaminación lumínica".

Estrategia	Actividades de Ejecución	Programa de Manejo	Fuente de Cumplimiento	Responsable
Educación y Sensibilización	Elaborar Plan de educación y sensibilización para reducir la contaminación lumínica.	Uso Público	Documento elaborado	Endo. Programa
	Implementar Plan de educación y sensibilización para reducir la contaminación lumínica.	Uso Público	Informe	Endo. Programa
Planificación del Uso público	Elaborar zonificación y plan de uso público considerando impactos de luminarias sobre la fauna silvestre.	Uso Público	Documento elaborado	Endo. Programa
	Implementar zonificación y plan de uso público considerando impactos de luminarias sobre la fauna silvestre.	Uso Público	Informe	Endo. Programa
Fiscalización y Control	Elaborar un plan de fiscalización y control de uso de luminarias.	Operaciones	Documento elaborado	Administrador
	Implementar el plan de fiscalización y control de uso de luminarias.	Operaciones	Informe	Administrador
Investigación	Identificar prioridades de investigación del ASP.	Conservación de la biodiversidad	Documento elaborado	Endo. Programa
	Definir incentivos para investigadores externos.	Conservación de la biodiversidad	Documento elaborado	Endo. Programa
	Difundir Prioridades e Incentivos para la investigación.	Conservación de la biodiversidad	Documento elaborado	Endo. Programa
	Elaborar programa de investigación interna sobre el impacto de luminarias.	Conservación de la biodiversidad	Documento elaborado	Endo. Programa
	Implementar programa de investigación interna sobre el impacto de luminarias.	Conservación de la biodiversidad	Informe	Endo. Programa
Leyes, políticas y reglamentos	Elaborar Reglamento o normativa del uso de luminarias en el Parque.	Operaciones	Documento elaborado	Administrador
	Implementar Reglamento o normativa del uso de luminarias en el Parque.	Operaciones	Informe	Administrador

Folio013209

Estrategia de Amenaza "Caza ilegal de fauna nativa".

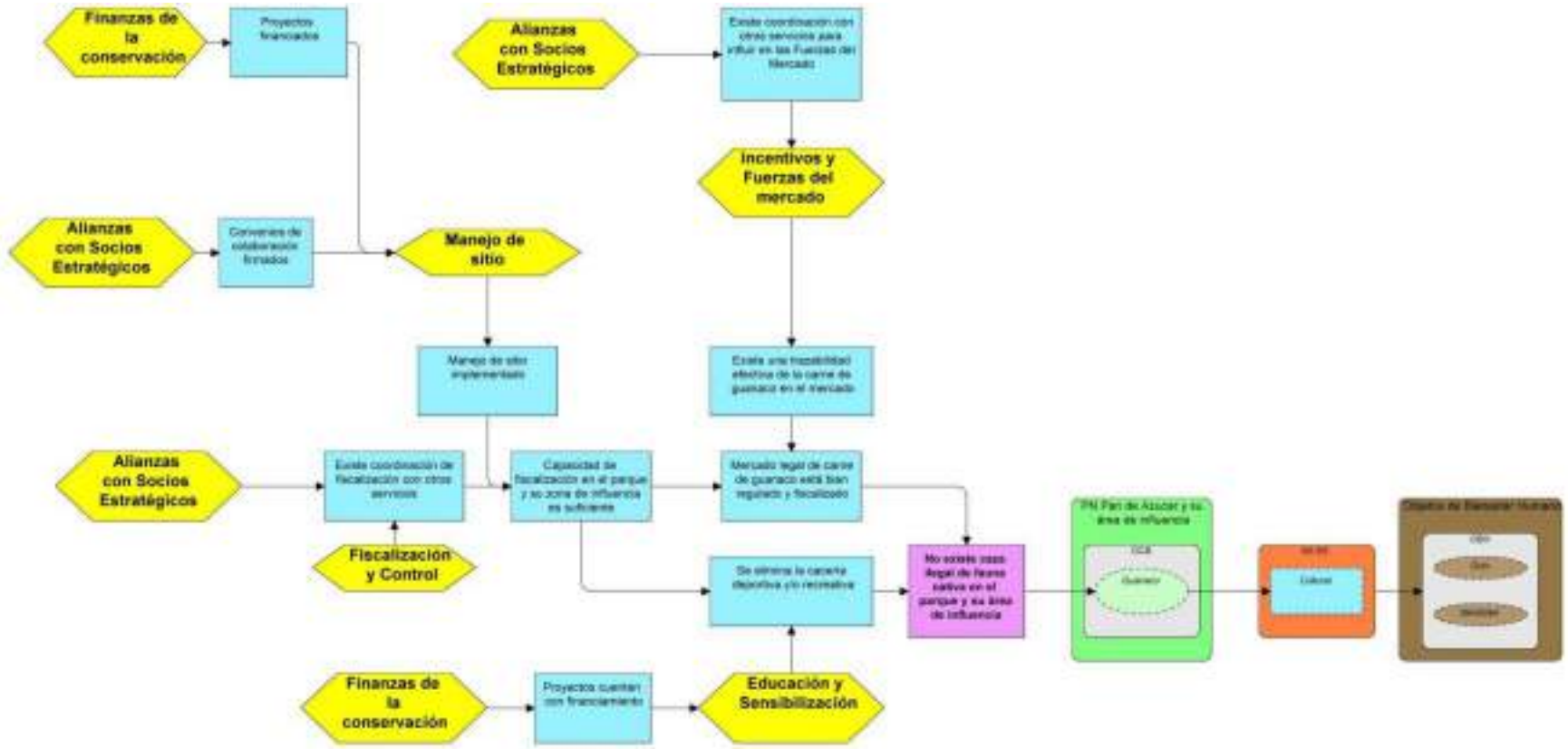


Figura 28. Cadena de resultados de la Estrategia de Amenaza "Caza ilegal de fauna nativa".

Folio013210

Tabla 24. Metas asociadas a resultados intermedios de la Estrategia de Amenaza "Caza ilegal de fauna nativa".

Metas	Resultados intermedios
Al año 2019 existe coordinación con otros servicios para la fiscalización y control de actividades ilegales al interior del parque.	Existe coordinación de fiscalización con otros servicios.
Al año 2019 se cuenta con al menos 1 proyecto de educación y sensibilización financiado.	Proyectos cuentan con financiamiento.
Al año 2020 existe coordinación con otros servicios para potenciar incentivos y fuerzas del mercado en el área de influencia del parque.	Existe coordinación con otros servicios para influir en las Fuerzas del Mercado.
Al año 2021 existe una administración efectiva, con personal permanente, en la zona norte del parque.	Manejo de sitio implementado.
Al año 2021 existe una trazabilidad efectiva de carne de guanaco en el mercado.	Existe una trazabilidad efectiva de la carne de guanaco en el mercado.
Entre los años 2019 y 2025 no se registra ningún evento de caza de fauna nativa en el parque y su área de influencia.	No existe caza ilegal de fauna nativa en el parque y su área de influencia.
Al año 2019 existe coordinación con otros servicios para la fiscalización y control de actividades ilegales al interior del parque.	Existe coordinación de fiscalización con otros servicios.

Folio013211

Tabla 25. Estrategias de Amenaza "Caza ilegal de fauna nativa".

Estrategia	Actividades de Ejecución	Programa de Manejo	Fuente de Cumplimiento	Responsable
Alianzas con socios estratégicos.	Identificar Socios Estratégicos para fiscalización y control de caza ilegal.	Operaciones	Documento elaborado	Administrador
	Generar vínculos formales con Socios Estratégicos para fiscalización y control de caza ilegal.	Operaciones	Minutas con acuerdos, protocolo de acuerdo, convenio, otros	Administrador
	Implementar Acciones Conjuntas para fiscalización y control de caza ilegal.	Operaciones	Informe	Administrador
	Identificar Socios Estratégicos para generar incentivos y fuerzas del mercado que reduzcan la caza ilegal.	Operaciones	Documento elaborado	Administrador
	Generar vínculos formales con Socios Estratégicos para generar incentivos y fuerzas del mercado que reduzcan la caza ilegal.	Operaciones	Minutas con acuerdos, protocolo de acuerdo, convenio, otros	Administrador
	Implementar Acciones Conjuntas para generar incentivos y fuerzas del mercado que reduzcan la caza ilegal.	Operaciones	Informe	Administrador
	Identificar Socios Estratégicos para habilitar sector norte.	Operaciones	Documento elaborado	Administrador
	Generar vínculos formales con Socios Estratégicos para habilitar sector norte.	Operaciones	Minutas con acuerdos, protocolo de acuerdo, convenio, otros	Administrador
	Implementar Acciones Conjuntas para habilitar sector norte.	Operaciones	Informe	Administrador
Educación y Sensibilización.	Elaborar Plan de educación y sensibilización para reducir la caza ilegal de guanaco.	Uso Público	Documento elaborado	Endo. Programa
	Implementar Plan de educación y sensibilización para reducir la caza ilegal de guanaco.	Uso Público	Informe	Endo. Programa
Manejo de sitio.	Elaborar plan de manejo de sitio para una administración efectiva de la zona norte del parque.	Operaciones	Documento elaborado	Administrador
	Implementar manejo de sitio para una administración efectiva de la zona norte del parque.	Operaciones	Informe	Administrador

Fiscalización y Control.	Elaborar un plan de fiscalización y control de caza ilegal.	Operaciones	Documento elaborado	Administrador
	Implementar el plan de fiscalización y control de caza ilegal.	Operaciones	Informe	Administrador
Finanzas de la conservación.	Identificar fuentes de financiamiento disponibles para la educación y sensibilización.	Operaciones	Documento elaborado	Administrador
	Elaborar propuesta de proyectos para la educación y sensibilización.	Operaciones	Documento elaborado	Administrador
	Postular a fondos de financiamiento para la educación y sensibilización.	Operaciones	Oficio, reportes de ingreso, fichas, convenios, otros	Administrador
	Identificar fuentes de financiamiento disponibles para habilitar administración en sector norte del parque.	Operaciones	Documento elaborado	Administrador
	Elaborar propuesta de proyectos para habilitar administración en sector norte del parque.	Operaciones	Documento elaborado	Administrador
	Postular a fondos de financiamiento para habilitar administración en sector norte del parque.	Operaciones	Oficio, reportes de ingreso, fichas, convenios, otros	Administrador
Incentivos y Fuerzas del mercado.	Identificación de actores territoriales para el establecer mesa de trabajo.	Operaciones	Documento elaborado	Administrador
	Identificar potenciales incentivos y fuerzas del mercado para certificación de carne de guanaco.	Operaciones	Oficio, reportes de ingreso, fichas, convenios, otros	Administrador
	Seleccionar y acordar con actores los incentivos y fuerzas del mercado para certificación de carne de guanaco.	Operaciones	Oficio, reportes de ingreso, fichas, convenios, otros	Administrador
	Implementar Incentivos y fuerzas del mercado para certificación de carne de guanaco.	Operaciones	Oficio, reportes de ingreso, fichas, convenios, otros	Administrador

Folio013213

Fase 9: Análisis territorial y zonificación.

9.1 Descripción del proceso y criterios utilizados en la elección de zonas de uso.

El proceso de determinación de zonas de uso al interior del parque nacional se inició con la identificación de los usos actuales y potenciales de la unidad aportados por la comunidad. Dicha acción se materializó mediante un taller participativo en donde asistieron servicios públicos, privados, representantes de la CPA y ciudadanos en general; a lo anterior se les agregó usos que consideraron prudente incluir por parte del equipo de la unidad y que no habían sido mencionados en el taller participativo.

De esta forma, y con el listado de usos ya definidos, se procede a realizar el Análisis de Compatibilidad de usos, con lo cual se determinarán las Zonas de Uso de acuerdo a la intensidad y características de los mismos, según lo indicado en documento preparado por el Departamento de Planificación y Desarrollo & Grupo de Zonificación REP "Análisis territorial y Zonificación en las Áreas Silvestres Protegidas del Estado".

9.2 Identificación de usos actuales y potenciales al interior del ASP.

Mediante un taller participativo se recogieron aportes, comentarios y/o sugerencias de parte de los actores clave identificados por el equipo regional sobre los usos que actualmente realizan al interior del parque y sobre los usos que les gustaría realizar dentro de él, es decir, los usos actuales y potenciales de la unidad.

La dinámica consistió, primeramente, en que los convocados respondieran la pregunta: *"Qué actividades realizo hoy en el parque"*, para luego plasmar dichos usos en un mapa de gran tamaño preparado para la ocasión; de esta forma, se le da un contexto espacial a los usos mencionados. En la segunda parte de la jornada, los convocados responden a la pregunta: *"Qué actividades me gustaría realizar en el parque"*, procediendo de la misma forma con el mapa de apoyo.

A esto se incluyó los insumos obtenidos por el equipo núcleo en talleres internos posteriores a éste, referente a usos que no fueron identificados por los invitados en el taller participativo.

En las Tablas 25, 26 y 27 se observa el resultado de la identificación de usos al interior del Parque y una descripción general de cada uso.

Tabla 26. Usos actuales identificados por los actores territoriales y su descripción.

N°	Usos actuales	Descripción
1	Servicios de alimentación.	Corresponden a cocinerías ubicadas dentro de la concesión de la Caleta Pan de Azúcar.
2	Camping (uso de quincho).	Los sitios de camping están relacionados a las concesiones Gran Atacama (GA) Lodge, Los Yecos y Caleta Pan de Azúcar.
3	Puesta en Valor (Senderismo, Infraestructura habilitante, Totem, Estacionamientos).	Durante el año 2016 se realizaron mejoras en infraestructura habilitante para su puesta en valor. Fortaleciendo la experiencia en la visitación. Las mejoras realizadas fueron realizadas en senderos e infraestructura existente. La Puesta en valor es un proceso activo y constante para el parque.
4	Contemplación de áreas, desconexión.	Se considera la utilización de toda la infraestructura habilitante existente en la unidad.

Folio013214

5	Obra Portuaria.	En el sector de CPA, se desarrollan permanentemente iniciativas de mejora de muelles, iluminación y borde. Durante el 2016 se desarrolló un proyecto de construcción de muelle en beneficio de los pescadores y mariscadores de la caleta.
6	Rutas (C-110, C-120, C-112).	Se refiere a toda acción de mantenimiento y conservación de los caminos enrolados que están dentro de la unidad, a cargo de Vialidad.
7	Paseos en bote.	La comunidad de la CPA realiza esta actividad turística, destacando la circunnavegación de la Isla Pan de Azúcar para avistamiento de pingüinos y otras especies de fauna del lugar.
8	Senderismo guiado (Lomitas, Miradores).	Se refiere a Tour operadores que realizan senderismo guiado haciendo uso de la infraestructura habilitante existente en sectores Las Lomitas y Miradores.
9	Área de manejo (AMERB).	Área de manejo y extracción de recursos bentónicos. Ubicada desde Bahía Pan de Azúcar a Punta Carrizalillo.
10	Pesca artesanal y buceo extractivo.	Uso que realiza la CPA dentro del área de manejo.
11	Control de Caza (Operativos de fiscalización).	Operativos de Fiscalización del SAG. Evaluado a través de caminos, huellas y senderos.
12	Servicios higiénicos.	Se refiere a los servicios higiénicos ubicados en GA Lodge, Los Yecos y CPA.
13	Faro.	Ubicado en Isla Pan de Azúcar.
14	Pesca recreativa.	Este uso se realiza en sector Playa Blanca y Bahía Pan de Azúcar.
15	Liberación de fauna.	En años anteriores ocurrió la liberación de un guanaco dentro del parque, es por esta razón que se considera la ocurrencia de un futuro evento familiar.
16	Extracción de algas pardas (ilegal, regulado e irregular).	Es un uso tradicional en las costas de Atacama. Se considera todo el borde costero de la unidad.
17	Turismo guiado.	Se refiere a Tour operadores que realizan turismo guiado haciendo uso de la infraestructura habilitante existente tanto al interior con en la costa de la unidad.
18	Educación ambiental (Intereses geomorfológico y biológico).	Este uso se realiza en sectores Agua salada – Quebrada Los Sapos. Guiado solo por CONAF.
19	Surf y Bodyboard, nado en las playas.	Este uso realiza en playa Piqueros y Bahía Pan de Azúcar.
20	Servicio de alojamiento.	Se refiere a alojamiento cabañas GA Lodge y cabañas CONAF.
21	Sol y Playas.	Sectores de playa Blanca, playa Piqueros y Bahía Pan de Azúcar.
22	Kayak, Paddel; Moto de agua.	Sectores de playa Piqueros, Bahía Pan de Azúcar, Los Colorados, incluyendo área de manejo.
23	Protección de especies acuáticas hidrobiológicas, POAL.	Operativos de Fiscalización Capitanía de Puerto. Utiliza caminos y senderos habilitados evaluados en otros usos, por tanto, se descarta en Análisis Usos v/s Usos.

Folio013215

Tabla 27. Usos potenciales identificados por los actores territoriales y su descripción.

N°	Usos potenciales	Descripción
1	Producción de agua.	Entiéndase como producción de agua para consumo humano, uso productivo, ubicado en el sector Farellón costero. Por la alta fragilidad del sector, se le considera como uso compatible con la conservación de la unidad, en sitios específicos.
6	Ciclovías; Arriendo de bicicletas; Estacionamiento de bicicletas.	Es un uso que se quiere potenciar tanto al interior como fuera de los límites de la unidad (sector Peralillo).
7	Mejora de accesibilidad.	Referente a toda acción de mantenimiento y conservación futura a los caminos enrolados que están dentro de la unidad o que permiten acceso a ella, a cargo de Vialidad.
8	Desarrollo de actividades deportivas y/o culturales.	Se entenderá como actividad deportiva y cultural a: senderismo, cicloturismo, corridas varias, triatlones, música, obras teatrales, poesía, entre otros. Se asumirá solo el uso de la infraestructura habilitante existente.
10	Turismo de interés especiales (interpretación ambiental específica, ornitología, safari fotográfico, parcelas demostrativas de vegetación, ecoturismo).	Referente al desarrollo este uso en o cercano a los senderos e infraestructura habilitante existente.
11	Sendero acuático (Buceo recreativo).	Se entenderá como un uso limitado a los sectores Caleta Pan de Azúcar, Bahía PA, área de manejo y alrededor de la Isla Pan de Azúcar.
12	Pesca deportiva en bote.	Se entenderá como un uso limitado a los sectores Caleta Pan de Azúcar, Bahía PA, área de manejo.
13	Observación de cetáceos y delfines (Ruta).	Se entenderá como un uso limitado al sector de la Caleta Pan de Azúcar.
14	Observación de aves pelágicas.	Se entenderá como un uso limitado al sector de la Caleta Pan de Azúcar.
15	Sendero Chango Aracena.	Se refiere a un sendero de trekking de largo aliento, que solamente se utiliza en temporada de verano, en oportunidades acotadas.
16	Puesta en valor historia local.	Entiéndase como hitos turísticos en base a rescate histórico. Circunscrito a sector Caleta Pan de Azúcar.
17	Cultivo de ostiones.	Se entenderá como un uso limitado al sector destinado como área de manejo.
18	Ruta costera.	Se refiere a un proyecto de parte de Vialidad para conectar Taltal-Chañaral por la costa. Es un uso incompatible con la conservación de la unidad, por lo que se descarta en Análisis Usos v/s Usos.
22	Mejorar infraestructura (Pesca deportiva; Ruta costera; Vial, Ruta escénica, ciclovía, Telecomunicaciones, Emergencias).	Se entenderá como “mejora de infraestructura” a lo relacionado con Ruta escénica y ciclovías, los cuales están considerados en un proyecto de Vialidad. Para pesca deportiva no se considera infraestructura diferenciada. Las demás iniciativas serán evaluadas de forma particular o mediante otros usos.
24	Certificación turística	Se refiere a una actividad sin componente de uso espacial, por tanto, se descarta en Análisis de Compatibilidad. Iniciativa a considerar por el PM del parque en el marco de estrategias.
25	Infraestructura habilitante (Señalética).	Asociados a senderos y sitios de uso público existente.
28	Turismo astronómico.	Se entenderá como un uso limitado al sector de Sierra Vicuña Mackenna – ruta C110.
29	Fiesta de San Pedro (febrero).	Se entenderá como un uso limitado a los sectores Caleta Pan de Azúcar, Bahía PA. Ritual en bote.
30	Experiencia de relajación, meditación trascendental.	Se entenderá como un uso limitado a los sectores de playas, Quebrada Castillo, Quebrada Los Sapos, Miradores habilitados.

Folio013216

31	Trekking nocturno.	Se entenderá como un uso limitado a Quebrada Los Sapos.
32	Desarrollo Circuito autoguiado.	Se refiere a folletería o material de guía, por tanto, se descarta en Análisis de Compatibilidad. Iniciativa a considerar por el PM del parque en el marco de estrategias.
33	Muelle.	Evaluado a través del uso actual "obra portuaria", por lo que se descarta en Análisis de Compatibilidad.

Tabla 28. Otros usos identificados por el equipo regional y su descripción.

N°	Otros usos identificados	Descripción
1	Atracadero en la Isla Pan de Azúcar.	En la actualidad existe un embarcadero en precarias condiciones, por lo que se estima conveniente el emplazar una rampa de desembarco o atracadero, de estructura rudimentaria, de bajo impacto, solo para embarcaciones menores, de uso exclusivo de la institución. Uso de carácter potencial.
2	Investigación.	Evaluado a través de otros usos (senderos, caminos, entre otros), por lo que se descarta en Análisis de Compatibilidad. De igual forma se considera prudente el construir una normativa específica para investigadores.
3	Escalada.	Se entenderá como un uso limitado al sector de Punta Rodríguez y Las Chilcas. Uso de carácter potencial.
4	Matrimonios.	Se entenderá como un uso limitado al sector concesionado por GA Lodge, Playa Piqueros.
5	Habilitar los senderos para capacidades diferentes.	Se entenderá este uso en términos de acondicionar senderos e infraestructura habilitante existente para uso de personas con capacidades diferentes. Uso de carácter potencial.
6	Tirolesa.	Se entenderá como uso limitado a los senderos y sitios de uso público, donde se podrá desarrollar a través de terceros siempre y cuando estos cuenten con todo lo exigido por la normativa vigente.
7	Sendero para Cuatrimoto.	Se entenderá como un uso limitado al sector Quebrada Castillo y Agua Salada. Uso de carácter potencial.
8	Antena celular Las Collajas.	Se considera incompatible por tratarse de una ocupación ilegal y por impacto a belleza escénica, por tanto, se descarta este uso en Análisis de Usos v/s Usos.

Folio013217

9.3 Análisis de Compatibilidad de usos

Luego de la identificación de usos actuales y potenciales, se realizó un análisis de compatibilidad de estos, es decir, se evaluó la compatibilidad de cada uso propuesto con 1) los objetivos de conservación del Parque Nacional Pan de Azúcar (definidos en la Fase 8 del proceso de Planificación), 2) con otros usos identificados y 3) con la gestión del área protegida.

Para evaluar la compatibilidad entre los usos y objetivos de conservación del Parque, se utilizaron los mapas temáticos elaborados durante el análisis territorial (alcance, objetos de conservación, amenazas y estrategias) y en la identificación de usos actuales y potenciales de ésta. La evaluación se realizó a través de una matriz de compatibilidad, que se muestra a continuación en la Tabla 28. Para cada uso identificado, se evaluó y registró si el uso es Compatible, Compatible con Restricciones, o No Compatible, según los siguientes criterios:

Compatibilidad de Usos con Objetivos de Conservación del P.N. Pan de Azúcar:

Uso Compatible: Se establece que el uso identificado no afecta los objetivos del parque. Se indica en color verde en la tabla.

Uso Compatible con Restricciones: Se establece que el uso identificado requiere algunas restricciones para no afectar los objetivos de conservación, las cuales se especificadas en las normas de uso del P.N. Pan de Azúcar. Se indica en color amarillo en la tabla.

Uso No Compatible: Se establece que el uso identificado afecta irremediablemente, aun cuando se generan restricciones al mismo, a los objetivos de conservación, por lo que no se permitirá el uso en cuestión. Se indica en color rojo en la tabla mencionada.

Compatibilidad entre Usos:

Uso Compatible: Los usos pueden ocurrir simultáneamente sin necesidad de ser modificados. Se indica en color verde en la Tabla.

Uso Compatible con Restricciones: Los usos pueden ocurrir simultáneamente, pero deben ser modificados o restringidos en cierta medida, para que su finalidad no sea afectada. Se indica en color amarillo en la Tabla.

Uso No Compatible: Los usos no pueden ocurrir simultáneamente, por lo que deberá definirse cuál uso será permitido y cuál no. Se indica en color rojo en la Tabla.

Folio013218

Compatibilidad de Usos con la gestión del área protegida:

Uso Compatible: Se establece que el uso identificado no afecta la gestión adecuada del área protegida, de acuerdo a las capacidades de personal e infraestructura existentes. Se indica en color verde en la Tabla.

Uso Compatible con Restricciones: Se establece que el uso identificado podría generar problemas a la gestión del área protegida, de acuerdo a las capacidades de personal e infraestructura existentes si no se establecen restricciones al mismo. Se indica en color amarillo en la Tabla.

Uso No Compatible: Se establece que el uso identificado afecta irremediablemente la gestión del área protegida, de acuerdo a las capacidades de personal e infraestructura existentes, por lo que no se permitirá el uso en cuestión. Se indica en color rojo en la tabla mencionada.

Este análisis se desarrolló mediante reuniones con el equipo regional, principalmente con los Guardaparques de la unidad, siguiendo los esquemas de compatibilidad indicados en el documento "Análisis territorial y Zonificación en las Áreas Silvestres Protegidas del Estado". Por el conocimiento del territorio y de los usos tratados de quienes participaron de esta evaluación, se pudieron determinar las primeras restricciones para los usos que así lo requirieron.

Tabla 29. Análisis de compatibilidad de usos con los Objetivos, con otros usos y con la Gestión del Parque.

	Compatibilidad con Objetivos de Manejo	Compatibilidad con Otros Usos	Compatibilidad con la Gestión del ASP	Calificación FINAL
Usos actuales				
Servicios de alimentación (CPA)			Solamente se permitirán servicios de alimentación proporcionados por la comunidad local inserta y concesiones que así lo estipulen en sus contratos vigentes a la fecha de publicación de éste documento. Deben cumplir con las normativas sectoriales vigentes.	**COMPATIBLE CON RESTRICCIONES**
Camping (Piqueros, Pingüino, CPA, Los Yecos) (uso de quincho)	Se debe respetar la capacidad de carga (saturación de visitantes); Se debe respetar delimitación de sitios, no está permitido ingresar con vehículos a la playa, se prohíben los ruidos molestos, no se permite el uso de luminarias, la basura deberá ser retirada del ASP por los visitantes. No se permite hacer ingreso al sector de roqueríos (GA, CPA, Los Yecos)		Debido a las necesidades de fiscalización y control y a las capacidades administrativas actuales de la unidad, no se permitirá ampliar las zonas de camping ni sumar nuevas zonas para este fin.	**COMPATIBLE CON RESTRICCIONES**

Folio013219

Paseos en bote	Se prohíbe el acercamiento a menos de 50 metros de la isla Pan de Azúcar por el impacto en la conducta de los pingüinos. No se permite el desembarco en las islas e islotes por potencial afectación a la fauna nidificante.		Paseos deberán ser realizados por pescadores locales registrados y/o certificados por el Sernatur, y además cumplir con lo estipulado en el Estudio de Capacidad de Carga realizado el año 2016 por la CONAF.	**COMPATIBLE CON RESTRICCIONES**
Pesca artesanal y buceo extractivo	Deberán utilizarse buenas prácticas de pesca, no usar explosivos para la extracción. (MANUAL DE BUENAS PRACTICAS???) No se permite el desembarco en las islas e islotes por potencial afectación a la fauna nidificante.	Podría afectar el uso de buceo turístico, por lo que deben identificarse las zonas y horarios de ambos usos para que no se superpongan y no afecten la calidad de la experiencia del visitante.	(TRABAJO INTERSECTORIAL PARA definir áreas de uso, buenas prácticas para la pesca artesanal)	**COMPATIBLE CON RESTRICCIONES**
Acuicultura (Truchas, Hidroponía, Acuaponía)	No se permite la actividad al interior del parque por su impacto sobre los ecosistemas costeros.		No es compatible con la gestión de un Parque Nacional	**NO COMPATIBLE**
Surf y Bodyboard, nado en las playas Piqueros y Bahía PA	No se permite acercarse a la Isla para desarrollar estos deportes. Se prohibe el uso de motos de agua. (GESTION INTERSECTORIAL)		Según normativa de Gobernación Marítima las playas del Parque Nacional no se encuentran habilitadas para el baño. Considerar para tal efecto decreto que define áreas para deportes nauticos. (GESTION INTERSECTORIAL)	**COMPATIBLE CON RESTRICCIONES**
Extracción/Recolección legal de Algas	No se permite el acceso de vehículos a playa (Ord. Nro.2) Se debe utilizar vías de acceso preexistente, previa autorización de uso de servidumbre de Conaf. Extracción debe ser realizada en forma temporal, en ningún caso se permite establecimiento de infraestructura permanente. No es compatible con el OCB carnívoros (chungungo)	No es compatible con el uso recreativo de playas y roqueríos, por lo que no se permite en las zonas de uso público	Se debe realizar GESTION INTERSECTORIAL.	**COMPATIBLE CON RESTRICCIONES**
Usos potenciales				
Guardería para perros (Custodia; CANIL)	No es compatible con la conservación de carnívoros y guanacos al interior del Parque	No es compatible con los usos turísticos por posibles ruidos molestos	No es compatible con la gestión de un Parque Nacional. No existe personal suficiente para implementar un canil.	**NO COMPATIBLE**

Folio013220

Ciclovías; Arriendo de bicicletas; Estacionamiento de bicicletas (Potenciar Peralillo)	Se permite solamente una vez que existan ciclovías definidas y en los senderos indicados para aquello, para no afectar dinámica de carnívoros y ungulados silvestres. (VER RESTRICCIONES EN NORMATIVA)	Puede generar molestias en visitantes que utilizan senderos, por lo que solamente será posible utilizar bicicletas en ciclovías establecidas y en los senderos indicados para aquello. (VER RESTRICCIONES EN NORMATIVA)	No existe capacidad de gestionar el arriendo de bicicletas, por lo que de existir este servicio, deberá ser proporcionado por terceros, previa autorización del Director Regional.	**COMPATIBLE CON RESTRICCIONES**
Sendero acuático (Buceo recreativo) (limitado a Caleta, Bahía PA, área de manejo, buceo alrededor de la isla)	Acceso al mar en bote, evitando acercamiento a las rocas; número de personas por grupo, utilizar infraestructura de apoyo existente. No se permite el desembarco en las islas e islotes por potencial afectación a la fauna nidificante.	Podría verse afectado por la pesca artesanal, por lo que deben identificarse las zonas y horarios de ambos usos para que no se superpongan y no afecten la calidad de la experiencia del visitante.		**COMPATIBLE CON RESTRICCIONES**
Observación de cetáceos y delfines (Ruta)	Se deberá utilizar infraestructura de apoyo existente y servicios certificados. No se permite el ingreso al sector de rocas. No se permite el desembarco en las islas e islotes por potencial afectación a la fauna nidificante.		El servicio de observación de cetáceos deberá ser proporcionado por terceros, previa autorización del Director Regional.	**COMPATIBLE CON RESTRICCIONES**
Construcción de obras viales de alto impacto ambiental	No es compatible con los objetivos del ASP por su impacto potencial sobre especies de fauna silvestre como guanaco y carnívoros silvestres (atropellos) y sobre el ecosistema de serranías, el cual se vería degradado directamente y fragmentado, aumentando la posibilidad del ingreso de EEI.	No es compatible con los usos asociados al camping y senderismo, por disminuir de forma importante la tranquilidad y pasividad que buscan los visitantes del Parque.	No existe capacidad para controlar efectivamente los impactos potenciales de la ruta.	**NO COMPATIBLE**
Turismo aventura (RALLY; 4*4 (Guía))	No es compatible con los objetivos del ASP por su impacto potencial sobre especies de fauna silvestre como guanaco y carnívoros silvestres (atropellos) y sobre el ecosistema de serranías, el cual se vería degradado directamente por el tránsito de vehículos	No es compatible con los usos que buscan desarrollar actividades recreativas como contemplación de la naturaleza, investigación, interpretación ambiental entre otros al interior del ASP	No existe capacidad para controlar efectivamente el correcto uso de caminos por vehículos 4x4.	**NO COMPATIBLE**
Turismo astronómico Sector Sierra Vicuña Mackenna - C110			No existe capacidad de gestión por parte de CONAF para implementar y regular este uso turístico. Deberá ser proporcionado por terceros, previa	**COMPATIBLE CON RESTRICCIONES**

Folio013221

			autorización del Director Regional, en zonificación compatible.	
Fiesta de San Pedro (febrero) (Caleta, ritual en bote)	No se permite el desembarco en las islas e islotes por potencial afectación a la fauna nidificante. Se restringirá el uso de luminarias para evitar afectación a yuncos.			**COMPATIBLE CON RESTRICCIONES**

9.4. Definición de Zonas de uso

Tras el Análisis de compatibilidad de usos, se incorporan a esta evaluación territorial los OdeC definidos para la unidad y sus amenazas, para así poder determinar las Zonas de Uso del parque nacional. De esta forma, las zonas definidas son:

Uso especial de administración: Consiste en áreas que poseen una reducida extensión, cuyo objetivo es facilitar la gestión y administración del área silvestre protegida a través de infraestructura asociada (casas de administración, refugios, puestos de control, bodegaje, etc.), que aporte al cumplimiento de sus objetivos.

Uso público intensivo: Consiste en áreas que poseen características específicas de interés para el turismo, con paisajes sobresalientes, fácil accesibilidad, disponibilidad de recursos naturales (principalmente agua) y que se prestan para actividades recreativas relativamente densas y generación de infraestructura habilitante asociada a ellas.

Uso público extensivo: Consiste en áreas que poseen características específicas de interés para el turismo, con paisajes sobresalientes y que cuentan con infraestructura asociada a actividades recreativas de moderada o baja densidad (principalmente caminos, senderos interpretativos y miradores o estaciones de descanso). Se encuentran incluidos los senderos Las Arpas, La Hacienda, Los Peumos y La Leona.

Zona de Preservación: Consiste en áreas naturales de gran extensión que han recibido un mínimo de alteración y cuyo objetivo es la preservación de ecosistemas. No posee infraestructura asociada y se permite solamente el uso con fines científicos y de monitoreo para la gestión del área protegida.

En la Figura 29 se resume las diferentes zonas identificadas para el Parque Nacional Pan de Azúcar, en el mapa de Zonificación del Parque.

Folio013222

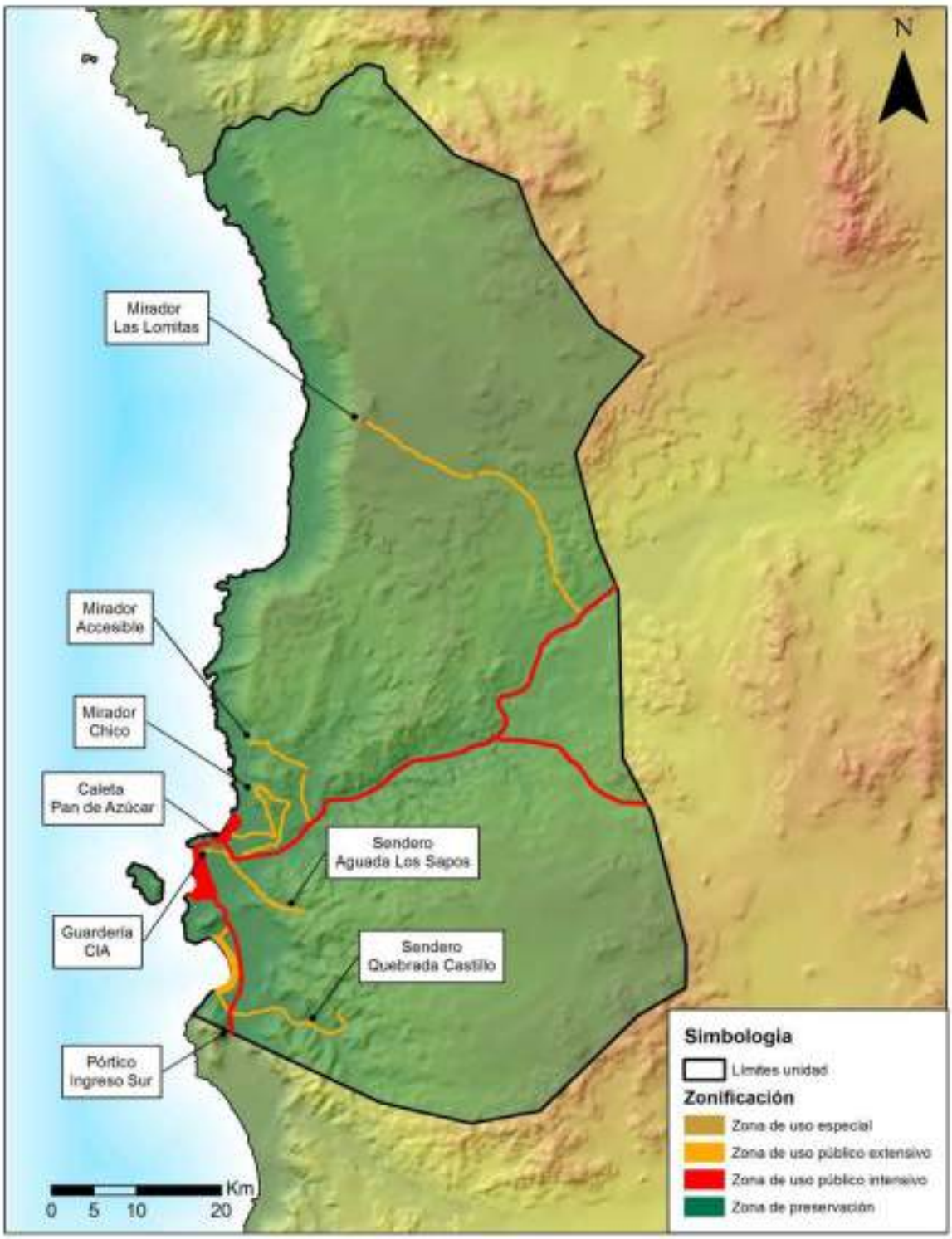


Figura 29. Mapa de Zonificación del PN Pan de Azúcar.

Folio013223

Fase 10. Normativa

La normativa asociada al Área Silvestre Protegida está dividida en (1) la ordenanza general del ASP y (2) las normas de uso del ASP. Para la primera se consideran todos los aspectos normativos dispuestos por ley, además de reglamentos y/o normativas internas de CONAF y de la ASP, y normativas sectoriales y del municipio o municipios correspondientes que pudiesen aplicar en el área protegida. La segunda deriva de la zonificación y del análisis de usos realizados durante la fase anterior (Fase 9)

10.1 Ordenanza general del ASP

DEL USO PÚBLICO

Artículo 1: Los usuarios de las ASP deberán cumplir en todo momento con las leyes y reglamentos vigentes, normativas internas de la CONAF y de la unidad, las ordenanzas municipales en cuyos territorios se encuentren situada la unidad y a las regulaciones que se establecen en los artículos siguientes.

Artículo 2: El uso público estará condicionado a la capacidad de carga de la unidad y a las condiciones ambientales específicas existentes, ya que un gran número de visitantes podría afectar negativamente sobre los recursos naturales y la calidad de la experiencia recreativa, así como la presencia de visitantes o el uso de zonas de picnic en días de alto riesgo de incendios podrían causar tanto graves daños a la biodiversidad del área protegida, como riesgos a la salud de los visitantes. Por ello, la administración podrá ejercer medidas administrativas tales como el cierre de senderos, zonas de camping y el cierre total de la unidad, entre otros, cuando fuere necesario.

Artículo 3: La recreación se realizará sobre la base de los escenarios naturales y ambientes propios del Parque, utilizándolos preferentemente en su condición natural y de manejo no consuntivo. Todas las actividades recreativas que se desarrollen en el interior del Parque deberán adecuarse a los objetivos y normas del presente Plan de Manejo. No se permitirán aquellas actividades recreativas que: (1) Interfieren con otros programas de manejo del ASP, (2) Presenten un peligro inminente para los visitantes involucrados en la actividad en cuestión o comprometan el disfrute de otros visitantes, (3) Alteren en forma significativa los recursos naturales y culturales tangibles e intangibles asociados al parque.

Todas las siguientes actividades quedan prohibidas para el visitante:

- Cortar y extraer vegetación silvestre.
- Cazar o capturar fauna silvestre (prohibido pescar con fines recreativos).
- Molestar a la fauna y/o proporcionarles alimentos.
- Introducir vegetales o animales, sean exóticos o nativos.
- Utilizar vehículos motorizados por vías no autorizadas.
- Dañar la infraestructura asociada al ASP.
- Crear nuevos senderos o caminos no habilitados para el uso público.
- Utilizar o derramar productos tóxicos y/o contaminantes.
- Arrojar basura u otros desperdicios.
- Acceder y/o acampar en áreas restringidas sin la autorización de la Administración del parque.
- Acceder a los sectores del ASP sin contar con información acerca del estado de los caminos, problemas climáticos, peligros objetivos, o grado de riesgo de las zonas visitadas.

Folio013224

Artículo 5: Se evitará la realización de actos y espectáculos que sean incompatibles con los objetivos del Parque y de sus programas de manejo y/o que afecten a los recursos naturales o culturales de ésta. Excepcionalmente podrán ser permitidos aquellos que no interfieren con el normal desarrollo del ASP, debiendo ser autorizadas por la Dirección Regional respectiva.

Artículo 6: La gestión del uso público dentro del ASP se guiará por los siguientes cinco pilares fundamentales:

1. Deberá ser compatible con los Objetos de Conservación del ASP.
2. Deberá considerar la accesibilidad social.
3. Deberá fomentar una mejor experiencia del visitante.
4. Deberá facilitar la administración del ASP.
5. Deberá considerar el beneficio a la comunidad local.

Lo anterior será norma tanto para actividades y usos gestionados por la administración, como para concesiones de cualquier tipo al interior del Área Protegida.

Artículo 7: Toda actividad recreativa que realicen empresas privadas deberá estar bajo el marco regulatorio, como son los Convenios o Contratos con los Operadores Turísticos, regulados por el Reglamento de Concesiones de Ecoturismo en ASP. Los futuros proyectos recreativos deberán ser presentados a la Dirección Regional de CONAF.

Artículo 8: La administración del Parque no se responsabilizará, en caso alguno por pérdidas, robos o hurtos que puedan afectar a los bienes de los visitantes. Éstos deberán tomar las medidas necesarias para su cuidado, resguardo y protección.

DE LAS MASCOTAS

Artículo 9. Se prohíbe el ingreso de toda clase de mascotas al área silvestre protegida, sea en áreas concesionadas, eventos recreativos, deportivos y/o comerciales. Igual prohibición rige para el personal de la Corporación Nacional Forestal.

Quedan exceptuados de esta prohibición los perros lazarillos acompañando a personas con capacidades diferentes, y de aquellos especialmente autorizados por la Administración del Parque para el manejo y control de especies exóticas invasoras, así como perros utilizados en tareas de rescate, seguridad y/o fiscalización.

DEL USO DEL FUEGO

Artículo 10: Se prohíbe encender fuego o la utilización de fuentes de calor, exceptuando aquellos lugares previamente definidos, demarcados y acondicionados por la administración de esta área.

Artículo 11: En particular, al interior del Parque, exceptuando aquellos lugares previamente definidos, demarcados y acondicionados por la administración de esta área, queda prohibido:

a) Fumar.

b) Lanzar elementos encendidos desde los vehículos o buses durante el trayecto al interior del Área Silvestre Protegida.

Folio013225

c) El uso de velas. (Excepto en situaciones de emergencia)

d) La eliminación de desperdicios o basuras por medio del fuego.

e) El uso de cocinillas portátiles y de parrillas.

f) El uso de fogatas de cualquier especie.

El incumplimiento de estas prohibiciones habilitará al personal de CONAF a la expulsión del infractor del Área Silvestre Protegida, así como a la respectiva denuncia a la Policía o al Ministerio Público.

DE LAS INVESTIGACIONES

Artículo 12: Todas las investigaciones científicas al interior del parque deberán contar con un permiso formal entregado por CONAF, en el cual se detallarán las actividades y metodologías que podrán ser realizadas durante el estudio. Si el proyecto contempla la captura o colecta de recursos biológicos, arqueológicos, geológicos o de otra índole, así como marcaje de individuos de flora y/o fauna, la demarcación de parcelas y de líneas de transecto permanente y, en general, cualquier otra actividad que conlleve una remoción o alteración de los rasgos de la unidad, ello deberá estar expresamente señalado en la solicitud, indicando las características esenciales de la intervención que se pretende realizar. Asimismo, debe señalarse todas las especies que serán objeto de captura y/o colecta (de individuos o material biológico), con su nombre común y científico.

El permiso otorgado representa solamente una autorización para realizar investigación al interior del SNASPE y no constituye de por sí un permiso de extracción ni exportación de especies con protección especial, tanto a nivel nacional como internacional, para lo cual deberán obtenerse los permisos específicos en caso de requerirlos.

Artículo 13: El equipo investigador deberá atenerse a las indicaciones sobre período, lugar y método de trabajo autorizados por CONAF. Se deberá tener especial consideración con los reglamentos propios del ASP y los horarios del personal.

Artículo 14: Los/ las investigadores/ as sólo podrán realizar los actos que se le autoricen en virtud del permiso otorgado, y deberán responder de todos los daños o perjuicios que pudieran causar a terceros, no teniendo CONAF o sus funcionarios responsabilidad alguna en los hechos.

Artículo 15: Salvo casos excepcionales autorizados expresamente por la oficina regional de CONAF, no se podrán efectuar colectas de cualquier índole en lugares de uso público tales como áreas de merienda y campismo, sitios donde se desarrollan educación ambiental, senderos de interpretación, áreas concurridas y en cualquier otro lugar que esté prohibido por CONAF.

Artículo 16: CONAF podrá, en forma excepcional, otorgar permisos para la extracción de recursos naturales o culturales considerados escasos o amenazados, solamente en aquellos casos en que se compruebe que dicha extracción contribuirá a mejorar el estado de conservación de estos recursos y ante la imposibilidad de poder obtenerlos fuera de las unidades del SNASPE.

Folio013226

DE LAS FILMACIONES

Artículo 17: Las filmaciones, grabaciones y fotografías para usos comerciales sólo serán permitidas mediante permisos formales, de acuerdo con el Reglamento de Filmaciones en Áreas Protegidas y otras normas especiales que defina la Dirección Regional.

Artículo 18: El uso de drones sólo se permitirá para fines administrativos, casos de emergencia, y con fines de investigación y filmación en los casos que no afecten los recursos del parque, ni la calidad de la experiencia recreativa de otros visitantes.

DEL USO DEL ESPACIO AÉREO

Artículo 19: El uso de helicópteros, drones y otras aeronaves sólo se permitirá para fines administrativos, casos de emergencia, y con fines de investigación y filmación en los casos que no afecten los recursos del parque, ni la calidad de la experiencia recreativa de otros visitantes.

DE LAS OBRAS

Artículo 20: No se permitirá la construcción de obras ajenas a la planificación y manejo del parque, procurando plantear soluciones fuera de ella. En caso de no ser posible y acorde con la legislación pertinente, se analizarán opciones específicas en distintos lugares dentro del área, en función de la zonificación y actividades contempladas en el plan de manejo.

Artículo 21: El diseño y localización de las obras debe ser compatible con aspectos de seguridad personal, conservación de los recursos naturales y culturales presentes, evitando o minimizando alteraciones o daños a dichos recursos. Se deberá utilizar un diseño que permita conjugar la calidad estética con la funcionalidad, integrando armónicamente las obras con el paisaje. El diseño debe comprender consideraciones relativas a proporciones, color, textura y localización, a fin de lograr una conjunción armónica, sin producir competencia entre atractivos y valores naturales, rasgos culturales asociados y obras artificiales.

Artículo 22: Sin perjuicio de lo anterior, la ejecución de obras, programas o actividades en el parque que no estén incluidas en el plan de manejo, en los casos en que la legislación respectiva lo permita, deberán someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental.

Artículo 23: No se permitirá ninguna instalación de instituciones, organizaciones o grupos destinada a uso privado exclusivo. En el caso que ellas sean para beneficio público (escuela, posta, retén, instalaciones recreativas con fines sociales, etc.) deberán ser autorizadas por la Dirección Regional, sin perjuicio del cumplimiento de la legislación y normativa que corresponda.

Artículo 24: La construcción de caminos debe considerarse sólo cuando sea imprescindible, debiendo someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Además, la construcción de caminos debe ser compatible con las normas de zonificación de la unidad.

Folio013227

DEL CONSEJO CONSULTIVO

Artículo 25: El Consejo Consultivo del Parque estará formado por todos los actores territoriales dentro del área de influencia del ASP que deseen formar parte de él. Este Consejo será formalizado mediante un Acta de Conformación, la cual será actualizada anualmente.

Artículo 26: Los acuerdos y convenios formales realizados con la comunidad local, a través del consejo consultivo u otro, deben ser compatibles con los objetivos y la visión planteados para el área protegida.

Artículo 27: Se promoverá la participación de la comunidad local, a través del consejo consultivo u otras instancias, para la gestión del área protegida.

DEL MANEJO DE FLORA Y FAUNA SILVESTRE

Artículo 28: Solamente se permitirá el manejo de flora y fauna silvestre vinculado a los objetivos de manejo del parque por parte de la administración o por medio de convenios formales.

Artículo 29: No se permitirá la liberación, translocación o reintroducción de especies de flora o fauna silvestre, a menos que lo anterior sea autorizado por la Dirección Regional y cuente con estudios técnicos respectivos y/o un análisis de riesgos asociados. Sin perjuicio de lo anterior, esta actividad deberá contar con los permisos legales correspondientes emanados del Servicio Agrícola y Ganadero.

DEL MANEJO DE RECURSOS NATURALES Y CULTURALES

Artículo 30: Se protegerán las fuentes de agua y los sistemas hidrológicos naturales, manteniendo, regulando o mejorando la cantidad y calidad del agua. Para efectos de terceros, el uso y aprovechamiento de las aguas se considerará como una “obra, programa o actividad” que deberá someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) en la forma que lo dispone la letra p del artículo 10° de la Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, debiendo tener en cuenta lo dispuesto al final de dicha referencia que señala “...en los casos que la legislación respectiva lo permita”.

Artículo 31: No se permitirá la extracción de materiales como tierra, ripio, arena, bolones, etc. Eventualmente, se exceptuarán de esta norma las necesidades propias del parque, las que serán expresamente autorizadas por la Dirección Regional, debiéndose contar con los estudios técnicos que contemplen las medidas de mitigación correspondientes.

Artículo 32: Las manifestaciones y elementos culturales existentes deberán permanecer en el parque como parte del patrimonio cultural nacional asociado a los ambientes naturales. No obstante lo anterior, se permitirá la extracción y/o traslado, de objetos, previa coordinación entre CONAF y el Consejo de Monumentos Nacionales, para fines de investigación, difusión y restauración, cuando ello sea necesario.

Folio013228

Artículo 33: Se permitirán las labores de conservación, puesta en valor e interpretación de objetos culturales, siempre y cuando consideren el entorno natural y no impliquen riesgo de destrucción del recurso cultural, la naturaleza o de la seguridad para el visitante.

Artículo 34: Toda excavación de carácter científico o arqueológico al interior de las unidades deberá contar con la autorización previa de CONAF y del Consejo de Monumentos Nacionales, de acuerdo a lo estipulado en la Ley N° 17.288.

DE LAS CONCESIONES

Artículo 35. Según lo establece la Ley de Bosques de 1931 y sus modificaciones posteriores, CONAF tiene la facultad de celebrar toda clase de contratos y ejecutar los actos que sean necesarios para lograr un mejor aprovechamiento de los Parques Nacionales y Reservas Forestales. También podrá establecer y cobrar derechos y tarifas por el acceso de público a dichas áreas (Art. 10).

Artículo 36. De conformidad a lo dispuesto en la Ley de Turismo (Ley N°20.423), podrán otorgarse concesiones turísticas en Áreas Silvestres Protegidas mediante licitación pública, privada, nacional o internacional, o directamente, en casos debidamente fundados. Sin embargo, sólo se podrán desarrollar actividades turísticas cuando sean compatibles con sus objetos de protección (Objetos de Conservación), debiendo asegurarse la diversidad biológica, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental.

Artículo 37. Las concesiones turísticas dentro del ASP se guiarán por los cinco pilares fundamentales del uso público (1. deberán ser compatibles con los Objetos de Conservación del ASP; 2. deberán considerar la accesibilidad social y universal; 3. deberán fomentar una mejor experiencia del visitante; 4. deberán facilitar la administración del ASP y 5. deberán considerar el beneficio a la comunidad local).

Artículo 38. Toda actividad recreativa que realicen empresas privadas deberá estar bajo el marco regulatorio, como son los Convenios o contratos con los Operadores Turísticos, regulados por el Reglamento de Concesiones de Ecoturismo en ASP. Los futuros proyectos recreativos deberán ser presentados a la Dirección Regional de CONAF.

Folio013229

10.2 Normas de uso del ASP

Las normas de uso asociadas a cada Zona de uso del área silvestre protegida estarán basadas en la evaluación de compatibilidad de los usos con los objetivos de conservación, con otros usos y con la gestión del área protegida (Tabla 30).

Tabla 30. Normativa para las zonas de uso definidas en el Plan de Manejo.

Zona de Uso	Normas de Uso
Uso Especial de Administración	**Admisible sin limitaciones** ▪ Operación de instalaciones de protección, control y administración. ▪ Desarrollo y operación de instalaciones de investigación. ▪ Desarrollo y aplicación de instrumentos de ordenamiento territorial mediante planificación específica, planes de sitio, intensidad de uso público y desarrollo integral. **Admisible con regulación de planificación** ▪ Restauración de sitios arqueológicos o históricos degradados y frágiles ▪ Manejo de la fauna ▪ Intervención de restauración de sustratos degradados **Normas específicas** ▪ Se debe procurar minimizar el impacto visual de instalaciones u obras, mediante modificaciones que armonicen con el paisaje. ▪ Se deben retirar, aquellas instalaciones u obras cuya presencia no es estrictamente necesaria. ▪ La eliminación de residuos y basuras deberá hacerse en lugares que se destinarán especialmente para ello.
Uso Público Intensivo	**Admisible sin limitaciones** ▪ Diseño, desarrollo y mejoramiento de instalaciones de protección, control y administración.

	▪ Intervención de restauración de sustratos degradados. ▪ Servicios de educación e interpretación ambiental en ambientes libres. ▪ Desarrollo y aplicación de instrumentos de ordenamiento territorial mediante planificación específica, planes de sitio, intensidad de uso público y desarrollo integral. ▪ Desarrollo de servicios de ecoturismo. **Admisible previa evaluación del impacto ambiental** ▪ Desarrollo de servicios e infraestructura de ecoturismo concentrado. ▪ Todos aquellos programas, obras o actividades que produzcan o generen impactos relevantes y que se encuentran contemplados en la Ley. **Normas específicas** ▪ El diseño y construcción de las facilidades al visitante, deberán ajustarse a normas que contemplen una estricta armonía con el medio ambiente natural. ▪ Se permiten concentraciones relativamente altas de visitantes y de las instalaciones para entregar servicios a estos como, venta de souvenires, cafetería, servicios higiénicos, etc. ▪ Solamente se permitirán servicios de alimentación proporcionados por la comunidad local inserta y/o aledaña y concesiones que así lo estipulen en sus contratos vigentes a la fecha de publicación de éste documento. Deben cumplir con las normativas sectoriales vigentes. ▪ La áreas de camping del parque son 5: Sector Playa Soldado, Sector Playa Los Piqueros, Sector Playa Piqueros Norte, Sector Caleta Pan de Azúcar y Sector Playa Pan de Azúcar. ▪ Se prohíbe el acercamiento a menos de 50 metros de la isla Pan de Azúcar por el impacto en la conducta de los pingüinos y fauna en general. No se permite el desembarco de personas ajenas a la corporación en las islas e islotes por potencial afectación a la fauna nidificante. ▪ Los paseos en botes deberán ser realizados por prestadores de servicios locales registrados y/o certificados por el SERNATUR, y además cumplir con lo estipulado en el Estudio de Capacidad de Carga realizado el año 2016 por CONAF. ▪ Según lo dispuesto por Capitanía de Puerto de Chañaral en Ordinario Nº12.000/33/ VRS de 2014, las playas del Parque Nacional no se encuentran habilitadas para el baño.

Folio013231

	▪ No se permite el ingreso y tránsito de vehículos en sectores del borde costero, ríos y lagos (Orden Ministerial. Nro.2 del 15 de enero de 1998) ▪ Se permite la extracción de algas pardas en los sectores del borde costero del parque, tales como: Collajas, Bufadero, Playa Soldado. actividad que deberá ser realizada en forma temporal, donde en ningún caso se permitirá el establecimiento de infraestructura permanente. ▪ Se permitirá el uso de bicicletas en los senderos establecidos para ello. ▪ La accesibilidad al parque nacional estará compuesta por: Ruta C-120 que conecta la ciudad de Chañaral con la Caleta Pan de Azúcar; Ruta C-110 que conecta la Caleta Pan de Azúcar con Ruta 5 Norte; y Ruta C-112 que se desprende de Ruta C-110 terminando en Ruta 5 Norte. No se consideran otras rutas de uso público al interior del parque. ▪ Queda prohibido las actividades de turismo aventura tales como Rally y circuitos 4x4 por todo el parque nacional. ▪ Se permitirá las actividades recreativas, turísticas y educativas asociadas al turismo astronómico en los sectores interiores del parque, en lo que se refiere a la zona comprendida como Sierra de Vicuña Mackenna. ▪ Queda prohibido la práctica del parapente en todo el territorio del parque, considerando los riesgos asociados para los visitantes y la limitada capacidad de respuesta del sistema de seguridad del parque.
Uso Público Extensivo	**Admisible sin limitaciones** ▪ Preservación y restauración de paisajes de valor considerable. ▪ Preservación y restauración de comunidades de alto valor ecológico. ▪ Preservación y restauración de formaciones o asociaciones vegetales de alto valor natural. ▪ Preservación y restauración de zonas de biotopos faunísticos de alto valor natural. ▪ Preservación y restauración de sistemas hídricos y ambientes húmedos. • Preservación de sitios arqueológicos o históricos de alto valor. ▪ Servicios de educación e interpretación ambiental en ambientes libres. ▪ Desarrollo de servicios de ecoturismo extensivo. **Practicable exclusivamente donde corresponda o se autorice** ▪ Operación de instalaciones de protección, control y administración. ▪ Investigación científica.

Folio013232

	Admisible con regulación de planificación ▪ Restauración de sitios arqueológicos o históricos degradados y frágiles. ▪ Diseño, desarrollo y mejoramiento de instalaciones de protección, control y administración. ▪ Desarrollo y aplicación de instrumentos de ordenamiento territorial mediante planificación específica, planes de sitio, intensidad de uso público y desarrollo integral. **Admisible previa evaluación del impacto ambiental** ▪ Dado que esta zona no requiere de instalaciones ni uso significativo de los recursos del medio físico, no se contempla la ejecución de actividades con impactos relevantes y que deban someterse al sistema de evaluación ambiental, no obstante, deberá realizarse en forma excepcional para aquellos programas, obras o actividades que se encuentran contemplados en la Ley. **Normas específicas** ▪ Se permitirá el uso público general, pero no concentrado. ▪ Se permitirá el tránsito en vehículo y a pie, sólo por las vías y senderos habilitados para estos fines. ▪ Los caminos vehiculares existentes deberán utilizarse en velocidades prudentes y según lo dispuesto por la normativa. ▪ Se permitirá la construcción de miradores con estacionamiento vehicular en lugares de observación de fauna y atractivos escénicos relevantes, y todo tipo de señalización compatible con los objetivos de la zona.
Preservación	**Admisible sin limitaciones** ▪ Preservación de ambientes de mayor unicidad y representatividad de la diversidad biológica. ▪ Preservación de sitios arqueológicos o históricos de alto valor. ▪ Preservación de paisajes de valor considerable. ▪ Preservación de formaciones geomorfológicas de alta singularidad. ▪ Preservación de formaciones o asociaciones vegetales de alto valor natural. ▪ Preservación de zonas de biotopos faunísticos de alto valor natural. ▪ Preservación de sistemas hídricos y ambientes húmedos. ▪ Preservación de comunidades de alto valor ecológico.

Folio013233

	Practicable exclusivamente donde corresponda o se autorice ▪ Restauración de paisajes de valor considerable. ▪ Operación de instalaciones de protección, control y administración. ▪ Investigación científica. **Admisible con regulación de planificación** ▪ Diseño, desarrollo y mejoramiento de instalaciones de protección, control y administración. ▪ Intervención de restauración de sustratos degradados. ▪ Restauración de sitios arqueológicos o históricos degradados y frágiles. ▪ Manejo de la fauna. **Admisible previa evaluación del impacto ambiental** ▪ Cuando corresponda. **Normas específicas** ▪ Se permitirán las actividades de monitoreo ambiental considerando técnicas que no generen impactos significativos sobre los recursos naturales. ▪ Los caminos o huellas aptas para vehículos, actualmente presentes en esta zona, solo serán usados para fines operativos de la Unidad o terceros debidamente autorizados. ▪ Se permitirá la investigación científica, siempre que no vaya en detrimento de los recursos naturales, para lo cual se deberá contar con la autorización correspondiente, según lo establece el Reglamento de Investigación de las Áreas Silvestres Protegidas. ▪ Se permitirá una señalización mínima en forma rústica. ▪ No se permitirá el desembarco en la Isla Pan de Azúcar, salvo para labores de investigación y/o monitoreo, debidamente autorizadas. ▪ No se permitirá la realización de actividades que puedan afectar, directa o indirectamente los recursos o testimonios presentes en esta zona, y en el Parque en general, excepto las actividades que sean expresa y formalmente autorizadas.

Folio013234

Fase 11. Planificación del monitoreo

11.1 El diseño del monitoreo

En el análisis de viabilidad (Fase 4) se definió indicadores para los objetos de conservación, como también objetivos y metas. Sin embargo, es evidente que estos indicadores deben ser monitoreados y el cumplimiento de objetivos y metas debe ser seguido en el tiempo. Lo anterior, permite evaluar la efectividad del manejo, adaptarlo, rendir cuentas a la sociedad e informar al público y comunidad local.

Como se mencionó en la Fase 4, los indicadores tienen que ser medibles, precisos, consistentes y sensibles (Sepúlveda *et al*., 2015).

En las Tablas 30 y 31 se describe el programa de monitoreo para cada objeto de conservación y amenaza del parque, respectivamente. El diseño del monitoreo de cada uno de los componentes y sus indicadores (objetos de conservación y amenazas) será desarrollado en un plan de monitoreo específico para el Parque, a desarrollarse durante el año 2018.

Tabla 31. Programa de monitoreo para los objetos de conservación del Parque Nacional Pan de Azúcar.

Objeto de Conservación Biológico	Objetivo	Indicador	Metodología	Frecuencia
Guanaco	Al año 2021 se registrará al menos 70 (monitoreo estival 2017) individuos de guanaco al interior del parque nacional.	N° de individuos de guanaco registrados en temporada estival	Censo estival de guanaco	Anual
	Al año 2021 la abundancia relativa de guanacos al interior del parque nacional se mantiene igual o mayor a la registrada el año 2018.	Índice de abundancia relativa (N° de registros de guanacos /100 noches CT	Monitoreo mediante cámaras trampa	Anual
	Al año 2021 el porcentaje de sitios ocupados por guanacos al interior del parque nacional se mantiene igual o mayor a lo registrado el año 2018.	Porcentaje de ocupación de sitio (N° CT con registro de guanacos/N° total de CT instaladas)	Monitoreo mediante cámaras trampa	Anual
Copiapoas	Para el año 2027 la riqueza de especies de Copiapoas del parque nacional será igual a lo registrado el año 2019.	N° de especies del género Copiapoa	Transectos de monitoreo de copiapoas	2 años
	Para el año 2027 la abundancia relativa de Copiapoas del parque nacional será igual a lo registrado el año 2019.	N° de individuos de Copiapoas/200 m2	Transectos de monitoreo de copiapoas	2 años
Carnívoros	Para el año 2021 la abundancia relativa de carnívoros terrestres al interior del parque nacional será igual o mayor a la registrada el año 2018.	Índice de abundancia relativa (N° de registros de carnívoros terrestres/100 noches CT)	Monitoreo mediante cámaras trampa	Anual

Folio013235

	Para el año 2021 el porcentaje de ocupación de sitio por carnívoros terrestres al interior del parque nacional será igual o mayor a lo registrado en el 2018.	Porcentaje de ocupación de sitio (N° CT con registros de carnívoros terrestres/N° total de CT instaladas)	Monitoreo mediante cámaras trampa	Anual
	Para el año 2023 la abundancia relativa de chungungo al interior del parque nacional será igual o mayor a lo registrado el año 2019.	N° de individuos de chungungos/transecto (marino)	Transectos costeros de monitoreo de chungungo	Anual
Ecosistema de lomitas, serranías y aguadas	Para el año 2021 la riqueza de especies de flora en aguadas dentro del ecosistema de lomitas, serranías y aguadas será igual a lo registrado en el 2017.	N° de especies de flora en aguadas	Parcelas de monitoreo de vegetación en aguadas	2 años
	Para el año 2021 el porcentaje de área cubierta por vegetación en el ecosistema de lomitas, serranías y aguadas será igual o mayor a lo registrado en el 2017. Evaluar factibilidad de implementación de este monitoreo. Evaluar eliminación.	Porcentaje área cubierta por vegetación	Análisis SIG	4 años
	Al año 2021 el porcentaje de sitios ocupados por carnívoros terrestres en el ecosistema de lomitas, serranías y aguadas en el ecosistema se mantiene igual o mayor a lo registrado en 2018.	N° de CT en el ecosistema de lomitas con registros de carnívoros/N° total de CT instaladas en el ecosistema de lomitas.	Monitoreo mediante cámaras trampa	Anual
	Al año 2021 el porcentaje de sitios ocupados por guanacos en el ecosistema de lomitas, serranías y aguadas se mantiene igual o mayor a lo registrado en 2018.	N° de CT en el ecosistema de lomitas con registros de guanaco/N° total de CT instaladas en el ecosistema de lomitas.	Monitoreo mediante cámaras trampa	Anual
	Al año 2024 el porcentaje de raíces expuestas y presencia de canalículos en el Farellón costero es igual o menor a lo registrado en 2020.	N° de raíces expuestas y N° de canalículos / transecto	Transectos de monitoreo de erosión del farellón costero	2 años
Ecosistema de playas y roqueríos	Para el año 2021 la riqueza de aves costeras en el ecosistema de playas y roqueríos será de al menos de 19 especies.	N° de especies de aves costeras	Transectos costeros de monitreo de avifauna	Anual
	Para el año 2021 la abundancia de Pilpilén al interior del ecosistema de playas y roqueríos será igual o mayor a la registrada el año 2017.	N° de individuos de Pilpilén/transecto	Transectos costeros de monitreo de avifauna	Anual
	Para el año 2021 la abundancia de Piqueros al interior del ecosistema de playas y roqueríos será de al menos 1000 individuos.	N° de individuos de Piquero/transecto	Transectos costeros de monitreo de avifauna	Anual
	Para el año 2021 la abundancia de Playeros al interior del ecosistema de playas y roqueríos será mayor a 300 individuos.	N° de individuos de Playeros/transecto	Transectos costeros de monitreo de avifauna	Anual
	Para el año 2023 el porcentaje de ocupación del chungungo al interior del ecosistema de playas y roqueríos será igual o mayor a la registrada en 2019.	Presencia de chungungos por transecto realizado/N° de transectos realizados * 100	Transectos costeros de monitoreo de chungungo	2 años

Folio013236

Isla Pan de Azúcar e islotes adyacentes	Al año 2021 se registrará al menos 2000 individuos de pingüino de humboldt al interior de la Isla Pan de Azúcar e Islotes adyacentes.	N° de individuos de pingüino de humboldt registrados en temporada estival	Censo estival de pingüinos	Anual
	Al año 2021 el número y superficie de yunqueras activas será mayor o igual a 13 yunqueras y 2,9 há al interior de la Isla Pan de Azúcar e Islotes adyacentes.	N° y superficie de yunqueras activas	Censo de yunqueras / DRON	Anual
	Para el año 2023 la abundancia relativa del chungungo al interior de la Isla Pan de Azúcar e Islotes adyacentes será igual o mayor a la registrada el año 2019.	N° de individuos de chungungo/transecto marino	Transectos marinos de monitoreo de chungungo	Anual
	Para el año 2021 la abundancia relativa del lobo de un pelo al interior de la Isla Pan de Azúcar e Islotes adyacentes será igual o mayor a 100 individuos.	N° de individuos de lobo de un pelo/transecto (marino)	Censo de lobo marino	Anual
	Para el año 2021 la riqueza de aves costeras insulares en la Isla Pan de Azúcar e Islotes adyacentes será igual o mayor a lo registrado el año 2018.	N° de especies de aves costeras insulares	Transectos marinos de monitoreo de aves costeras insulares	Anual
Testimonios de los Camanchacos	Al año 2030 se mantiene el 100% de los sitios arqueológicos descritos el año 2021.	Presencia de sitios como senderos, caminos, huellas, tranqueras, portezuelos, pircas, sitios mineros. E infraestructuras. (Sitios existentes en el año t / Sitios conocidos en el año 0) x 100	Inventario de sitios arqueológicos	2 años
	Al año 2030 el número de sitios arqueológicos descritos deteriorados es menor al registrado el año 2021.	Nivel de daño sobre la infraestructura derivado de actividades antrópicas (saqueo, vandalismo perturbación, obras) y causas de origen natural	Protocolo de evaluación de sitios arqueológicos	2 años
Otrora Puerto San José de Pan de Azúcar	Al año 2030 se mantiene el 100% de los sitios históricos descritos el año 2021.	Presencia de sitios como senderos, caminos, huellas, tranqueras, portezuelos, pircas, sitios mineros. E infraestructuras. (Sitios existentes en el año t / Sitios conocidos en el año 0) x 100	Inventario de sitios históricos	2 años
	Al año 2030 el número de sitios históricos descritos deteriorados es menor al registrado el año 2021.	Nivel de daño sobre la infraestructura derivado de actividades antrópicas (saqueo, vandalismo, perturbación, obras) y causas de origen natural	Protocolo de evaluación de sitios históricos	2 años
	Al año 2027 el % de personas de la comunidad de la Caleta Pan de Azúcar y Chañaral con conocimiento de al menos 1 historia local es mayor al 50%	% de personas encuestadas con conocimiento de al menos 1 historia local	Encuesta sobre la historia local	2 años

Folio013237

Tabla 32. Programa de monitoreo para las amenazas del Parque Nacional Pan de Azúcar.

Amenaza	Meta	Indicador	Metodología	Frecuencia
Construcción, reposición y conservación de caminos	Al año 2019, todos los proyectos de conservación, reparación y construcción de caminos al interior del parque cumplen con los requerimientos y se desarrollan bajo los estándares de CONAF	% de proyectos de conservación, reparación y construcción de caminos al interior del parque que cumplen con los requerimientos y se desarrollan bajo los estándares de CONAF	Análisis de proyectos de conservación, reparación y construcción de caminos	2 años
Vandalismo	Al año 2021 no se registran actos de vandalismo que dañen o deterioren los recursos culturales del parque	N° de eventos de vandalismo registrados	Monitoreo mediante Patrullajes	Anual
Presencia de perros	Al año 2025 se reduce la abundancia y distribución de perros al interior del parque en al menos un 60%	Porcentaje de ocupación de sitio (N° CT con registros de perros/N° total de CT instaladas)	Monitoreo mediante cámaras trampa	Anual
Contaminación hídrica (marina) por desechos mineros	Al año 2025 los niveles de contaminantes marinos son menores a los registrados en 2017	Concentración de contaminantes	Estudio del nivel de contaminación marina	4 años
Extracción irregular de algas	Al año 2025 no se registra extracción ilegal de algas y se desarrolla extracción sustentable del recurso al interior del parque	N° de eventos de extracción ilegal de algas	Monitoreo mediante Patrullajes	Anual
Perturbación / Alteración antrópica	Al año 2021 no se observan signos de perturbación directa de visitantes o de la comunidad local hacia la fauna silvestre y recursos culturales del parque	N° de eventos de perturbación registrados	Monitoreo mediante Patrullajes	Anual
Contaminación lumínica	Al año 2021 no se registra mortalidad de yuncos debido al uso de luces nocturnas	N° de individuos de yunco registrados muertos por colisión en zonas de uso de luces	Monitoreo mediante Patrullajes	Anual
	Al año 2021 no se producen reclamos de turistas por el uso indebido de luminarias en el parque	N° de eventos de reclamos de turistas	Registro de reclamos de visitantes	Anual
Caza ilegal de fauna nativa	Entre los años 2019 y 2025 no se registra ningún evento de caza de fauna nativa en el parque y su área de influencia	N° de eventos de caza ilegal registrados	Monitoreo mediante Patrullajes	Anual

Folio013238

Fase 12. Plan operativo de largo plazo (POLP).

12.1 Descripción del proceso y Programas de Manejo

Esta Fase del Plan de Manejo ayuda a la implementación de lo planificado al describir – a grandes rasgos- quién, cómo, cuándo y con qué financiamiento se realizará lo planificado en al menos, los próximos 6 años. Esto es, se desarrollará las actividades, el presupuesto asociado y el calendario de trabajo para los próximos 6 años. Este Plan Operativo de Largo Plazo (Tabla 32, Anexo 7) se basó en una Matriz de Planificación del Área Protegida (Anexo 8), en la cual se puede observar la trazabilidad completa entre estrategias, actividades, objetivos generales, objetivos de manejo, resultados finales y resultados intermedios.

Folio013239

Tabla 33. Plan Operativo de Largo Plazo (POLP) del Parque Nacional Pan de Azúcar

Estrategia General	Sub-estrategia	Actividad	Programa de Manejo	Fuente de Cumplimiento	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Fuente de financiamiento (GASP, Fondo terceros, otro)	Responsable
2. Manejo de tierras y agua	2.1 Manejo del sitio o área	Elaborar plan de manejo de sitio para una administración efectiva de la zona norte del parque	Operaciones	documento elaborado			$ 2.000.000				Gasp	Jefe Dasp
	2.1 Manejo del sitio o área	Implementar manejo de sitio para una administración efectiva de la zona norte del parque	Operaciones	informe				$ 25.000.000	$ 15.000.000	$ 15.000.000	Gasp - Fondo Terceros	Jefe Dasp - Administrador
	2.2 Control de especies invasoras o problemáticas (perros)	Elaborar diagnóstico y/o catastro de la situación actual de perros en el Parque	Conservación biodiversidad	documento elaborado	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	Gasp	Administrador - Endo. Programa
	2.2 Control de especies invasoras o problemáticas (perros)	Elaborar plan de control de perros	Conservación biodiversidad	documento elaborado	$ 500.000						Gasp	Administrador - Endo. Programa
	2.2 Control de especies invasoras o problemáticas (perros)	Implementar plan de control de perros	Conservación biodiversidad	informe	$ 5.000.000	$ 2.500.000	$ 2.500.000	$ 2.500.000	$ 2.500.000	$ 2.500.000	Gasp	Administrador - Endo. Programa

Folio013240

4. Educación y Sensibilización	4.1 Educación e interpretación ambiental; 4.2 Sensibilización y comunicación	Elaborar Plan de sensibilización y comunicación para evitar trazado de carretera por el interior del Parque	Uso publico	documento elaborado	$ 500.000						Gasp	Administrador - Endo. Programa
	4.1 Educación e interpretación ambiental; 4.2 Sensibilización y comunicación	Implementar Plan de sensibilización y comunicación para evitar trazado de carretera por el interior del Parque	Uso publico	informe		$ 1.000.000	$ 1.000.000	$ 1.000.000			Gasp	Administrador - Endo. Programa
	4.1 Educación e interpretación ambiental; 4.2 Sensibilización y comunicación	Elaborar Plan de educación y sensibilización para reducir el vandalismo sobre objetos culturales	Uso publico	documento elaborado				$ 500.000			Gasp	Administrador - Endo. Programa
	4.1 Educación e interpretación ambiental; 4.2 Sensibilización y comunicación	Implementar Plan de educación y sensibilización para reducir el vandalismo sobre objetos culturales	Uso publico	informe					$ 1.000.000	$ 1.000.000	Gasp	Administrador - Endo. Programa
	4.1 Educación e interpretación ambiental; 4.2 Sensibilización y comunicación	Elaborar Programa de Educación en tenencia responsable	Uso publico	documento elaborado	$ 500.000						Gasp	Administrador - Endo. Programa

Folio013241

4.1 Educación e interpretación ambiental; 4.2 Sensibilización y comunicación	Implementar Programa de Educación en tenencia responsable	Uso publico	informe		$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	Gasp	Administrador - Endo. Programa
4.1 Educación e interpretación ambiental; 4.2 Sensibilización y comunicación	Elaborar Plan de sensibilización para el control de perros	Uso publico	documento elaborado	$ 500.000						Gasp	Administrador - Endo. Programa
4.1 Educación e interpretación ambiental; 4.2 Sensibilización y comunicación	Implementar Plan de sensibilización para el control de perros	Uso publico	informe		$ 1.000.000	$ 1.000.000	$ 1.000.000	$ 1.000.000	$ 1.000.000	Gasp	Administrador - Endo. Programa
4.1 Educación e interpretación ambiental; 4.2 Sensibilización y comunicación	Elaborar Plan de sensibilización y comunicación para reducir la contaminación hídrica	Uso publico	documento elaborado				$ 500.000			Gasp	Administrador - Endo. Programa
4.1 Educación e interpretación ambiental; 4.2 Sensibilización y comunicación	Implementar Plan de sensibilización y comunicación para reducir la contaminación hídrica	Uso publico	informe					$ 500.000	$ 500.000	Gasp	Administrador - Endo. Programa

Folio013242

	4.1 Educación e interpretación ambiental; 4.2 Sensibilización y comunicación	Elaborar Programa de Educación y sensibilización en buenas prácticas de extracción de algas y para reducir la extracción irregular de algas	Uso publico	documento elaborado	$ 500.000						Gasp	Administrador - Endo. Programa
	4.1 Educación e interpretación ambiental; 4.2 Sensibilización y comunicación	Implementar Programa de Educación y sensibilización en buenas prácticas de extracción de algas y para reducir la extracción irregular de algas	Uso publico	informe		$ 1.000.000	$ 1.000.000	$ 1.000.000	$ 1.000.000	$ 1.000.000	Gasp	Administrador - Endo. Programa
	4.1 Educación e interpretación ambiental; 4.2 Sensibilización y comunicación	Elaborar Programa de Educación y sensibilización en buenas prácticas turísticas	Uso publico	documento elaborado			$ 500.000				Sernatur - subturismo	Administrador - Endo. Programa
	4.1 Educación e interpretación ambiental; 4.2 Sensibilización y comunicación	Implementar Programa de Educación y sensibilización en buenas prácticas turísticas	Uso publico	informe				$ 1.000.000	$ 1.000.000	$ 1.000.000	Sernatur - subturismo	Administrador - Endo. Programa

Folio013243

	4.1 Educación e interpretación ambiental; 4.2 Sensibilización y comunicación	Elaborar Plan de educación y sensibilización para reducir la contaminación lumínica	Uso publico	documento elaborado		$ 500.000					Gasp	Administrador - Endo. Programa
	4.1 Educación e interpretación ambiental; 4.2 Sensibilización y comunicación	Implementar Plan de educación y sensibilización para reducir la contaminación lumínica	Uso publico	informe			$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	Gasp	Administrador - Endo. Programa
	4.1 Educación e interpretación ambiental; 4.2 Sensibilización y comunicación	Elaborar Plan de educación y sensibilización para reducir la caza ilegal de guanaco	Uso publico	documento elaborado		$ 500.000					Gasp	Administrador - Endo. Programa
	4.1 Educación e interpretación ambiental; 4.2 Sensibilización y comunicación	Implementar Plan de educación y sensibilización para reducir la caza ilegal de guanaco	Uso publico	informe			$ 1.000.000	$ 1.000.000	$ 1.000.000	$ 1.000.000	Gasp	Administrador - Endo. Programa
5. Leyes y Políticas	5.1 Legislación; 5.2 Políticas y reglamentos	Elaborar Reglamento o normativa del uso de luminarias en el Parque	Operaciones	documento elaborado		$ 1.500.000					Gasp	Jefe Dasp - Administrador
	5.1 Legislación; 5.2 Políticas y reglamentos	Implementar Reglamento o normativa del uso de luminarias en el Parque	Operaciones	informe			$ 1.000.000	$ 1.000.000	$ 1.000.000	$ 1.000.000	Gasp	Jefe Dasp - Administrador

Folio013244

	5.4 Fiscalización y control	Elaborar un plan de fiscalización y control de ingreso	Operaciones	documento elaborado	$ 500.000						Gasp	Administrador - Endo. Programa
	5.4 Fiscalización y control	Implementar el plan de fiscalización y control de ingreso	Operaciones	informe		$ 1.000.000	$ 1.000.000	$ 1.000.000	$ 1.000.000	$ 1.000.000	Gasp	Administrador - Endo. Programa
	5.4 Fiscalización y control	Elaborar un plan de fiscalización y control de ingreso de perros	Conservación biodiversidad	documento elaborado	$ 500.000						Gasp	Administrador - Endo. Programa
	5.4 Fiscalización y control	Implementar el plan de fiscalización y control del ingreso de perros	Conservación biodiversidad	informe		$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	Gasp	Administrador - Endo. Programa
	5.4 Fiscalización y control	Fomentar y apoyar la fiscalización y control de contaminación por actividad minera	Conservación biodiversidad	informe/minuta			$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	Gasp	Administrador - Endo. Programa
	5.4 Fiscalización y control	Elaborar un plan de fiscalización y control de ingreso de extractores ilegales	Operaciones	documento elaborado	$ 500.000						Gasp	Administrador - Endo. Programa
	5.4 Fiscalización y control	Implementar el plan de fiscalización y control de ingreso de extractores ilegales	Operaciones	informe		$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	Gasp	Administrador - Endo. Programa
	5.4 Fiscalización y control	Elaborar un plan de fiscalización y control de uso de luminarias	Operaciones	documento elaborado		$ 500.000					Gasp	Administrador - Endo. Programa

Folio013245

	5.4 Fiscalización y control	Implementar el plan de fiscalización y control de uso de luminarias	Operaciones	informe			$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	Gasp	Administrador - Endo. Programa
	5.4 Fiscalización y control	Elaborar un plan de fiscalización y control de caza ilegal	Operaciones	documento elaborado		$ 500.000					Gasp	Administrador - Endo. Programa
	5.4 Fiscalización y control	Implementar el plan de fiscalización y control de caza ilegal	Operaciones	informe			$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	Gasp	Administrador - Endo. Programa
6. Sustento, economía y otros incentivos	6.1 Empresas vinculadas y alternativas de sustento	Identificar potenciales alternativas de sustento para la comunidad a la extracción de algas	Operaciones	documento elaborado								Administrador
	6.1 Empresas vinculadas y alternativas de sustento	Seleccionar y acordar con actores las alternativas de sustento a la extracción de algas	Operaciones	Acuerdo firmado								Jefe Dasp - Administrador
	6.1 Empresas vinculadas y alternativas de sustento	Implementar alternativas de sustento acordadas a la extracción de algas	Operaciones	informe								Jefe Dasp - Administrador
	6.3 Fuerzas del mercado	Identificación de actores territoriales para el establecer mesa de trabajo	Operaciones	documento elaborado								Jefe Dasp - Administrador

Folio013246

	6.3 Fuerzas del mercado	Identificar potenciales incentivos y fuerzas del mercado para certificación de carne de guanaco	Operaciones	Oficio, reportes de ingreso, fichas, convenios, otros								Jefe Dasp - Administrador
	6.3 Fuerzas del mercado	Seleccionar y acordar con actores los incentivos y fuerzas del mercado para certificación de carne de guanaco	Operaciones	Oficio, reportes de ingreso, fichas, convenios, otros								Jefe Dasp - Administrador
	6.3 Fuerzas del mercado	Implementar Incentivos y fuerzas del mercado para certificación de carne de guanaco	Operaciones	Oficio, reportes de ingreso, fichas, convenios, otros								Jefe Dasp - Administrador
7. Formación de capacidad interna y externa	7.2 Desarrollo de alianzas y asociaciones (Alianzas con Socios Estratégicos)	Identificar Socios Estratégicos para la evaluación de proyectos de caminos al interior del Parque	Operaciones	Listado de socios	$ 200.000						Gasp	Jefe Dasp - Administrador
	7.2 Desarrollo de alianzas y asociaciones (Alianzas con Socios Estratégicos)	Generar vínculos formales con Socios Estratégicos para la evaluación de proyectos de caminos al interior del Parque	Operaciones	Minutas con acuerdos, protocolo de acuerdo, convenio, otros	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000				Gasp	Jefe Dasp - Administrador
	7.2 Desarrollo de alianzas y asociaciones (Alianzas con Socios Estratégicos)	Identificar Socios Estratégicos para habilitar sector norte	Operaciones	Listado de socios			$ 200.000				Gasp	Admnistrador

Folio013247

	7.2 Desarrollo de alianzas y asociaciones (Alianzas con Socios Estratégicos)	Generar vínculos formales con Socios Estratégicos para habilitar sector norte	Operaciones	Minutas con acuerdos, protocolo de acuerdo, convenio, otros				$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	Gasp	Jefe Dasp - Administrador
	7.2 Desarrollo de alianzas y asociaciones (Alianzas con Socios Estratégicos)	Implementar Acciones Conjuntas para habilitar sector norte	Operaciones	Informe de acciones				$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	Gasp	Jefe Dasp - Administrador
	7.2 Desarrollo de alianzas y asociaciones (Alianzas con Socios Estratégicos)	Identificar Socios Estratégicos para fiscalización y control de vandalismo	Operaciones	Listado de socios	$ 200.000						Gasp	Administrador
	7.2 Desarrollo de alianzas y asociaciones (Alianzas con Socios Estratégicos)	Generar vínculos formales con Socios Estratégicos para fiscalización y control de vandalismo	Operaciones	Minutas con acuerdos, protocolo de acuerdo, convenio, otros		$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000			Gasp	Jefe Dasp - Administrador
	7.2 Desarrollo de alianzas y asociaciones (Alianzas con Socios Estratégicos)	Implementar Acciones Conjuntas para fiscalización y control de vandalismo	Operaciones	Registros, minutas		$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	Gasp	Jefe Dasp - Administrador
	7.2 Desarrollo de alianzas y asociaciones (Alianzas con Socios Estratégicos)	Identificar Socios Estratégicos para la puesta en valor de recursos culturales	Vinculación y desarrollo local	Listado de socios				$ 200.000			Gasp/terceros	Administrador

Folio013248

	7.2 Desarrollo de alianzas y asociaciones (Alianzas con Socios Estratégicos)	Generar vínculos formales con Socios Estratégicos para la puesta en valor de recursos culturales	Vinculación y desarrollo local	Minutas con acuerdos, protocolo de acuerdo, convenio, otros				$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	Gasp/terceros	Jefe Dasp - Administrador
	7.2 Desarrollo de alianzas y asociaciones (Alianzas con Socios Estratégicos)	Implementar Acciones Conjuntas para la puesta en valor de recursos culturales	Vinculación y desarrollo local	Informe de acciones				$ 2.000.000	$ 2.000.000	$ 2.000.000	Gasp/terceros	Jefe Dasp - Administrador
	7.2 Desarrollo de alianzas y asociaciones (Alianzas con Socios Estratégicos)	Identificar Socios Estratégicos para la educación en tenencia responsable	Conservación de la biodiversidad	documento elaborado	$ 200.000						Gasp/terceros	Administrador
	7.2 Desarrollo de alianzas y asociaciones (Alianzas con Socios Estratégicos)	Generar vínculos formales con Socios Estratégicos para la educación en tenencia responsable	Conservación de la biodiversidad	Minutas con acuerdos, protocolo de acuerdo, convenio, otros		$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	Gasp/terceros	Jefe Dasp - Administrador
	7.2 Desarrollo de alianzas y asociaciones (Alianzas con Socios Estratégicos)	Implementar Acciones Conjuntas para la educación en tenencia responsable	Conservación de la biodiversidad	informe		$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	Gasp/terceros	Jefe Dasp - Administrador
	7.2 Desarrollo de alianzas y asociaciones (Alianzas con Socios Estratégicos)	Identificar Socios Estratégicos para el control de perros	Conservación de la biodiversidad	documento elaborado	$ 200.000						Gasp/terceros	Administrador
	7.2 Desarrollo de alianzas y asociaciones (Alianzas	Generar vínculos formales con Socios Estratégicos para el control de perros	Conservación de la biodiversidad	Minutas con acuerdos, protocolo de acuerdo, convenio,		$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	Gasp/terceros	Jefe Dasp - Administrador

Folio013249

	con Socios Estratégicos)			otros								
	7.2 Desarrollo de alianzas y asociaciones (Alianzas con Socios Estratégicos)	Implementar Acciones Conjuntas para el control de perros	Conservación de la biodiversidad	informe		$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	Gasp/terceros	Jefe Dasp - Administrador
	7.2 Desarrollo de alianzas y asociaciones (Alianzas con Socios Estratégicos)	Identificar Socios Estratégicos para la fiscalización y control de contaminación hídrica	Conservación de la biodiversidad	documento elaborado			$ 200.000				Gasp	Administrador
	7.2 Desarrollo de alianzas y asociaciones (Alianzas con Socios Estratégicos)	Generar vínculos formales con Socios Estratégicos para la fiscalización y control de contaminación hídrica	Conservación de la biodiversidad	Minutas con acuerdos, protocolo de acuerdo, convenio, otros				$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	Gasp	Jefe Dasp - Administrador
	7.2 Desarrollo de alianzas y asociaciones (Alianzas con Socios Estratégicos)	Implementar Acciones Conjuntas para la fiscalización y control de contaminación hídrica	Conservación de la biodiversidad	informe				$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	Gasp	Jefe Dasp - Administrador
	7.2 Desarrollo de alianzas y asociaciones (Alianzas con Socios Estratégicos)	Identificar Socios Estratégicos para fiscalización y control de extracción ilegal de algas	Operaciones	documento elaborado	$ 200.000						Gasp	Administrador

Folio013250

	7.2 Desarrollo de alianzas y asociaciones (Alianzas con Socios Estratégicos)	Generar vínculos formales con Socios Estratégicos para fiscalización y control de extracción ilegal de algas	Operaciones	Minutas con acuerdos, protocolo de acuerdo, convenio, otros		$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	Gasp	Jefe Dasp - Administrador
	7.2 Desarrollo de alianzas y asociaciones (Alianzas con Socios Estratégicos)	Implementar Acciones Conjuntas para fiscalización y control de extracción ilegal de algas	Operaciones	informe		$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	Gasp	Jefe Dasp - Administrador
	7.2 Desarrollo de alianzas y asociaciones (Alianzas con Socios Estratégicos)	Identificar Socios Estratégicos para la Educación y Sensibilización para reducir la extracción irregular de algas	Operaciones	documento elaborado	$ 200.000						Gasp	Administrador
	7.2 Desarrollo de alianzas y asociaciones (Alianzas con Socios Estratégicos)	Generar vínculos formales con Socios Estratégicos para la Educación y Sensibilización para reducir la extracción irregular de algas	Operaciones	Minutas con acuerdos, protocolo de acuerdo, convenio, otros		$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	Gasp	Jefe Dasp - Administrador
	7.2 Desarrollo de alianzas y asociaciones (Alianzas con Socios Estratégicos)	Implementar Acciones Conjuntas de Educación y Sensibilización para reducir la extracción irregular de algas	Operaciones	informe		$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	Gasp	Jefe Dasp - Administrador

Folio013251

	7.2 Desarrollo de alianzas y asociaciones (Alianzas con Socios Estratégicos)	Identificar Socios Estratégicos para fiscalización y control de la actividad turística en el parque	Operaciones	documento elaborado			$ 200.000				Sernatur - subturismo	Administrador
	7.2 Desarrollo de alianzas y asociaciones (Alianzas con Socios Estratégicos)	Generar vínculos formales con Socios Estratégicos para fiscalización y control dela actividad turística en el parque	Operaciones	Minutas con acuerdos, protocolo de acuerdo, convenio, otros				$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	Sernatur - subturismo	Jefe Dasp - Administrador
	7.2 Desarrollo de alianzas y asociaciones (Alianzas con Socios Estratégicos)	Implementar Acciones Conjuntas para fiscalización y control de la actividad turística en el parque	Operaciones	informe				$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	Sernatur - subturismo	Jefe Dasp - Administrador
	7.2 Desarrollo de alianzas y asociaciones (Alianzas con Socios Estratégicos)	Identificar Socios Estratégicos para fiscalización y control de caza ilegal	Operaciones	documento elaborado		$ 200.000					Gasp	Administrador
	7.2 Desarrollo de alianzas y asociaciones (Alianzas con Socios Estratégicos)	Generar vínculos formales con Socios Estratégicos para fiscalización y control de caza ilegal	Operaciones	Minutas con acuerdos, protocolo de acuerdo, convenio, otros			$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	Gasp	Jefe Dasp - Administrador
	7.2 Desarrollo de alianzas y asociaciones (Alianzas con Socios Estratégicos)	Implementar Acciones Conjuntas para fiscalización y control de caza ilegal	Operaciones	informe			$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	Gasp	Jefe Dasp - Administrador

Folio013252

	7.2 Desarrollo de alianzas y asociaciones (Alianzas con Socios Estratégicos)	Identificar Socios Estratégicos para generar incentivos y fuerzas del mercado que reduzcan la caza ilegal	Operaciones	documento elaborado								
	7.2 Desarrollo de alianzas y asociaciones (Alianzas con Socios Estratégicos)	Generar vínculos formales con Socios Estratégicos para generar incentivos y fuerzas del mercado que reduzcan la caza ilegal	Operaciones	Minutas con acuerdos, protocolo de acuerdo, convenio, otros								
	7.2 Desarrollo de alianzas y asociaciones (Alianzas con Socios Estratégicos)	Implementar Acciones Conjuntas para generar incentivos y fuerzas del mercado que reduzcan la caza ilegal	Operaciones	informe								
	7.3 Finanzas de la conservación	Identificar fuentes de financiamiento disponibles para la puesta en valor de recursos culturales	Operaciones	Listado de fuentes				$ 200.000			Gasp	Jeef dasp
	7.3 Finanzas de la conservación	Elaborar propuesta de proyectos para la puesta en valor de recursos culturales	Operaciones	documento elaborado					$ 3.000.000	$ 0	Gasp/terceros	Jefe Dasp

Folio013253

	7.3 Finanzas de la conservación	Postular a fondos de financiamiento para la puesta en valor de recursos culturales	Operaciones	Oficio, reportes de ingreso, fichas, convenios, otros					$ 2.000.000	$ 2.000.000	Gasp/terceros	Jefe Dasp
	7.3 Finanzas de la conservación	Identificar fuentes de financiamiento disponibles para habilitar administración en sector norte del parque	Operaciones	Listado de fuentes			$ 200.000				Gasp	Jefe Dasp
	7.3 Finanzas de la conservación	Elaborar propuesta de proyectos para habilitar administración en sector norte del parque	Operaciones	documento elaborado				$ 5.000.000	$ 0	$ 0	Gasp/terceros	Jefe Dasp
	7.3 Finanzas de la conservación	Postular a fondos de financiamiento para habilitar administración en sector norte del parque	Operaciones	Oficio, reportes de ingreso, fichas, convenios, otros				$ 2.000.000	$ 2.000.000	$ 2.000.000	Gasp/terceros	Jefe Dasp
	7.3 Finanzas de la conservación	Identificar fuentes de financiamiento disponibles para la educación y sensibilización	Operaciones	documento elaborado		$ 200.000					Gasp	Jefe Dasp
	7.3 Finanzas de la conservación	Elaborar propuesta de proyectos para la educación y sensibilización	Operaciones	documento elaborado			$ 2.000.000	$ 0	$ 0	$ 0	Gasp/terceros	Jefe Dasp

Folio013254

	7.3 Finanzas de la conservación	Postular a fondos de financiamiento para la educación y sensibilización	Operaciones	Oficio, reportes de ingreso, fichas, convenios, otros			$ 1.000.000	$ 1.000.000	$ 1.000.000	$ 1.000.000	Gasp/terceros	Jefe Dasp
	7.4 Capacitación	Diseñar el Programa de capacitaciones y entrenamiento en buenas prácticas turísticas	Uso Público	documento elaborado			$ 2.000.000				Gasp/terceros	Jefe Dasp
	7.4 Capacitación	Implementar capacitación y/o entrenamiento en buenas prácticas turísticas	Uso Público	informe				$ 3.000.000	$ 3.000.000	$ 3.000.000	Gasp/terceros	Jefe Dasp
8. Planificación para la Conservación	8.1 Elaboración o Actualización Planes de Uso Público	Actualización zonificación y plan de uso público considerando disminuir el vandalismo hacia el patrimonio cultural	Uso Público	documento elaborado				$ 1.000.000			Gasp	Jefe Dasp
	8.1 Elaboración o Actualización Planes de Uso Público	Implementar zonificación y plan de uso público considerando disminuir el vandalismo hacia el patrimonio cultural	Uso Público	informe					$ 2.000.000	$ 2.000.000	Gasp	Jefe Dasp

Folio013255

8.1 Elaboración o Actualización Planes de Uso Público	Actualización zonificación y plan de uso público considerando disminuir la perturbación/alteración antrópica a la fauna silvestre y recursos culturales	Uso Público	documento elaborado				$ 1.000.000			Gasp	Jefe Dasp
8.1 Elaboración o Actualización Planes de Uso Público	Implementar zonificación y plan de uso público considerando disminuir la perturbación/alteración antrópica a la fauna silvestre y recursos culturales	Uso Público	informe					$ 2.000.000	$ 2.000.000	Gasp	Jefe Dasp
8.1 Elaboración o Actualización Planes de Uso Público	Actualización zonificación y plan de uso público considerando impactos de luminarias sobre la fauna silvestre	Operaciones	documento elaborado				$ 500.000			Gasp	Jefe Dasp
8.1 Elaboración o Actualización Planes de Uso Público	Implementar zonificación y plan de uso público considerando impactos de luminarias sobre la fauna silvestre	Operaciones	informe					$ 1.000.000	$ 1.000.000	Gasp	Jefe Dasp

Folio013256

9. Investigación	9.1 Desarrollo de investigación	Elaborar programa de investigación interna sobre el impacto de luminarias	Conservación de la biodiversidad	documento elaborado		$ 500.000					Gasp	Administrador
	9.1 Desarrollo de investigación	Implementar programa de investigación interna sobre el impacto de luminarias	Conservación de la biodiversidad	informe			$ 1.000.000	$ 0	$ 1.000.000	$ 0	Gasp	Administrador
	9.2 Incentivos para la investigación	Identificar prioridades de investigación para recursos culturales	Operaciones	documento elaborado				$ 500.000			Gasp	Administrador /Jefe Biodiversidad
	9.2 Incentivos para la investigación	Identificar prioridades de investigación del ASP	Conservación de la biodiversidad	documento elaborado		$ 200.000					Gasp	Administrador /Jefe Biodiversidad
	9.2 Incentivos para la investigación	Definir incentivos para investigadores externos	Operaciones	documento elaborado		$ 200.000					Gasp	Administrador /Jefe Biodiversidad
	9.2 Incentivos para la investigación	Difundir Prioridades e Incentivos para la investigación	Operaciones	informe			$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	Gasp	Administrador /Jefe Biodiversidad
10. Puesta en valor de recursos culturales	10. Puesta en valor de recursos culturales	Elaborar Catastro de recursos culturales	Uso Público	documento elaborado				$ 1.000.000			Gasp - Terceros	Administrador
	10. Puesta en valor de recursos culturales	Elaborar diagnóstico del estado del recurso cultural	Uso Público	documento elaborado				$ 1.000.000			Gasp - Terceros	Administrador
	10.1 Registro escrito y audiovisual	Elaborar documentos audiovisuales y/o escritos sobre los recursos culturales del parque	Uso Público	informe					$ 3.000.000	$ 3.000.000	Gasp - Terceros	Jefe Dasp

Folio013257

	10.1 Registro escrito y audiovisual	Publicar documentos audiovisuales y/o escritos sobre los recursos culturales del parque	Uso Público	informe					$ 500.000	$ 500.000	Gasp - Terceros	Jefe dasp
	10.2 Animación sociocultural	Elaborar programa de actividades / intervenciones para poner en valor los recursos culturales del parque	Uso Público	documento elaborado	$ 1.000.000			$ 1.000.000			Gasp - Terceros	Jefe dasp
	10.2 Animación sociocultural	Implementar programa de actividades / intervenciones para poner en valor los recursos culturales del parque	Uso Público	informe		$ 2.000.000	$ 2.000.000	$ 2.000.000	$ 2.000.000	$ 2.000.000	Gasp - Terceros	Jefe dasp
	10.3 Musealización	Elaborar programa de exhibición de los recursos culturales del parque	Uso Público	documento elaborado					$ 2.000.000		Gasp - Terceros	Jefe dasp
	10.3 Musealización	Implementar Exhibición de los recursos culturales del parque	Uso Público	informe						$ 5.000.000	Gasp - Terceros	Jefe dasp
1. Monitoreo de Objetivos	1.1 Monitoreo de OdC Biológicos	Censo estival de guanaco	Conservación de la biodiversidad	informe	$ 2.000.000	$ 1.000.000	$ 1.000.000	$ 1.000.000	$ 1.000.000	$ 1.000.000	Gasp	Administrador /Jefe Biodiversidad
	1.1 Monitoreo de OdC Biológicos	Monitoreo mediante cámaras trampa	Conservación de la biodiversidad	informe	$ 2.000.000	$ 1.000.000	$ 1.000.000	$ 1.000.000	$ 1.000.000	$ 1.000.000	Gasp	Administrador /Jefe Biodiversidad
	1.1 Monitoreo de OdC Biológicos	Transectos de monitoreo de copiapoas	Conservación de la biodiversidad	informe		$ 500.000				$ 1.000.000	Gasp	Administrador /Jefe Biodiversidad

Folio013258

	1.1 Monitoreo de OdC Biológicos	Transectos costeros de monitoreo de chungungo	Conservación de la biodiversidad	informe			$ 1.000.000		$ 1.000.000		Gasp	Administrador /Jefe Biodiversidad
	1.1 Monitoreo de OdC Biológicos	Parcelas de monitoreo de vegetación en aguadas	Conservación de la biodiversidad	informe	$ 2.000.000		$ 500.000		$ 500.000		Gasp	Administrador /Jefe Biodiversidad
	1.1 Monitoreo de OdC Biológicos	Análisis SIG	Conservación de la biodiversidad	informe	$ 1.000.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	Gasp	Administrador /Jefe Biodiversidad
	1.1 Monitoreo de OdC Biológicos	Transectos de monitoreo de erosión del farellón costero	Conservación de la biodiversidad	informe				$ 500.000			Gasp	Administrador /Jefe Biodiversidad
	1.1 Monitoreo de OdC Biológicos	Transectos costeros de monitreo de avifauna	Conservación de la biodiversidad	informe	$ 1.000.000	$ 500.000	$ 1.000.000	$ 1.000.000	$ 1.000.000	$ 1.000.000	Gasp	Administrador /Jefe Biodiversidad
	1.1 Monitoreo de OdC Biológicos	Censo estival de pingüinos	Conservación de la biodiversidad	informe	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	Gasp	Administrador /Jefe Biodiversidad
	1.1 Monitoreo de OdC Biológicos	Censo de yunqueras / DRON	Conservación de la biodiversidad	informe	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	$ 500.000	Gasp	Administrador /Jefe Biodiversidad
	1.1 Monitoreo de OdC Biológicos	Transectos marinos de monitoreo de chungungo	Conservación de la biodiversidad	informe			$ 500.000		$ 500.000		Gasp	Administrador /Jefe Biodiversidad
	1.1 Monitoreo de OdC Biológicos	Censo de lobo marino	Conservación de la biodiversidad	informe	$ 500.000	$ 200.000	$ 200.000	$ 200.000	$ 200.000	$ 200.000	Gasp	Administrador /Jefe Biodiversidad
	1.1 Monitoreo de OdC Biológicos	Transectos marinos de monitoreo de aves costeras insulares	Conservación de la biodiversidad	informe	$ 500.000	$ 200.000	$ 200.000	$ 200.000	$ 200.000	$ 200.000	Gasp	Administrador /Jefe Biodiversidad
	1.2 Monitoreo de OdC Culturales	Inventario de sitios arqueológicos	Uso publico	informe				$ 1.000.000			Gasp	Administrador

Folio013259

	1.2 Monitoreo de OdC Culturales	Protocolo de evaluación de sitios arqueológicos	Uso publico	documento elaborado				$ 1.000.000			Gasp	Administrador
	1.2 Monitoreo de OdC Culturales	Inventario de sitios históricos	Uso publico	informe				$ 500.000			Gasp	Administrador
	1.2 Monitoreo de OdC Culturales	Protocolo de evaluación de sitios históricos	Uso publico	documento elaborado				$ 500.000			Gasp	Administrador
	1.2 Monitoreo de OdC Culturales	Encuesta sobre la historia local	Uso publico	informe				$ 1.000.000			Gasp	Administrador
2. Monitoreo de Metas	2.1 Monitoreo de Resultados Finales	Análisis de proyectos de conservación, reparación y construcción de caminos	Operaciones	informe	$ 200.000	$ 200.000	$ 200.000	$ 200.000	$ 200.000	$ 200.000	Gasp	Administrador /Jefe Biodiversidad
	2.1 Monitoreo de Resultados Finales	Monitoreo mediante Patrullajes	Operaciones	informe	$ 4.000.000	$ 4.000.000	$ 4.000.000	$ 4.000.000	$ 4.000.000	$ 4.000.000	Gasp	Administrador
	2.1 Monitoreo de Resultados Finales	Estudio del nivel de contaminación marina	Operaciones	informe		$ 3.000.000				$ 3.000.000	Gasp	Administrador /Jefe Biodiversidad
	2.1 Monitoreo de Resultados Finales	Registro de reclamos de visitantes	Operaciones	informe	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	Gasp	Administrador
					$ 26.400.000	$ 32.900.000	$ 41.900.000	$ 84.500.000	$ 76.100.000	$ 77.100.000		

Folio013260

Fase 13. Estructura organizacional de Parque Nacional Pan de Azúcar.

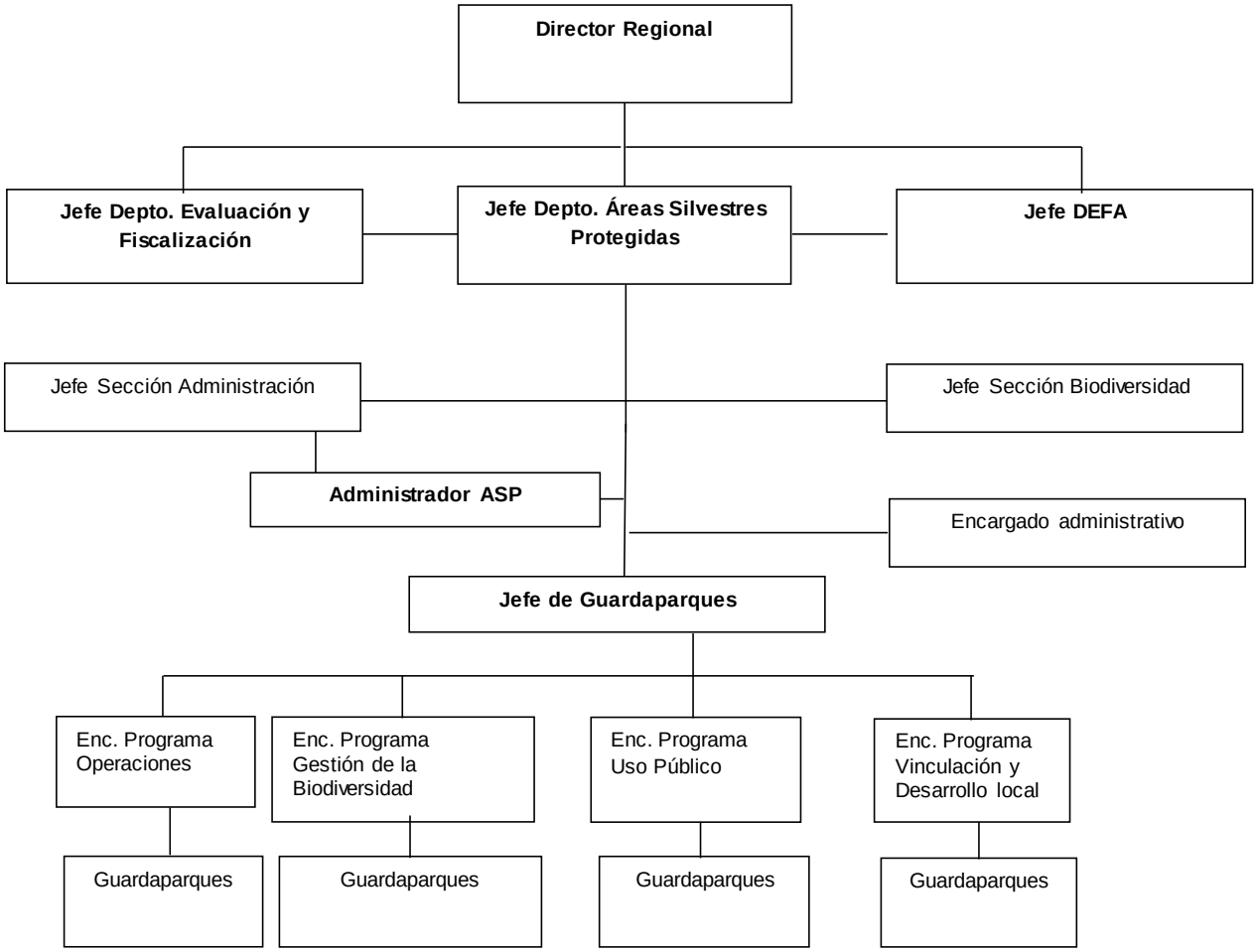


Figura 30. Estructura Organizacional del Parque Nacional Pan de Azúcar.

Folio013261

Concentración de Cobre y Zinc en tramas tróficas de la zona costera de Pan de Azúcar, región de Atacama, Chile.

Concentration of copper and zinc in food webs including of shellfish and partnership species, in the coastal areas of Pan de Azúcar, region de Atacama, Chile.

MARITZA MALEBRÁN-JIMENEZ, EVELYN VENEGAS-TABILO.

Trabajo de Investigación para optar al grado académico de Licenciado en Ciencias Ecológicas.

Profesores Guías:

Jorge Valdés A.

Marco Ortiz H.

Instituto de Investigaciones Oceanológicas
Facultad de Recursos del Mar
Universidad de Antofagasta

Diciembre, 2008

Folio013262

RESUMEN

La contaminación por desechos mineros que afecta las costas de la III región, especialmente entre la Bahía de Chañaral y el Parque Nacional Pan de Azúcar, proviene desde el año 1938. Esta contaminación es conocida como el desastre ecológico más grande del mundo debido a que se vertieron hasta el año 1990, más de 350 millones de toneladas de desechos mineros al río salado que desemboca en la Bahía de Chañaral.

El siguiente estudio tuvo por finalidad identificar en que concentraciones se encuentran metales como Cobre y Zinc en la cadena trófica de la zona costera de Pan de Azúcar, especialmente en las playas Punta Achurra, Isla Chata y Punta Carrizalillo, ubicadas al norte de Chañaral, definiendo así el impacto sobre el ecosistema marino y el riesgo sobre la salud de las personas. Para esto, se realizó un muestreo por cada playa a fines de febrero de 2008, que abarcó un sistema ecológico comprendido por organismos asociados entre si dentro de una cadena trófica. Los análisis de concentración de metales pesados muestran que *Fissurella crassa* es la especie con mayor concentración de Cobre, seguido por *Homalaspis plana* y *Thais chocolata* sobrepasando la norma chilena establecida en el Reglamento Sanitario de los alimentos Nº 977 (1996). En el caso de los análisis de Zinc, la más alta concentración se registro en la especie *Aulacomya ater*, seguido de *Homalaspis plana*, sin embargo estos valores se encuentran bajo la norma establecida para el consumo humano.

De acuerdo a estos resultados podemos concluir que las especies del último eslabón trófico no registraron las más altas concentraciones de Cu y Zn en los tres sitios de estudios pero aún así las concentraciones de Cu sobrepasan los niveles permitidos. Por otro lado Punta Achurra es la playa que presenta los más altos niveles de contaminación; sin embargo esta contaminación ha avanzado hacia el norte de Chañaral llegando a Pan de Azúcar.

Palabras claves: Metales pesados, Cadena trófica, Contaminación.

ABSTRACT

The mining waste pollution that affects the coast of the III region, especially between Chañaral Bay National Park and Pan de Azúcar, comes from the year 1938. This contamination is known as the ecological disaster largest in the world because they were dumped until the year 1990, more than 350 million tons of tailings into the river that empties into the salty Bay Chañaral.

The next study aimed at identifying where concentrations are metals such as copper and zinc in the food chain from the coastal area of Sugar Loaf, especially on the beaches Punta Achurra, Isla Chata and Punta Carrizalillo, located north of Chañaral defining and the impact on the marine ecosystem and the risk on people's health. For this, we did a sampling for every beach in late February 2008, which covered an ecological system comprising partners to one another within a food chain. The analysis of concentration of heavy metals *Fissurella crassa* show that the species is to greatest concentration of copper, followed by *Homalaspis plana*, *Thais chocolata* overtaking the standard established in the Chilean Health Regulations of food No. 977 (1996). For the analysis of zinc, the highest concentration was registered in the kind *Aulacomya ater,* followed by *Homalaspis plana*, however these values are under the rule established for human consumption.

According to these results we can conclude that the species of the last link trophic not registered the highest concentrations of Cu and Zn in the three study sites but still Cu concentrations exceed levels allows. On the other hand Punta Achurra the beach is presenting the highest levels of contamination but this pollution has advanced into northern Chañaral arriving at Pan de Azúcar.

Keywords: Heavy metals, food chains, Pollution

Folio013264

INTRODUCCIÓN

En 1927 la compañía minera Andes Cooper Mining Company comenzó a explotar el mineral de Potrerillos, vaciando sus relaves en tranques cercanos al yacimiento. En 1938 estos relaves fueron vertidos sin tratamiento al río Salado, desembocando en la bahía de Chañaral. Años más tarde se termina el mineral de Potrerillos y comienzan las actividades en el Salvador. La División El Salvador es una mina de cobre subterránea, y un yacimiento a rajo abierto con una Fundición y Refinería electrolítica. Se encuentra a 140 kilómetros al este de Chañaral y a 2.600 metros sobre el nivel del mar. En el año 1975 se traslado el punto de vertido, desde la bahía de Chañaral hasta Caleta Palito (9 km. al norte), 15 años más tarde cesaron las descargas. Durante el período de funcionamiento se vertieron más de 350 millones de toneladas de desechos Mineros al río Salado que desemboca en la Bahía de Chañaral, produciéndose así el que hoy se conoce como el desastre ecológico más grande del mundo (León 2001). Producto de esta contaminación, el mar se retiro alrededor de dos kilómetros al interior de su ribera natural, haciendo desaparecer el antiguo puerto de Chañaral. En épocas pasadas, previo al desarrollo de la actividad minera, la bahía era rica en especies marinas, con diversidad de peces y moluscos, por lo que tenia un carácter económico de tipo pesquero artesanal (León 2001).

La mayor concentración de relaves no está en la playa si no que es submarina, embancada bajo el agua, y su efecto se produce por el movimiento de las olas y la marea alta que desprende arena del fondo marino hacia la superficie, la deposita en la orilla de la playa, se seca y el viento la eleva y transporta hacia el interior (Baros 2006). Más alarmante aún es la posibilidad de que por efectos de las corrientes litorales de dirección norte, los relaves que contienen agentes tóxicos hayan sido esparcidos, extendiéndose posiblemente a la zona del Parque Pan de Azúcar (30 kilómetros al norte de Chañaral) que reúne muestras representativas de ecosistemas marítimos y continentales áridos (León 2001).

Es un hecho reconocido que la contaminación por metales traza representa uno de los mayores factores de riesgo para los organismos marinos costeros, los que se encuentran expuestos a ellos por efecto de las descargas de efluentes industriales y urbanos en bahías y estuarios. Esto ha determinado que los metales traza sean uno de los principales grupos de sustancias presentes en el ambiente cuya abundancia ha sido ampliamente estudiada, ya sea por su toxicidad o por sus aportes antropogénicos que pueden superar los aportes naturales (Ravera & Riccardi 1997).

Los organismos expuestos a estos contaminantes, pueden acumular los metales en sus tejidos a concentraciones más altas que las que normalmente se encuentran en el ambiente (proceso conocido como bioacumulación) y algunos de estos organismos son consumidos por el hombre dado su valor comercial (Boada *et al* 2007).

Aunque los organismos requieren de ciertas cantidades de iones metálicos para realizar eficazmente los procesos fisiológicos, un exceso de iones de metales pesados causan estrés que se manifiesta en forma subletal o causan la muerte. Los organismos marinos han desarrollado un número variado de estrategias adaptativas que son denominadas colectivamente como "metabolismo de los metales" e incluyen la regulación activa de la absorción del metal, la distribución, el metabolismo y la excreción (Department of Energy 1987; Scelzo 1997).

El Zinc y el Cobre son metales esenciales, los cuales son requeridos por los sistemas biológicos como componentes estructurales y catalíticos de proteínas y enzimas; así como, cofactores esenciales para el crecimiento y el desarrollo normal de los organismos, debido a que la asimilación implica la formación de complejos con sustancias orgánicas, no siendo fácilmente excretados (Boada *et al* 2007).

El Cobre se halla en forma natural en el agua de mar en concentraciones bajas, alrededor de 2 ug/l o ppb. El Cobre es bioacumulado por los organismos filtradores, alcanzando una

Folio013266

concentración de varios órdenes de magnitud en los macroinvertebrados (Waldichuk 1974, Scelzo 1997).

La toxicidad aguda del Cobre difiere grandemente de acuerdo al nivel trófico del organismo y al estadio de su ciclo de vida (Department of Energy 1987, Scelzo 1997). Diversos experimentos de toxicidad han demostrado que los organismos acuáticos son más sensibles al Cobre que a otros iones de metales pesados (Scelzo 1997).

El Zinc es un elemento relativamente abundante en la naturaleza (70 ug g^{-1} en la corteza terrestre; Wedepohl 1991) y que resulta esencial para los seres vivos. El agua oceánica contiene entre 0,05 y 9 nM de Zn con un valor medio de 6 nM (Millero & Sohn 1992) y la contaminación por este metal ocurre normalmente en los ecosistemas costeros que son dañados por vertidos humanos industriales (Nriagu & Pacyna 1988), los cuales originan un incremento de sus concentraciones en agua y sedimento detectables en algunas costas (Prego & Cobelo-García 2003).

En el norte de Chile, una de las actividades productivas que ocasionan las mayores perturbaciones a los ecosistemas acuáticos es el sector de la minería, en la cual se efectúa la elaboración, tratamiento, transformación y embarque del producto resultante de la actividad minera industrial. En las costas de Chile los valores de Cobre, Niquel, Arsénico y Plata en el agua de mar y organismos marinos son inusualmente altos, en comparación con otros lugares del mundo (Buschmann & Fortt 2005). Estas descargas pueden ser controladas o accidentales y pueden también ser intermitentes o constantes, por ejemplo muchas empresas, vierten sus desechos (descargas industriales) de una sola vez y tales vertimientos pueden generar disturbios los cuales pueden variar en cuanto a su manifestación sobre los organismos y dinámica poblacional (Johnston & Keough 2002).

Sin embargo, a pesar del impacto que los desechos de la minería han generado en las comunidades litorales, existe escasa información relacionada con el efecto de estas

perturbaciones sobre la estructura y la organización de las comunidades intermareales, y más aún, sobre las comunidades submareales someras aledañas (Buschmann & Fortt 2005).

En Chañaral se reconocen en la población enfermedades de tipo respiratorias, afecciones dermatológicas, patologías a la vista y oídos, y un elevado porcentaje de enfermedades cancerigenas, que podrían estar asociadas a esta contaminación (León 2001).

El objetivo de esta investigación es estudiar el nivel de Cu y Zn en las tramas tróficas marinas de Pan de Azúcar, con el propósito de evaluar el impacto de la actividad minera sobre algunos recursos pesqueros de la zona costera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio:

El área de estudio esta ubicada en la Tercera Región de Atacama, al norte de la Bahía de Chañaral (26º 21`Lat. S., 70º42`Long. W) y comprende tres sectores:

1) Punta Achurra, ubicada aproximadamente a 8 kilómetros, 2) Isla Chata ubicada a 20 kilómetros aproximadamente y 3) Punta Carrizalillo distante a 48 kilómetros (Fig 1). Según observaciones locales, estas áreas de estudio se caracterizan por ser playas expuestas con fondos rocosos y con vientos predominantes del este en la mañana y vientos del suroeste en la tarde.

Recolección de muestras y procedimiento analítico:

En Febrero del año 2008 se realizó una campaña con el objetivo de obtener organismos bentónicos de interés comercial los cuales se recolectaron mediante buceo autónomo a profundidades de 10 a 20 metros. Una vez obtenidas las muestras, fueron dispuestas en bolsas de polietileno y almacenadas a baja temperatura, para ser transportadas al laboratorio de Sedimentología y Paleoambientes de la Facultad de Recursos del Mar de la Universidad de Antofagasta. En el laboratorio se procedió a medir los organismos con un pie de metro precisión 0,01 para obtener estructura por talla de los ejemplares. Previo a realizar el análisis de metales, el material de laboratorio (vaso precipitado, embudos, etc.) fue tratado con agua regia. A continuación se seleccionaron tejidos blandos de los organismos en estudio para ser sometidos a un paso de homogenización. Se peso entre 0.5 y 1.0 gramos de muestra de cada organismo que fueron llevadas a una plancha calefactora Thermolyne modelo 2200 para su disgregación con ácido nítrico suprapul a 100° C por 3 horas. Posteriormente se filtró utilizando papel de fibra de vidrio con diámetro de poro de 47 mm y se aforo a 25 ml con agua desionizada.

Una vez finalizado el ataque de ácido, se procedió a la medición bajo espectrofotometría de absorción atómica utilizando un equipo marca Shimadzu modelo 6300 previamente calibrado

bajo el estándar de Nacional Research Council Canada DORM-3 de Fish Protein Certified Referente Material for Trace Metals, para Cobre y Zinc.

Análisis estadísticos:

Para determinar si existen diferencias significativas entre las concentraciones de Cobre y Zinc entre playas se realizó un análisis de varianza de una vía (ANOVA $p < 0.05$). La normalidad y la homogeneidad de los datos fueron evaluadas mediante las pruebas de Cochran y Bartlett, respectivamente utilizando para ello el programa STATISTICA versión ´98.

Se realizó además un Análisis ecológico multivariado MDS de clasificación (Cluster) para observar un patrón espacial de ordenamiento. El MDS es una técnica multivariante de interdependencia que trata de representar en un espacio geométrico de pocas dimensiones las proximidades existentes entre un conjunto de objetos o de estímulos (Guerrero & Ramírez 2002). A partir de estos datos, se realizó un análisis de las similitudes (ANOSIM) el cual proporciona una manera de probar estadísticamente si existen diferencias significativas entre dos o más grupos de unidades. Ambos análisis se utilizan a partir del software Primer 6.1.

Se utilizó la norma Chilena establecida en el Reglamento Sanitario de los alimentos Nº 977 (1996), publicado en el diario oficial el 13 de Mayo de 1997, para evaluar el grado de contaminación de las muestras analizadas.

Folio013270

RESULTADOS

Las especies utilizadas en este estudio y sus conexiones tróficas se muestran detalladamente en la Fig. 2.

La concentración de Cobre fluctuó entre 3,14 y 328,96 mg/kg en los tres sitios de estudio. Los niveles más altos se registraron en *Fissurella crassa* con un promedio de 215,08 ± 84,6 mg/kg en las tres playas. La mayor concentración de cobre en esta especie fue registrada en el sitio 1 correspondiente a Punta Achurra, sector más cercano a Caleta Palito (lugar donde desembocan las borras).

Homalaspis plana fue la segunda especie con mayor concentración de Cobre en dos sitios de muestreo, el sector 1 y 3, correspondientes a Punta Achurra con 11,84 ± 8,20 mg/kg y Punta Carrizalillo con 14,60 ± 5,46 mg/kg respectivamente. En el sector 2 (Isla Chata) el segundo valor de Cobre más alto se registro en la especie *Thais chocolata* con un promedio de 11,93 ± 8,90 mg/kg. Otras especies como *Aulacomya ater* y *Concholepas concholepas*, registraron concentraciones de 11,72 ± 3,73 mg/kg en el sitio 1 y 10,91 ± 7,37 mg/kg en el sitio 3 respectivamente. Según estos resultados las concentraciones de Cobre registradas, exceden la norma de Cobre para el consumo humano de 10 mg/kg, establecida por el Servicio de Salud, Chile (Fig. 3).

La concentración de Zinc fluctúa entre 25,20 y 95,70 mg/kg en los tres sitios de estudio, presentándose la mayor concentración en *Aulacomya ater* con un promedio de 95,70 ± 34,82 mg/kg en el sitio 1 (Punta Achurra). En el sitio 2 y 3 la mayor concentración se registró en *Homalaspis plana* con un promedio de 88,11 ± 12,78 mg/kg y 65,34 ± 22,91 mg/kg respectivamente.

Homalaspis plana fue la segunda especie con mayor concentración de Zinc en el sector 1 con 80,87 ± 6,19 mg/kg. En el sector 2 la especie que registró la segunda concentración de Zinc más

alta fue *Aulacomya ater* con 75,68 ± 15,14 mg/kg. *Concholepas concholepas* registró el segundo valor más alto de Zinc en el sector 3 con un promedio de 39,58 ± 8,91 mg/kg. Estos valores de concentración de Zinc no exceden la norma para el consumo humano de 100 mg/kg, establecida por el Servicio de Salud, Chile (Fig. 4).

Las especies que se encontraron en los tres sitios de estudio fueron *Homalaspis plana* y *Fissurella crassa* y sus concentraciones de Cobre y Zinc se observan en las Fig. 5(a) y 5(b) respectivamente.

Las concentraciones de Cobre y Zinc en las tres playas se muestran en la Fig. 6 donde no se observan diferencias significativas en el cobre (Anova, p=0,897). Las concentraciones de Zinc no registran diferencias significativas entre el sitio 1 y 2. Por el contrario, se observan diferencias significativas entre el sitio 1 y 3 y entre el sitio 2 y 3 (Tabla 2).

La ordenación y clasificación indicó que *Fissurella crassa* (f.c) de los tres sitios de estudio, presenta un comportamiento independiente, debido a que las altas concentraciones de Cobre registradas en esta especie son similares, mientras que las especies restantes forman un grupo homogéneo con sus concentraciones (Fig. 7 (a)). En el esquema de distribución de similaridad del grupo (Cluster Fig. 7 (b)) se puede observar en forma definida dos grupos predominantes además de subgrupos presentes en cada grupo. En el caso de la agrupación de *Fissurella crassa* se puede observar un subgrupo que asocia las especies del sector 1 y 2 lo que nos indica que este grupo posee comportamiento similar en sus concentraciones. Con respecto a las concentraciones de Zinc, la ordenación de las especies se observa en la Fig. 8 (a), donde se presentan dos grupos, un grupo que asocia a las especies que registraron menores concentraciones de Zinc: *Pyura chilensis* (sitio 3), *Lessonia trabeculata* (sitio 3), *Fissurella crassa* (sitio 2 y 3), *Thais chocolata* (sitio2) y *Concholepas concholepas* (sitio 3); y el otro grupo que asocia a las especies con mayores concentraciones de Zinc. Esto se observa con más claridad en el diagrama de clasificación de las

especies mediante el Cluster (Fig. 8 (b)). Para evaluar si existen diferencias significativas entre los principales grupos obtenidos para Cobre y Zinc mediante el MDS se realizó un análisis de similaridad (ANOSIM, $p<0.05$), detectando diferencias significativas entre las agrupaciones observadas para ambos metales (Cu; Global R =0.995, p=0.03 y Zn; Global R =0.972, p=0.02) (Fig7 (a) y Fig. 8 (a) respectivamente).

Folio013273

DISCUSIÓN

Las actividades antrópicas han sido la preocupación de diversos sectores por muchos años, debido a la descarga de tóxicos y desechos a las aguas costeras produciendo una disminución en la diversidad de especies en los ecosistemas acuáticos (Johnston & Keough 2002). Los eventos de contaminación además de ser considerados como perturbaciones al ecosistema, también pueden ser una importante fuerza de estructuración dentro de los ensambles que forman animales y vegetales, dependiendo de la fuerza con que se ejerce la perturbación y de las respuestas de los organismos frente al estímulo (Johnston *et al*. 2002).

Según Canales 2002 el parámetro que ha sido encontrado como criterio en las matrices de biota es el Cobre, por lo que sugiere mantenerlo en seguimiento a través del tiempo, es por esta razón que el Cobre ha sido uno de los metales objeto de estudio, además de ser la especie mineralógica más importante que contenían los relaves que fueron descargados en esta bahía (Pavez 1997).

Las concentraciones de Cobre en esta bahía, especialmente en los tres sitios de estudios, se encuentran en un rango superior a lo permitido en la norma chilena establecida en el Reglamento Sanitario de los Alimentos de 10 mg/kg. Con respecto a las concentraciones de Zinc, estos niveles bordean los permitidos en la norma chilena, sin embargo estudios realizados por León 2001 en hígados de peces y aves en el sector de Pan de Azúcar y en comunidades al norte de éste, registraron valores de 150 a 190 ppm superando los niveles permitidos de 100 mg/kg.

Con nuestros resultados se refuta lo expuesto por Araya 2005 y Lepez *et al* 2001 donde se encontró menores concentraciones de Cobre en playas que se encuentran lejos de la actividad antrópica. No obstante nuestros resultados no arrojaron diferencias significativas en las concentraciones de Cu en los tres sitios de estudios, siendo que Punta Carrizalillo es el sitio más alejado de las descargas de la minera El Salvador.

Según Miethke (1997) en estudios realizados en la Bahía de Chañaral se observó que no hay evidencias de biomagnificación de metales a través de la cadena trófica, lo que posiblemente corrobora este estudio, ya que especies carnívoras como *Homalaspis plana, Concholepas concholepas* y *Thais chocolata*, que se encuentran en el último eslabón de esta cadena trófica presentan concentraciones de cobre menores a *Fissurella crassa* que se ubica en el segundo eslabón trófico. Es importante mencionar que probablemente estas especies estén bioacumulando metales en otras áreas como su concha, digestivo, etc. Waldichuk (1985) fide Bore (1992) expone que diferentes especies tienen diferentes tasas de bioacumulación y los lugares de mayor concentración pueden variar de una especie a otra.

Fissurella crassa fue la especie que presentó las mayores concentraciones de Cobre en los tres sitos de estudios, con valores de 328,96 ± 70,74 mg/kg, 233,73 ± 91,14 mg/kg y 82,57 ± 91,93 mg/kg respectivamente, sobrepasando los niveles permitidos en la norma chilena de los alimentos. Estos valores superan a los registrados en *Aulacomya ater* por Araya (2005) que fue la especie con mayores concentraciones de Cobre, y a los registrados en los organismos del último eslabón de nuestra cadena trófica (*Homalaspis plana, Concholepas concholepas* y *Thais chocolata*). Los altos niveles de Cobre en *Fissurella crassa* posiblemente se deben a que esta especie tiene un comportamiento ramoneador. Por otra parte, en nuestro estudio *Aulacomya ater* presentó altos niveles de Cu en Punta Achurra sobrepasando los niveles permitidos en la norma chilena, posiblemente esto se deba a que además del ingreso de Cobre por consumo directo, esta el ingreso a través del agua y los sedimentos, ya que esta especie esta en contacto directo con ellos, y al ser una especie herbívora su sistema digestivo es más lento que especies carnívoras, por lo tanto mantiene más tiempo en su organismo el metal.

Homalaspis plana fue una de las especies con más altas concentraciones de Zn en dos de los tres sitios de estudio (Isla Chata y Punta Carrizalillo) con valores de 88,11 ± 12,78 mg/kg y 65,34 ±

22,91 mg/kg respectivamente, no superando las normas establecidas para Zn. Estas altas concentraciones se pueden deber a que los crustáceos decapados tienen una alta capacidad para regular la concentración de elementos esenciales, pudiendo presentar concentraciones más elevadas de Cu y Zn que otros organismos por el diferente metabolismo de la hemocianina (Gil *et al* 2006).

Con respecto a nuestros resultados, no se registraron algas (productor primario) en Punta Achurra (Caleta Palito), sin embargo en Punta Carrizalillo las concentraciones de Cobre en *Lessonia trabeculata* fueron de 8,48 ± 2,55 mg/kg y las concentraciones de Zinc fueron de 28,62 ± 8,33 mg/kg, no superando para ambos metales, las normas chilenas establecidas en el reglamento sanitario. Los análisis de concentraciones de metales pesados, particularmente Cobre, realizados por Fariña *et al* (2000) en *Enteromorpha compressa* dan cuenta de valores de 308 ppm en Caleta Palito. Cabe destacar que *Lessonia trabeculata* solo se registró en Punta Carrizalillo que es el sitio que se encuentra más alejado del lugar donde desembocan las borras (Caleta Palito).

Según este estudio las concentraciones de Cu de los organismos que se encuentran en el último eslabón (*Homalaspis plan*a, *Concholepas concholepas* y *Thais chocolata*) de nuestra cadena trófica en los tres sitios de estudio, sobrepasan la norma chilena establecida en Reglamento Sanitario de los Alimentos. Se pretende en estudios posteriores determinar con exactitud la existencia de bioacumulación mediante los índices correspondientes y así señalar los posibles efectos negativos causados por los metales a nivel de especie.

De acuerdo a todos los resultados anteriores podemos concluir que Punta Achurra es la playa que presenta los más altos niveles de contaminación de la cadena trófica, tanto de Cobre y Zinc, sin embargo esta contaminación ha avanzado hacia el norte de Chañaral llegando a Pan de Azúcar.

Folio013276

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer en forma muy especial a nuestros padres, por su apoyo incondicional y paciencia en estos largos años de espera.

A nuestra familia que muchas veces nos conforto en los momentos más difíciles.

A nuestros profesores guías, Jorge Valdés y Marco Ortiz quienes nos incentivaron en nuestra investigación entregándonos las herramientas necesarias para lograr el objetivo esperado.

Y finalmente agradecer a todas aquellas personas que de una u otra forma se hicieron participes en esta aventura y nos entregaron su apoyo y comprensión.

Folio013277

LITERATURA CITADA

- ARAYA D (2005) Concentración de cobre en el ambiente físico y eslabones tróficos de un sistema ecológico de acoplamiento pelágico bentónico de importancia económica-social en la zona de pesca de la Bahía de Chañaral. pp32.

- BAROS M (2006) Potrerillos y El Salvador. Una historia de Pioneros, pp 246-256.

- BOADA M, MORENO M, GIL H, MARCANO J & MAZA J (2007) Metales pesados (cu+2, cd+2, pb+2, zn+2) en músculo y cefalotórax de camarones silvestres litopenaeus schmitti, farfantepenaeus subtilis, f. Notialis y f. Brasiliensis de la región oriental de Venezuela. Rev. Cient. (Maracaibo), vol.17, no.2, p.186-192. ISSN 0798-2259.

- BORE D (1992) Efectos de la contaminación de origen minero sobre la biota marina costera. II curso sobre contaminación marina. Instituto de Fomento Pesquero.

- BUSCHMANN A & FORTT A (2005) Industria y Contaminación Marina, Caso 2 por Vásquez, J. Oceana 37pag.

- CANALES C (2002) Estado de calidad el cuerpo de agua de Chañaral. Armada de Chile. Dirección General del territorio Marítimo y de la Marina mercante. Dirección de intereses marítimos y medio ambiente acuático.

- DEPARTMENT OF ENERGY USA (1987) Physiological responses of marine organisms to environmental stresses. Dorigan, J.V. and F.L. Harrison (eds). DOE/ER-0317: 501 pp.

- FARINA J, ALDANA M, OGALDE F *et al* (2000) Ecología trófica de Girella laevifrons (Pisces: Kyphosidae) en zonas intermareales rocosas del norte de Chile afectadas y no afectadas por contaminantes derivados de la minería del cobre. *Rev. chil. hist. nat.* vol.73, no.1, p.139-149.

Folio013278

- GIL M et al (2006) Metales pesados en organismos marinos de la zona costera de la Patagonia Argentina Continental. Rev. Biol. Mar. Oceanog. Vol. 41 Nº 2 pp. 167-176.

- GUERRERO F & RAMIREZ J (2002) "El análisis de escalamiento multidimensional: una alternativa y un complemento a otras técnicas multivariantes" pp. 1.

- JOHNSTON E & KEOUGH M (2002) Direct and Indirect Effects of Repeated Pollution Events on Marine Hard-Substrate Assemblages. Ecological Applications, 12 (4):1212-1228.

- JOHNSTON E, KEOUGH M. & QIAND P (2002) Maintenance of species dominance through pulse disturbances to a sessile marine invertebrate assemblage in Port Shelter, Hong Kong. Mar Ecol Prog Ser 226:103-114.

- LÉON I (2001) Contaminación de la Bahía de Chañaral por el Mineral El Salvador. Ingeniero Medio Ambiental. Universidad de Santiago.

- LEPEZ *et al* (2001) Población de *Emerita analoga* (Stimpson 1857*)* en Playa Amarilla y Rinconada, Antofagasta; aspectos Abióticos, Bióticos y concentraciones de Cu. Gayana vol 65, Nº 1 pag 55-76 buscar.

- MIETHKE S (1997) Riesgos y Emergencias Ambientales. Contaminación por Metales Pesados: El Caso de la Bahía de Chañaral, Chile. Comisión oceanográfica intergubernamental de la UNESCO, IOC/INF-1046, pp. 432.

- MILLERO F & SOHN M (1992) Minor elements of seawater. In: Chemical Oceanography. CRC, pp. 115-156.

- NRIAGU J & PACYNA J (1988) Quantitative assessment of worldwide contamination of air, water and soils by trace metals. Nature, 333:134-139.

Folio013279

- PAVEZ O (1997) Caracterización tecnológica de las arenas contaminadas de la playa de Chañaral. Departamento de metalurgia. Facultad de Ingeniería. Universidad de Atacama.

- PREGO R & COBELO-GARCÍA A (2003) Twentieth Century overview of heavy metals in the Galician Rias (NW Iberian Peninsula). Environ. Pollut, 121: 425-452.

- RAVERA O & RICCARDI N (1997) Biological monitoring with organism accumulator of pollutants. Marine Chemistry 58: 313-318.

- REGLAMENTO SANITARIO DE LOS ALIMENTOS (1996) decreto supremo Nº 977 publicado en el diario oficial el 13 de Mayo pp 54-57.
- SCELZO M (1997) Toxicidad del cobre en larvas nauplii del Camarón comercial Artemesia longinaris Bate (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). Investig. mar., 1997, vol.25, p.177-185. ISSN 0717-7178.

- WALDICHUK M (1974) Some biological concern in heavy metals pollution. In: Vernberg, F.J. and W. Vernberg (eds). Pollution and Physiology of Marine Organisms. Academic Press, N.Y.; pp. 1-59.

- WEDEPOHL K (1991) The composition of the upper Earth`s crust and the natural cycles of selected metals. Metals in raw materials. Natural resources. In: E. Merian (ed.), Metals and their Compounds in the Environment (Part I). VCH, Weinheim, pp.3-17.

Folio013280

ANEXO

FIGURAS

Fig. 1: Sitios de estudio: Punta Achurra: (26° 17´ Lat. S., 70° 40` Long. W), Isla Chata (26º09`Lat. S., 70º 41`Long. W) y Punta Carrizalillo (26º08`Lat. S., 70º 39` Long. W).

Fig. 1: Sites Study: Punta Achurra: (26° 17´ Lat. S., 70° 40` Long. W), Isla Chata (26º09`Lat. S., 70º 41`Long. W) y Punta Carrizalillo (26º08`Lat. S., 70º 39` Long. W).

Fig. 2: Diagrama de flujo trófico para la zona de estudio. * Especie no analizada.

Fig. 2: Trophic flow diagram for the study area. * Species not analyzed.

Fig. 3: Concentración de Cobre en organismos en los tres sitios de muestreo. H.p: *Homalaspis plana*; F.c: *Fisurella crassa*; A.a: *Aulacomya ater*; C.c: *Concholepas concholepas*; T.c: *Thais chocolata*; P.c: *Pyura chilensis*; L.t: *Lessonia trabeculata*.

Fig. 3: Copper concentration in bodies in the three sampling sites. H.p: *Homalaspis plana*; F.c: *Fisurella crassa*; A.a: *Aulacomya ater*; C.c: *Concholepas concholepas*; T.c: *Thais chocolata*; P.c: *Pyura chilensis*; L.t: *Lessonia trabeculata*.

Fig. 4: Concentración de Zinc en organismos en los tres sitios de muestreo. H.p: *Homalaspis plana*; F.c: *Fisurella crassa*; A.a: *Aulacomya ater*; C.c: *Concholepas concholepas*; T.c: *Thais chocolata*; P.c: *Pyura chilensis*; L.t: *Lessonia trabeculata*.

Fig. 4: Zinc concentration in bodies in the three sites. H.p: *Homalaspis plana*; F.c: *Fisurella crassa*; A.a: *Aulacomya ater*; C.c: *Concholepas concholepas*; T.c: *Thais chocolata*; P.c: *Pyura chilensis*; L.t: *Lessonia trabeculata*.

Fig. 5(a): Concentración de Cobre en *Fissurella crassa* y *Homalaspis plana* en los tres sitios de estudios.

Fig. 5(a): Concentration of copper in *Fissurella crassa* and *Homalaspis plana* in the three study sites.

Fig. 5(b): Concentración de Zinc en *Fissurella crassa* y *Homalaspis plana* en los tres sitios de estudios.

Fig. 5(b): Zinc concentration in *Fissurella crassa* and *Homalaspis plana* in the three study sites.

Fig. 6: Concentraciones medias de Cobre y Zinc presentes en organismos de tres sitios de estudio.

Fig. 6: Average concentrations of copper and zinc present in bodies of three study sites.

Fig. 7 (a): Mapa de ordenación (MDS) de las especies estudiadas con respecto a la concentración de Cobre.

Fig. 7 (a): Map management (MDS) of the species studied regarding the concentration of Copper.

Fig. 7 (b): Dendrograma de las especies estudiadas referido a las concentraciones de Cobre.

Fig. 7 (b): Dendrograma of the species studied referring to concentrations of Copper.

Fig. 8 (a): Mapa de ordenación (MDS) de las especies estudiadas con respecto a la concentración de Zinc.

Fig. 8 (a): Map management (MDS) of the species studied regarding the concentration of Zinc.

Fig. 8 (b): Dendrograma de las especies estudiadas referido a las concentraciones de Zinc.

Fig. 8(b): Dendrograma of the species studied referring to concentrations of Zinc.

Folio013282

TABLAS

Tabla 1: Diferencias significativas de las concentraciones de Zinc.

Table 1: Significant differences in the concentrations of Zinc.

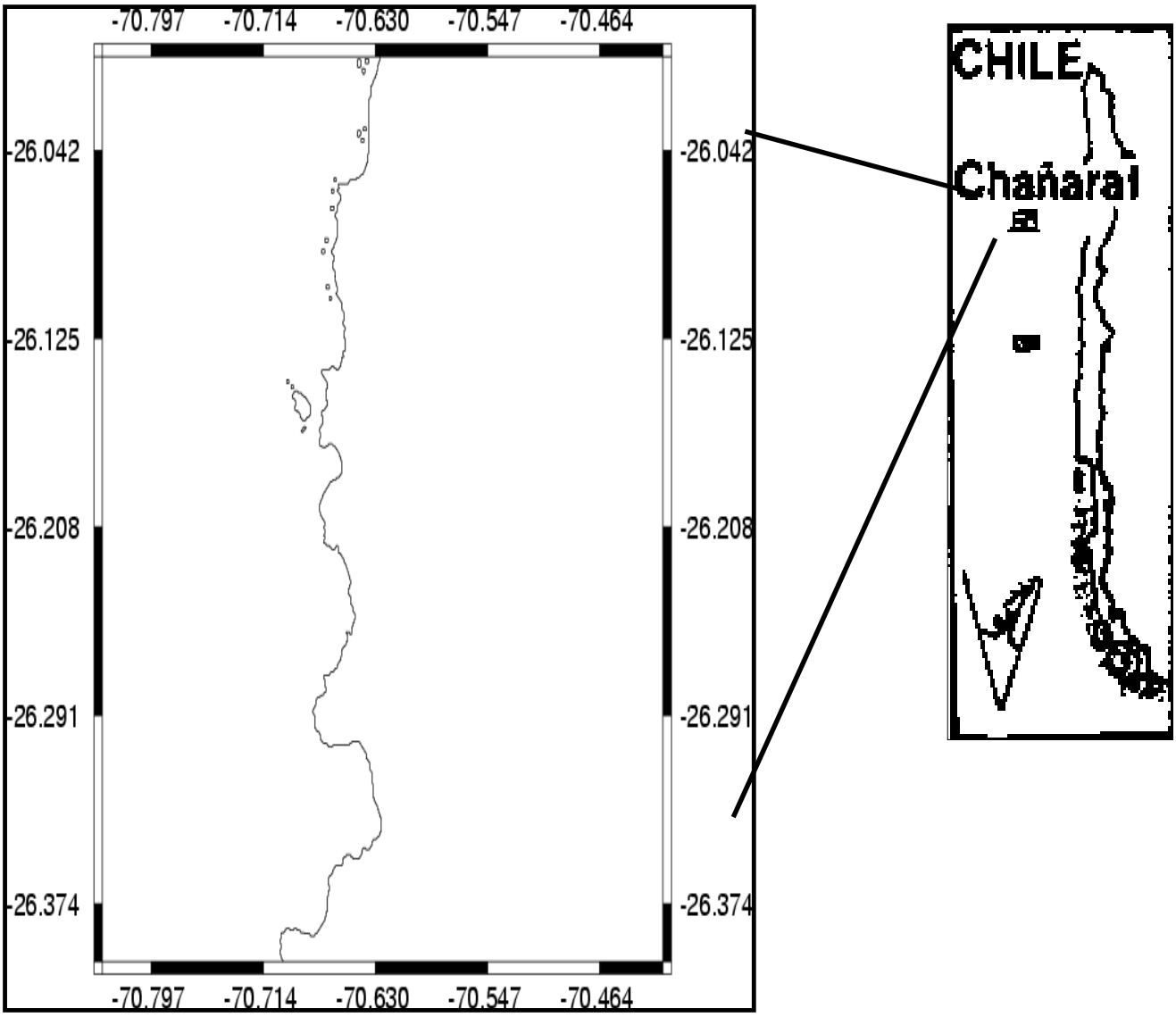

-70.797
-70.714
-70.630
-70.547
-70.464
-26.042
-26.125
-26.208
-26.291
-26.374
CHILE
Chañaral

Fig. 1

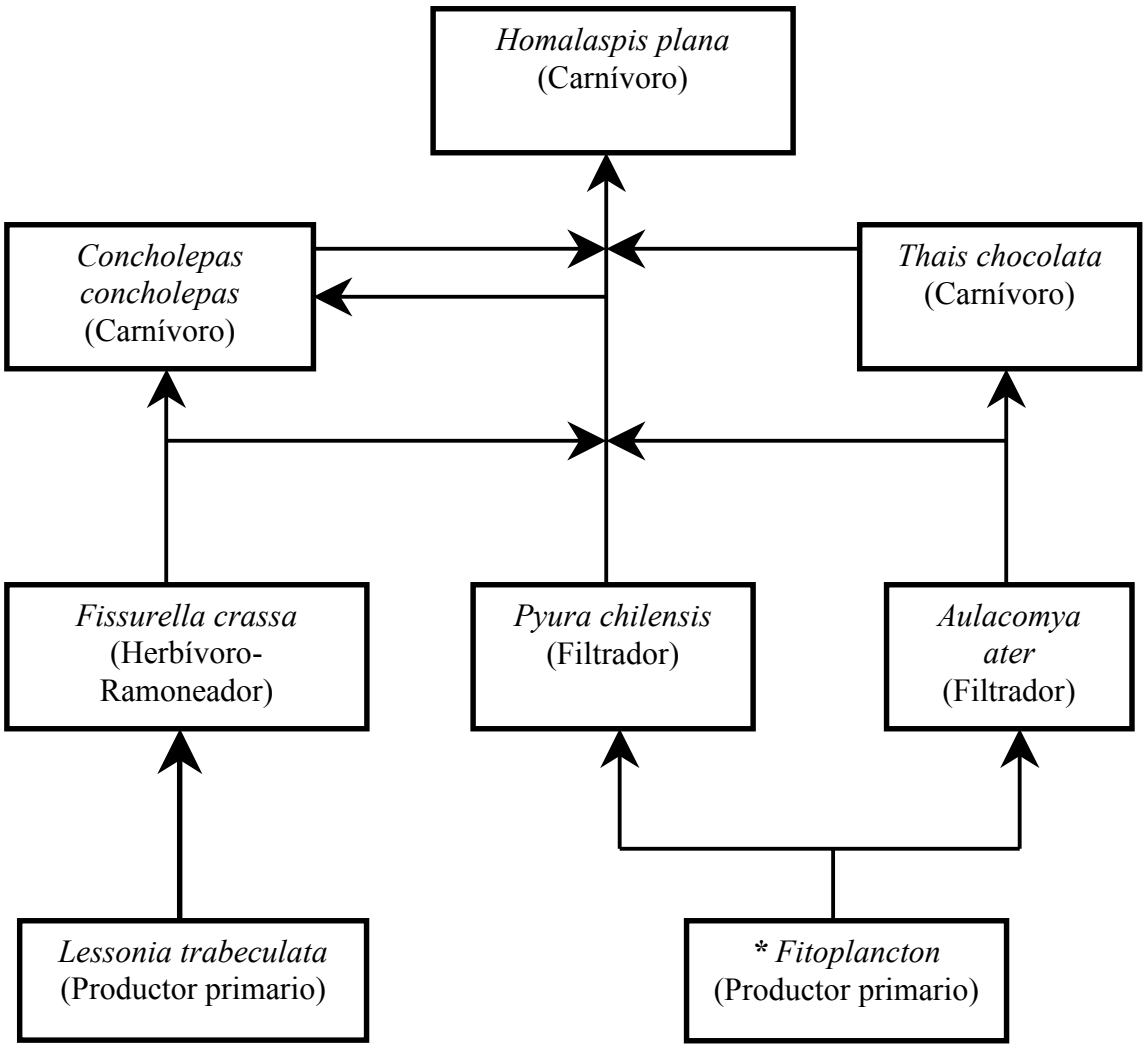

Homalaspis plana
(Carnívoro)
Concholepas concholepas
(Carnívoro)
Thais chocolata
(Carnívoro)
Fissurella crassa
(Herbívoro-
Ramoneador)
Pyura chilensis
(Filtrador)
Aulacomya ater
(Filtrador)
Lessonia trabeculata
(Productor primario)
* *Fitoplancton*
(Productor primario)

Fig. 2

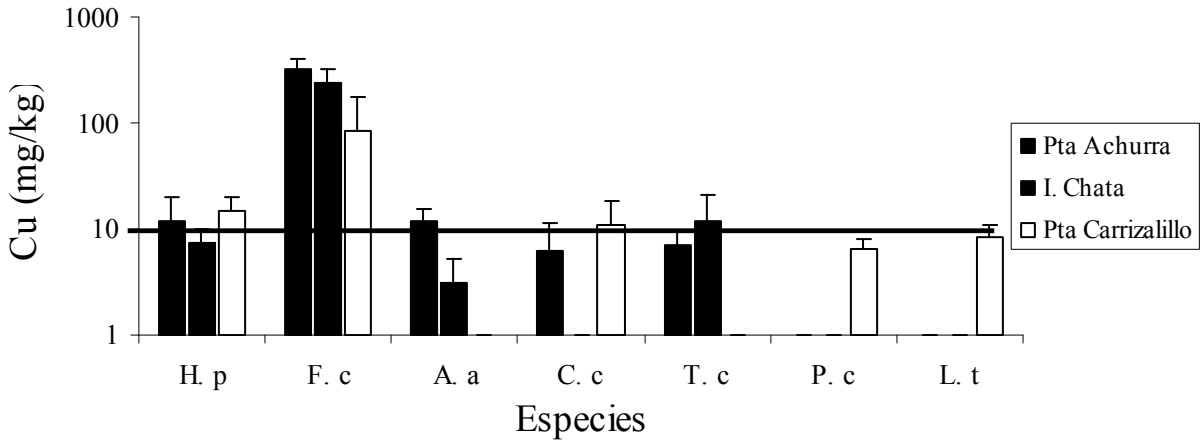

1000
100
10
1
Cu (mg/kg)
Pta Achurra
I. Chata
Pta Carrizalillo
H. p
F. c
A. a
C. c
T. c
P. c
L. t
Especies

Fig. 3

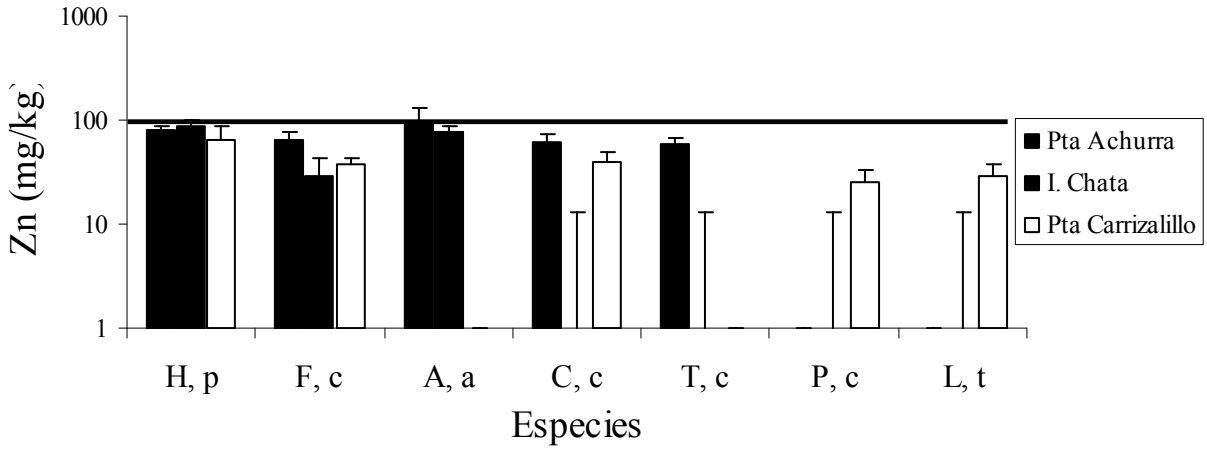

1000
100
10
1
Zn (mg/kg)
Pta Achurra
I. Chata
Pta Carrizalillo
H, p
F, c
A, a
C, c
T, c
P, c
L, t
Especies

Fig. 4

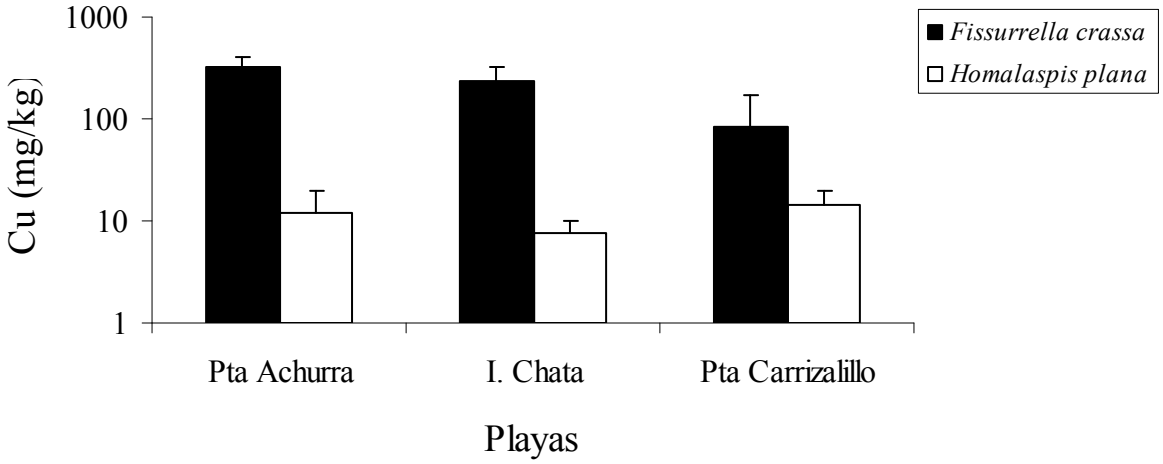

1000
100
10
1
Cu (mg/kg)
Fissurrella crassa
Homalaspis plana
Pta Achurra
I. Chata
Pta Carrizalillo
Playas

Fig. 5(a)

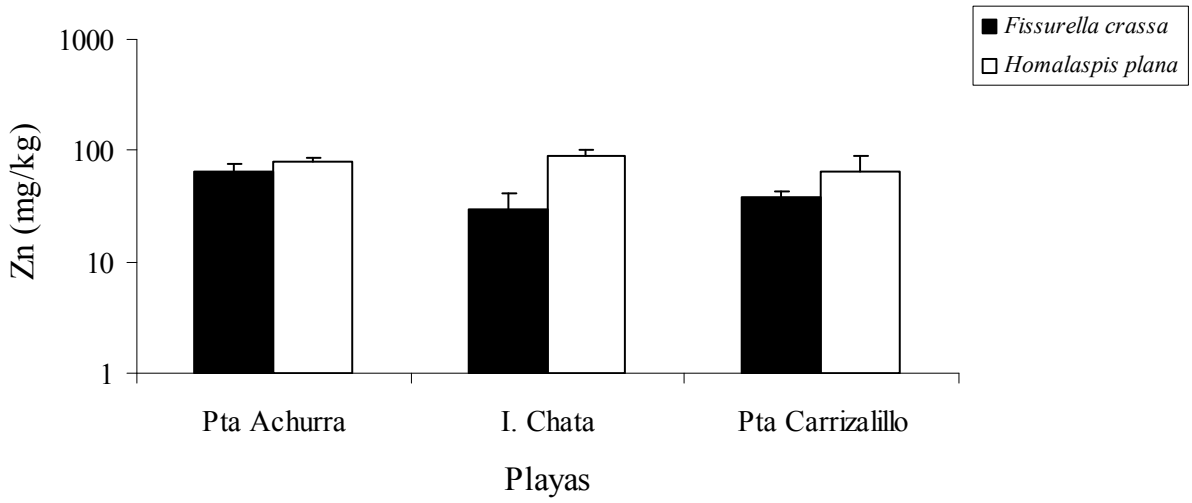

1000
100
10
1
Zn (mg/kg)
Fissurella crassa
Homalaspis plana
Pta Achurra
I. Chata
Pta Carrizalillo
Playas

Fig. 5(b)

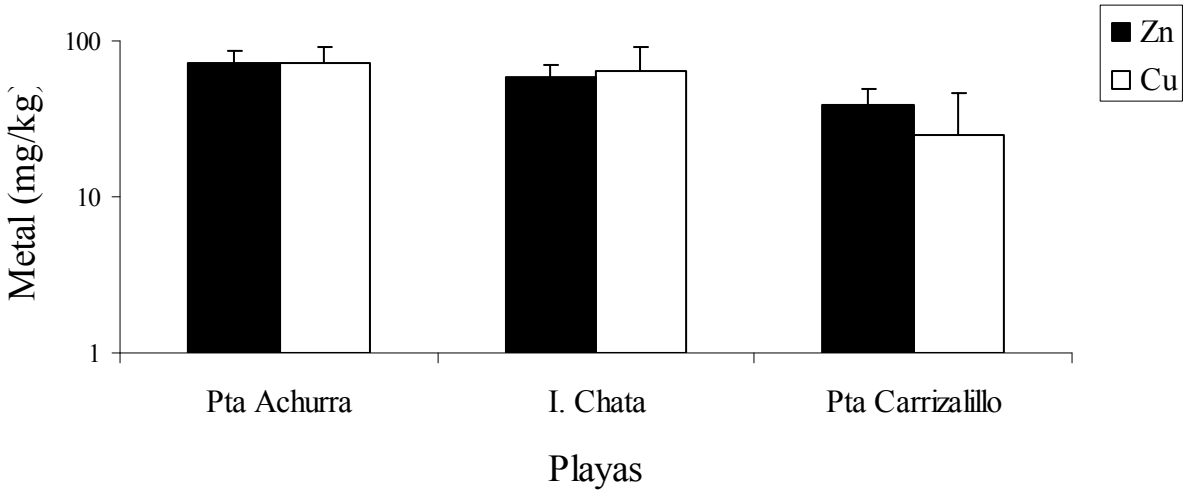

100
10
1
Metal (mg/kg)
Zn
Cu
Pta Achurra
I. Chata
Pta Carrizalillo
Playas

Fig. 6

Estaciones

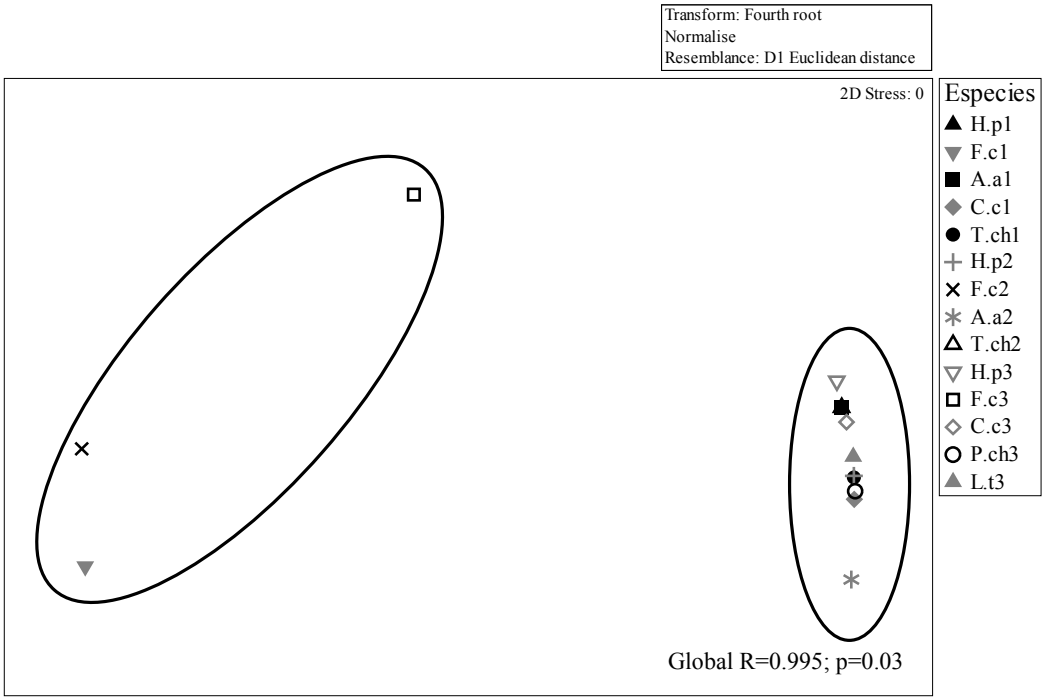


Fig. 7 (a)

Estaciones

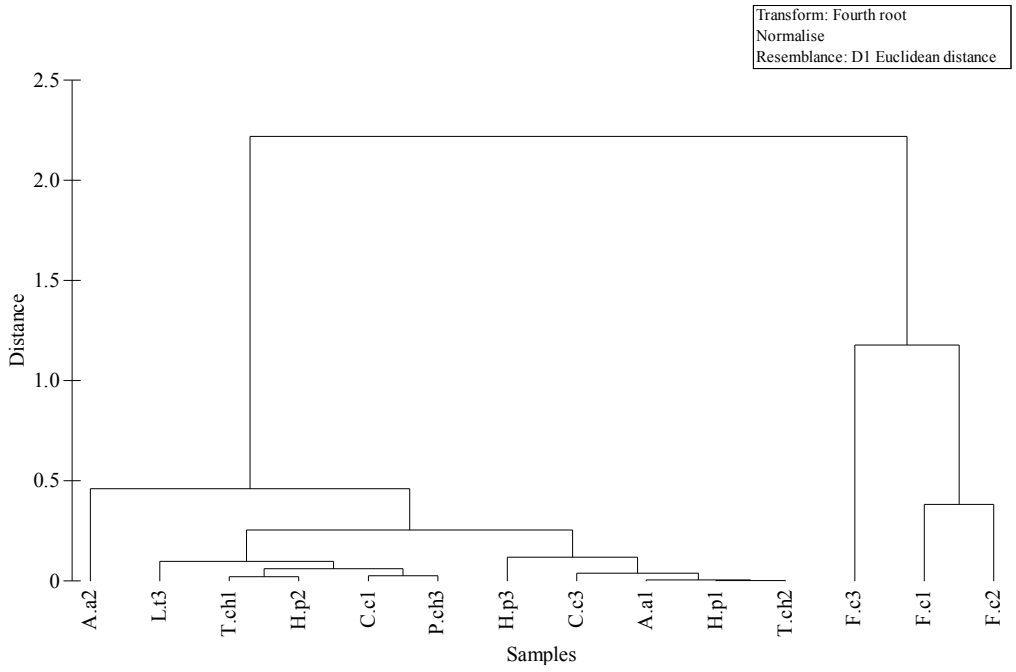


Fig. 7 (b)

Folio013289

Estaciones

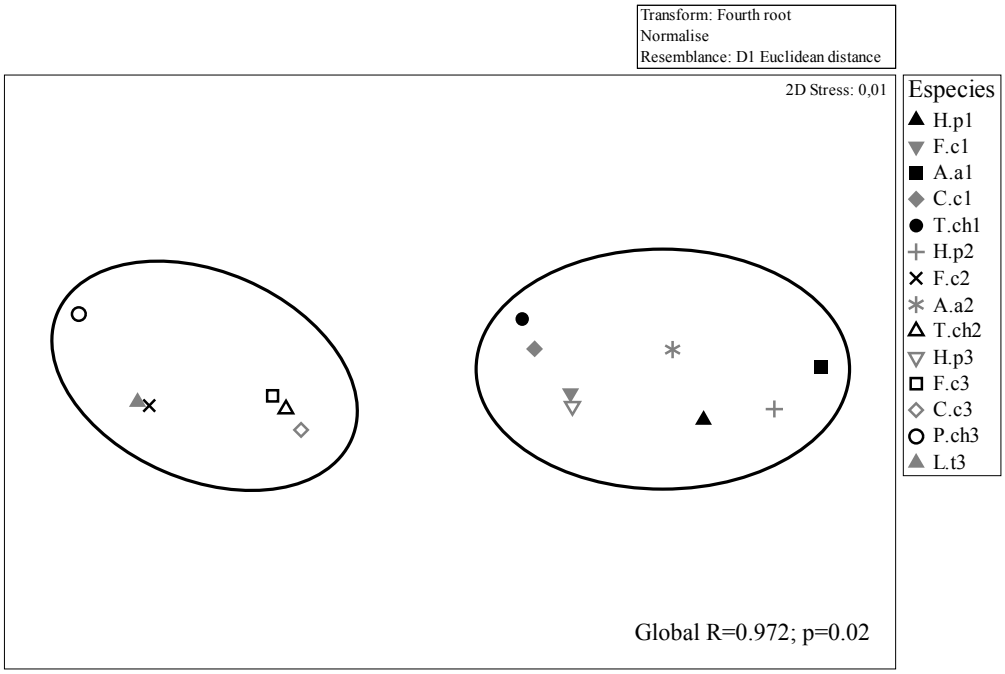


Fig. 8 (a)

Estaciones

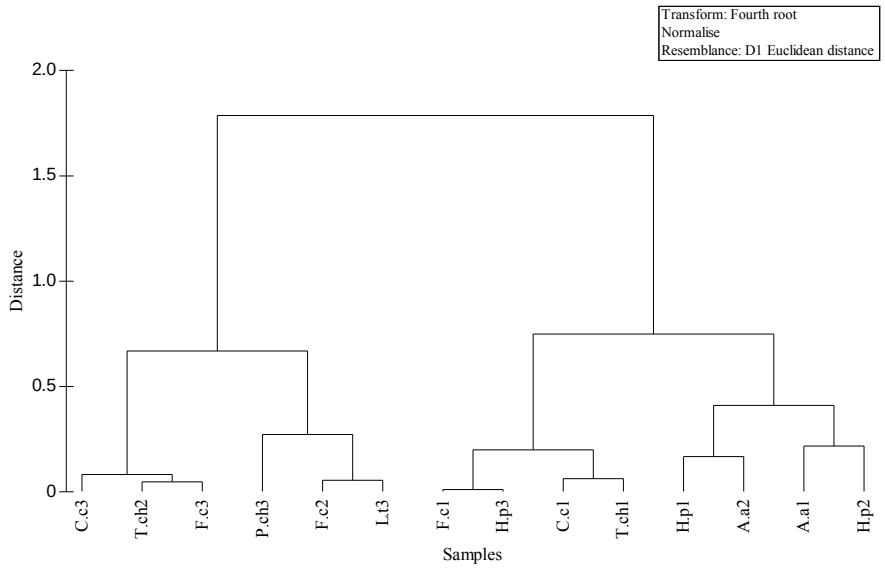


Fig. 8 (b)

Tabla II

	Sitio 1	**Sitio 2**	**Sitio 3**
	72.35	**57.93**	**39.29**
Sitio 1		**0,0939**	**0,0010**
Sitio 2	**0,0939**		**0,0324**
Sitio 3	**0,0010**	**0,0324**	

- Rango critico: p<0,050

INFORME DE RESULTADOS Nº 1

HID 046-A1/15

"DIAGNOSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL AGUA Y SEDIMENTO MARINO EN EL PARQUE NACIONAL PAN DE AZÚCAR"

Preparado por:

Algoritmos

Para:

CONAF

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAF)

Noviembre, 2015

Seminario 180, Providencia, Santiago de Chile • Fono 56-2-23616600
http://www.asesoriasalgoritmos.com

INFORME DE RESULTADOS Nº 1

HID 046-A1/15

DIAGNOSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL AGUA Y SEDIMENTO MARINO EN EL PARQUE NACIONAL PAN DE AZUCAR

Preparado para:

Versión del Documento				**1**	
Responsable Elaboración		***Responsable Revisión***		***Responsable Aprobación***	
Nombre	Claudio Santibáñez V.	Nombre	Macarena Mukarker	Nombre	Juan Carlos Yañez
Cargo:	Ingeniero de Proyectos	Cargo:	Jefe Unidad Aguas y Suelos	Cargo	Gerente General
Fecha:	14-12-2015		14-12-2015	Fecha:	14-12-2015
Firma:		Firma:		Firma:	

Noviembre, 2015

Folio013293

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1 ..... INTRODUCCIÓN 5
2 ..... OBJETIVOS 7
3 ..... PARÁMETROS ANALIZADOS 8
4 ..... METODOLOGÍA 9
5 ..... EQUIPAMIENTO 10
6 ..... PUNTOS DE MUESTREO 13
7 ..... MUESTREO 15
7.1 ..... Caracterización de la columna de agua 15
7.2 ..... Bentos Submareal de Fondos Blandos 16
7.3 ..... Sedimentos Marinos 21
7.4 ..... Biota submareal de Fondo duro 23
7.4.1 Metales en Organismos Bentónicos 23
8 ..... Autorización SHOA y Subsecretaría de Pesca 24
9 ..... RESULTADOS 25
9.1 Parámetro In Situ 25
9.1.1 pH 25
9.1.2 Temperatura 26
9.1.3 Salinidad 28
9.1.4 Oxígeno Disuelto 30
9.1.5 Transparencia 33
9.1.6 pH y Potencial redox del sedimento 33
9.2 Análisis en Laboratorio 34
9.2.3.1 ..... Arsénico (As) 68
10 ..... PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL 73
11 ..... CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN 75
11.1 ..... Parámetros In Situ 75
11.2 ..... Parámetros analizados en Laboratorio 75
12 ..... REFERENCIAS 80

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico Nº 1 pH en las estaciones 26
Gráfico Nº 2 Concentración de Arsénico en superficie 36
Gráfico Nº 3 Concentración de Arsénico en fondo 37
Gráfico Nº 4 Concentración de Cobre en superficie 38
Gráfico Nº 5 Concentración de Cobre en estrato de fondo 39
Gráfico Nº 6 Concentración de Zinc en superficie 41
Gráfico Nº 7 Concentración de Zinc en estrato fondo 42

Folio013294

Gráfico Nº 8 DBO_5 en estrato superficial 43
Gráfico Nº 9 DBO_5 en estrato fondo 44
Gráfico Nº 10 Turbiedad en superficie 45
Gráfico Nº 11 Turbiedad en estrato Fondo 46
Gráfico Nº 12 Abundancia numérica total y porcentual de la macrofauna bentónica 48
Gráfico Nº 13 Riqueza de macrofauna bentónica. Estación 1 49
Gráfico Nº 14 Riqueza de macrofauna bentónica. Estación 2 50
Gráfico Nº 15 Riqueza de macrofauna bentónica. Estación 3 51
Gráfico Nº 16 Riqueza de macrofauna bentónica. Estación 5 52
Gráfico Nº 17 Riqueza de macrofauna bentónica. Estación 6 53
Gráfico Nº 18 Riqueza de macrofauna bentónica. Estación 7 54
Gráfico Nº 19 Riqueza de macrofauna bentónica. Estación 8 55
Gráfico Nº 20 Riqueza de macrofauna bentónica. Control 1 56
Gráfico Nº 21 Riqueza de macrofauna bentónica. Control 2 57
Gráfico Nº 22 Riqueza de macrofauna bentónica. Control 2 60
Gráfico Nº 23 Curvas ABC. Estaciones; 1 a 7 62
Gráfico Nº 24 Curvas ABC. Estaciones; 8, CTRL-1 y CTRL-2 63
Gráfico Nº 25 Análisis de clasificación y ordenación (NMDS) 65
Gráfico Nº 26 Arsénico en sedimentos 68
Gráfico Nº 27 Cobre en sedimentos 69
Gráfico Nº 28 Molibdeno en sedimentos 70
Gráfico Nº 29 Plomo en sedimentos 71
Gráfico Nº 30 Zinc en sedimentos 72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Nº 1 Parámetros Analizados 8
Tabla Nº 2 Metodología de Muestreo 9
Tabla Nº 3 Puntos de Muestreo en sector de estudio 13
Tabla Nº 4 Parámetros analizados In Situ y especificaciones del equipo 15
Tabla Nº 5 Parámetros físico químicos analizados en Laboratorio 16
Tabla Nº 6 Valores de Estrés a partir de un escalamiento (NMDS) 21
Tabla Nº 7 Parámetros y técnicas analíticas en la matriz de sedimento 23
Tabla Nº 8 Parámetros y técnicas analíticas en biotas 23
Tabla Nº 9 Resultados de Análisis de pH In Situ 25
Tabla Nº 10 Temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en la columna de agua 32
Tabla Nº 11 Visibilidad en la columna de agua 33
Tabla Nº 12 pH y Potencial Redox en sedimentos submareales 34
Tabla Nº 13 Resultados de análisis químico en agua 35

Folio013295

Tabla Nº 14 Estadística descriptiva de Macrofauna Bentónica 47
Tabla Nº 15 Abundancia y biomasa de la fauna bentónica. Estación E1 49
Tabla Nº 16 Abundancia y biomasa de la fauna bentónica. Estación E2 50
Tabla Nº 17 Abundancia y biomasa de la fauna bentónica. Estación E3 51
Tabla Nº 18 Abundancia y biomasa de la fauna bentónica. Estación E5 52
Tabla Nº 19 Abundancia y biomasa de la fauna bentónica. Estación E6 53
Tabla Nº 20 Abundancia y biomasa de la fauna bentónica. Estación E7 54
Tabla Nº 21 Abundancia y biomasa de la fauna bentónica. Estación E8 55
Tabla Nº 22 Abundancia y biomasa de la fauna bentónica. Control 1 56
Tabla Nº 23 Abundancia y biomasa de la fauna bentónica. Control 2 57
Tabla Nº 24 Índices comunitarios para la fauna bentónica 59
Tabla Nº 25 Cobre y cinc en biotas 66
Tabla Nº 26 Resultados de metales en sedimentos 67
Tabla Nº 27 Plan de Vigilancia Ambiental 73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Nº 1 Plano de ubicación de puntos de muestreo 14
Figura Nº 2 Clasificación del estado de perturbación de comunidades bentónicas 19
Figura Nº 3 Temperatura en las estaciones 27
Figura Nº 5 Salinidad en las estaciones 29
Figura Nº 6 Oxígeno Disuelto en las estaciones 31

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía Nº 1 Medidor de parámetros In Situ 10
Fotografía Nº 2 Botella Oceanográfica 10
Fotografía Nº 3 Draga Van Veen 11
Fotografía Nº 4 Equipo Hanna Instrument para sedimentos 11
Fotografía Nº 5 Disco Secchi 12
Fotografía Nº 6 GPS 12
Fotografía Nº 7 Estación 1 86
Fotografía Nº 8 Estación 2 86
Fotografía Nº 9 Estación 3 87
Fotografía Nº 10 Estación 4 87
Fotografía Nº 11 Estación 5 88
Fotografía Nº 12 Estación 6 88
Fotografía Nº 13 Estación 7 89
Fotografía Nº 14 Estación 8 ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Fotografía Nº 15 Biotas..... 90
Fotografía Nº 16 Sector de Aluvión 90

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO Nº 1 SET FOTOGRÁFICO..... 86
ANEXO Nº 2 CERTIFICADOS DE LABORATORIO..... 91
ANEXO Nº 3 PERMISOS DE LA AUTORIDAD.....124

1 INTRODUCCIÓN

La conservación de la biodiversidad depende tanto del marco regulatorio como político (Sutherland *et al*. 2010). Uno de las modalidades más usadas a nivel mundial para proteger la biodiversidad ha sido la conservación *in situ*. De acuerdo con el Artículo 2º del Convenio de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica, por "conservación *in situ*", se entiende la conservación de los ecosistemas y los hábitats naturales y el mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y, en el caso de las especies domesticadas y cultivadas, en los entornos en que hayan desarrollado sus propiedades específicas.

Hoy en día prácticamente toda actividad humana trae consecuencias negativas, en desmedro tanto de la flora y la fauna de los ecosistemas. Para reducir estos impactos negativos se crean las llamadas áreas protegidas.

Mundialmente la forma más común de conservación *in situ* ha sido el establecimiento de áreas protegidas. De este modo, las áreas protegidas contienen ecosistemas terrestres y/o marinos en donde se conserva por tiempo indefinido la diversidad biológica y otros recursos naturales, al igual que las características culturales asociadas a ellos. Geográficamente definidas y legalmente designadas, en las áreas protegidas se aplican diferentes grados de aislamiento a los ecosistemas y poblaciones que conservan (Baena *et al*. 2003).

La Corporación Nacional Forestal (CONAF), es una institución autónoma del Estado chileno, creada originalmente como corporación de derecho privado, dependiente del Ministerio de Agricultura de Chile, encargado de administrar la política forestal chilena, fomentar el desarrollo del sector, combatir incendios forestales y administrar áreas silvestres protegidas como parques nacionales y reservas nacionales. Esta entidad es la encargada de administrar las áreas protegidas, de fomentarlas y protegerlas.

Uno de los parques nacionales administrados por CONAF es Pan de Azúcar, ubicado administrativamente en la Comuna de Chañaral, Provincia de Chañaral, Región de Atacama. Este lugar destaca por la protección de las especies de fauna como el Guanaco, el Pingüino de Humboldt y el Pato Yunco. La gran diversidad que alberga este parque es la principal razón por la que se realizan monitoreos cada cierto tiempo, para ir evaluando el estado de la biodiversidad que habita en él.

La flora en el Parque, presenta un carácter eminentemente Xerofítico. Es decir, especies adaptadas a la falta de agua. Destacando las cactáceas, tanto columnares como globosas (CONAF, 2015).

Folio013298

El mes de marzo de 2015, una parte importante de la región de Atacama se vio afectada por un fenómeno hidrometeorológico, que produjo inundaciones, aluviones, desborde de ríos, pérdida de materiales, etc. Una de las zonas más afectadas por este fenómeno fueron las comunas de Chañaral y Copiapó (Cienfuegos *et al*. 2015)

Al respecto, se torna importante contar con estudios para dilucidar las posibles alteraciones que este desprendimiento de tierra trajo consigo.

En este contexto, el estudio del estado actual del agua y sedimento marino en la bahía de Pan de Azúcar y alrededores de la Isla de Pan de Azúcar aportara información relevante para comparar con estudios anteriores, ver evolución y tomar medidas ambientales necesarias para la protección de la biodiversidad.

Folio013299

2 OBJETIVOS

El objetivo general del servicio es realizar un análisis de la composición actual de la columna de agua, sedimentos y biota acuática en la bahía de Pan De Azúcar y alrededores de Isla de Pan de Azúcar del Parque Nacional Pan de Azúcar y un diagnostico comparativo de su composición con datos históricos.

Los objetivos específicos, son los siguientes:

- Toma de muestras a dos niveles (superficial-profundo) y análisis de agua de mar en 10 estaciones.
- Toma de muestras y análisis de sedimentos en 10 estaciones.
- Toma de muestras de Biotas en 3 puntos en el sector de estudio.
- Entrega de informe de resultados con análisis y recomendaciones.
- Entrega de propuesta de monitoreo y seguimiento ambiental de la bahía pan de Azúcar.

3 PARÁMETROS ANALIZADOS

Para la campaña de terreno se analizaron diferentes parámetros y matrices en el marco del Proyecto. A continuación, se listan en la siguiente Tabla:

Tabla Nº 1
Parámetros Analizados

Matriz Analizada	Parámetros
Agua de Mar	Análisis en Laboratorio; DBO_5, Sólidos Suspendidos Totales, Cobre, Mercurio, Zinc, Plomo, Arsénico, Molibdeno y Turbiedad. Análisis *In Situ*; Oxígeno disuelto, temperatura, salinidad, pH y transparencia
Sedimentos marinos	Cobre, Mercurio, Zinc, Plomo, Arsénico y Molibdeno. Macrofauna Bentónica. pH y Potencial Redox (*In Situ*)
Biotas	Zinc y Cobre

4 METODOLOGÍA

La metodología para la obtención de las muestras, se detallan a continuación en la Tabla Nº 2:

Tabla Nº 2
Metodología de Muestreo

Matriz	Metodología
Agua de Mar, sedimentos marinos y Biotas	➢ NCh 411/9. Calidad del agua. Muestreo – Parte 9: Guía para el muestreo de aguas marinas Instituto Nacional de Normalización – INN. ➢ NCh 411/3. Calidad del agua. Muestreo. Parte 3: Guía sobre la preservación y manejo de las muestras. ➢ NCh 411/2. Muestreo. Parte 2: Guía sobre técnicas de muestreo. ➢ NCh 411/1. Muestreo. Parte 1: Guía para el diseño de programas de muestreo.

Dichas normas establecen las medidas necesarias para la toma de muestras y las condiciones para el traslado al laboratorio.

5 EQUIPAMIENTO

Dentro del equipamiento utilizado en la campaña, se encuentra lo detallado a continuación:

- Oxígeno disuelto, Salinidad, Temperatura y pH se midieron con equipo YSI modelo *Professional Plus* (Fotografía Nº 1).

Fotografía Nº 1
Medidor de parámetros In Situ



- Agua de mar: Se utilizó botella oceanográfica, tipo Niskin (Fotografía Nº 2).

Fotografía Nº 2
Botella Oceanográfica



- Sedimentos: Se utilizó Draga, tipo Van Veen de 0,1 m^2 de mordida (Fotografía Nº 3).

Fotografía Nº 3
Draga Van Veen



- pH y Potencial redox en sedimentos: El pH y potencial redox del sedimento fue medido *In Situ* por medio de un equipo Hanna Instrument, modelo HI991003 (Fotografía Nº 4).

Fotografía Nº 4
Equipo Hanna Instrument para sedimentos



- Transparencia: Para la determinación de transparencia se utilizó Disco Secchi de 0,3 m de diámetro (Fotografía Nº 5).

Fotografía Nº 5
Disco Secchi



- Posicionamiento de los puntos de muestreo: El posicionamiento de los puntos de muestreo se realizó con un equipo GPS (Fotografía Nº 6).

Fotografía Nº 6
GPS



Folio013305

6 PUNTOS DE MUESTREO

En la Tabla Nº 3, se presenta la ubicación geográfica (coordenadas UTM en Datum WGS-84) de cada uno de los puntos monitoreados, indicando también la fecha en que se realizó el muestreo.

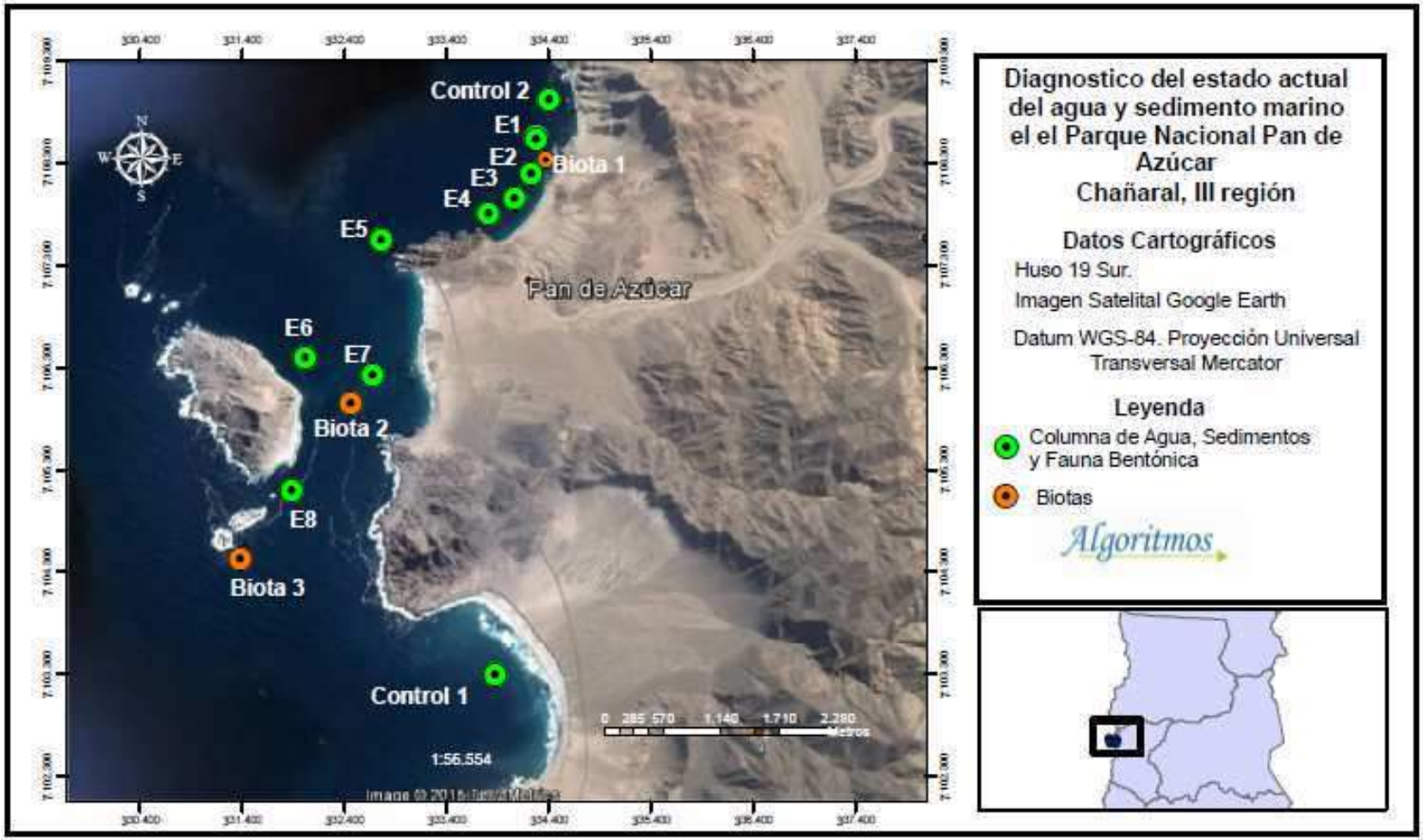
Tabla Nº 3
Puntos de Muestreo en sector de estudio

Punto	Profundidad (m)	Fecha	Coordenadas UTM[a]	
			Norte	Este
E1	12	25/11/15	7.108.461	334.316
E2	10	25/11/15	7.108.101	334.244
E3	8	25/11/15	7.107.867	334.088
E4	7	25/11/15	7.107.771	333.871
E5	18	25/11/15	7.107.489	332.879
E6	18	25/11/15	7.106.325	332.017
E7	11	25/11/15	7.106.240	332.697
E8	15	25/11/15	7.105.085	331.933
Control 1	13	25/11/15	7.103.311	333.963
Control 2	17	25/11/15	7.108.905	334.508
Biota 1	-	25/11/15	7.108.273	334.479
Biota 2	-	25/11/15	7.105.981	332.548
Biota 3	-	25/11/15	7.104.521	331.430

La Figura Nº 1, muestra un plano referencial con la ubicación de los puntos muestreados.

[a] Coordenadas utilizando como Datum WGS-84

Figura Nº 1
Plano de ubicación de puntos de muestreo



7 MUESTREO

El trabajo en terreno para CONAF, se llevó a cabo los días 25 y 26 de noviembre de 2015, en los puntos correspondientes a estaciones de muestreo para los componentes; agua, sedimentos, fauna bentónica y biota (ver Figura Nº 1).

En ANEXO Nº 1 se presentan algunas fotografías referenciales de los puntos muestreados durante la campaña.

7.1 Caracterización de la columna de agua

Para la caracterización de la columna de agua se consideraron las 10 estaciones definidas en la Figura Nº 1, distribuidas en forma paralela a la costa. Estas correspondieron a las señaladas en la Tabla Nº 3.

7.1.2 Parámetros medidos *In Situ*

Los parámetros, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH fueron medidos mediante un equipo multiparámetro portátil marca YSI modelo *Professional Plus* (Fotografía Nº 1), en la Tabla Nº 4, se muestran las especificaciones del equipo. La transparencia fue medida con un disco secchi. Los parámetros *In Situ,* se midieron cada 5 metros de profundidad.

Tabla Nº 4
Parámetros analizados In Situ y especificaciones del equipo

Parámetro	Método Analítico	Especificaciones equipo	Unidad
Temperatura (*in situ*)	Sensor 5560	Rango -5 °C a 70 °C. Resolución 0,1 ° C. Exactitud ± 0,2 °C.	ºC
Oxígeno disuelto (*in situ*)	Sensor Polarográfico	Rango: 0 a 50 mg/L Resolución ± 0,01 mg/L. Exactitud ± 0,2 mg/L	mg/L
Salinidad (*in situ*)	Sensor de Conductividad 5560	Rango: 0 a 70 ppt Resolución ± 0,01 ppt. Exactitud ± 0,1 ppt	PSU
pH (*in situ*)	Sensor de pH 605101	Rango: 0 a 14. Resolución 0,01. Exactitud ± 0,2.	-

7.1.1 Parámetros analizados en Laboratorio

La Tabla Nº 5, indica los parámetros analizados en Laboratorio acreditado HIDROLAB, a partir de las muestras obtenidas en la columna de agua. Además, se muestran las técnicas analíticas, el límite de detección proporcionado por el laboratorio y las unidades utilizadas en la determinación de las concentraciones.

Tabla Nº 5
Parámetros físico químicos analizados en Laboratorio

Parámetro	Método Analítico	Límite de Detección	Unidad
Arsénico	SM-3114 C(2)	<0,001	mg/L
Cobre	SM-3120 B(2)	<0,005	mg/L
Mercurio	SM-3112 B(2)	<0,001	mg/L
Molibdeno	SM-3120 B	<0,005	mg/L
Plomo	SM-3120 B(2)	<0,010	mg/L
Cinc	SM-3120 B(2)	<0,002	mg/L
DBO_5	SM-5210 B(2)	<2	mg/L
Sólidos Suspendidos Totales	SM-2540 D(2)	<5	mg/L
Turbiedad	SM-2130 B(2)	0,1	UNT

7.2 Bentos Submareal de Fondos Blandos

Para la caracterización de comunidades bentónicas submareales de fondos blandos, se tomaron muestras en diez estaciones distribuidas en la zona de estudio.

En cada estación de monitoreo del medio marino, se obtuvo una muestra de sedimento, para el estudio del bentos submareal. Las muestras de sedimento para su posterior análisis, fueron obtenidas por medio de una draga tipo Van Veen de 0,1 m^2 de mordida (ver Fotografía Nº 3).

7.2.1 Análisis de Comunidades Bentónicas Submareales de Fondos Blandos

La macrofauna presente en el sedimento se separó en el Departamento de Estudios Marinos de Asesorías Algoritmos SpA., utilizando tamices de abertura de malla de 1 mm. Los organismos retenidos fueron fijados con una solución de Alcohol (80%), para posterior identificación en laboratorio.

La metodología de análisis de muestras se realizó de acuerdo a la Resolución N° 3612 de la Subsecretaría de Pesca.

En el laboratorio la fauna fijada se identificó hasta el nivel de especie, cuando fue posible, usando para este efecto literatura especializada. Posteriormente, se registró la abundancia y el peso húmedo. Para el registro del peso se utilizó una balanza analítica Shimadzu de 0,001 g de precisión. Finalmente los valores de abundancia y biomasa fueron expresados por número de individuos y gramos por m^2, respectivamente. En anexo, se adjunta informe de Laboratorio.

7.2.2 Análisis univariado de los resultados

La caracterización funcional de los ensambles de invertebrados se realizó a partir del cálculo de índices comunitarios de diversidad específica de Shannon (H'), uniformidad específica (J') y riqueza de especies (S) (Ludwig & Reynolds, 1988).

La ***diversidad específica de Shannon*** **(H')**, varía desde 0 en comunidades con un único taxón hasta infinito en comunidades con muchos taxa. Esta se calculó para cada estación de muestreo y se utilizó la Ecuación 1:

$$H' = -\sum_{n=1}^{N} p_i Log p_i \qquad \textbf{Ecuación 1}$$

dónde:

H' = Índice de diversidad específica.
Pi = ni /N = Abundancia proporcional de la i-ésima especie.
Ni = Abundancia de la especie i-ésima en una muestra.
N = Número total de individuos en la muestra.

La ***uniformidad específica*** **(J')** se calculó a partir de la Ecuación 2:

$$J' = H' / Log(S) \qquad \textbf{Ecuación 2}$$

dónde:

J' = Índice de uniformidad específica de una muestra.
H' = Índice de diversidad específica de una muestra.
S = Número de especies observadas en una muestra

La ***riqueza de especies*** de los ensambles de invertebrados se estimó a partir del conteo de especies o unidades taxonómicas presentes en la muestra, (S), ver Ecuación 3:

$$S = \sum_{i=1}^{s} Si$$ **Ecuación 3**

dónde:

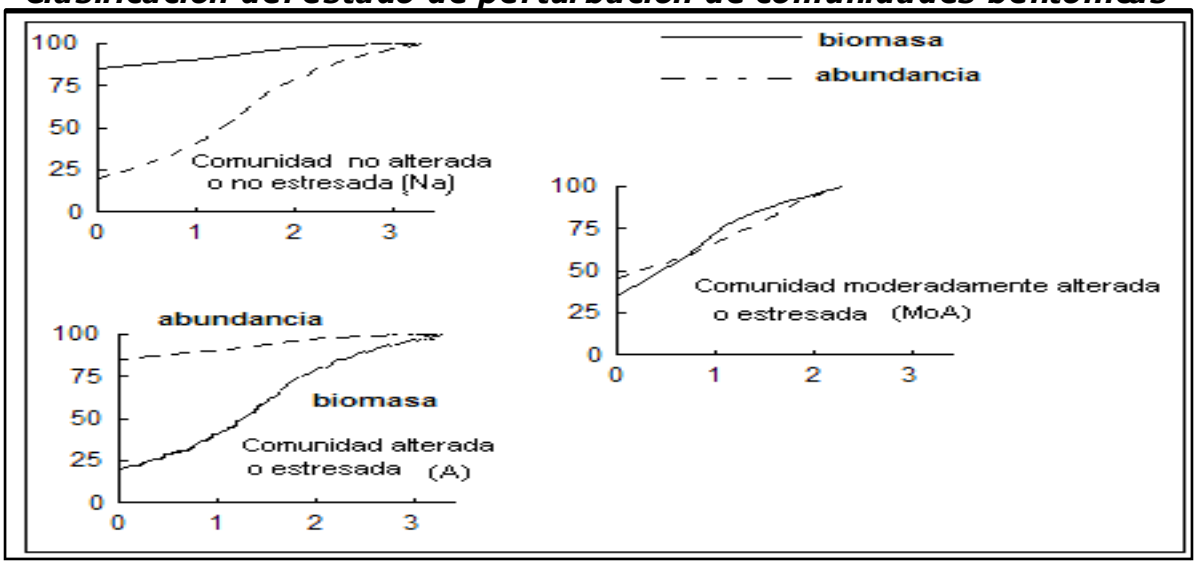
S = Número total de especies en la muestra.
Si = i-esimo taxón asociado a la muestra

7.2.3 Curvas ABC

La caracterización de las condiciones ambientales de las comunidades bentónicas se determinó mediante el método de las ***curvas ABC o K-dominancia***, la cual es una técnica empleada para evaluar las condiciones ambientales de una comunidad bentónica afectada por polución sin tener que disponer de datos históricos del área (Warwick 1986).

Estas curvas se basan en la comparación de las dominancias según las abundancias y las biomasas. De esta manera se pueden obtener tres tipos teóricos de curvas que definen en cierta medida el estado de contaminación del medio (Warwick, 1986). Cuando la curva de biomasa supera a la de abundancia existiría ausencia de alteración en las comunidades. Por otra parte, cuando la abundancia supera a la biomasa, en algún punto de la curva, se podría decir que las comunidades se encuentran moderadamente alteradas en su equilibrio. Por último, cuando la curva de abundancia supera a la de biomasa, las comunidades estarían sometidas a un alto grado de alteración (Figura Nº 2).

Figura Nº 2
Clasificación del estado de perturbación de comunidades bentónicas



7.2.4 Análisis multivariado de los resultados

Según Clarke & Warwick (2001), los datos biológicos disponibles fueron organizados en una matriz de *p* filas, representando los taxas, y *n* columnas, representando las estaciones de monitoreo.

Con el objeto de facilitar la interpretación de los resultados de clasificación y ordenación, aquellos taxa que constituyeron menos del 3% de la abundancia total en alguna muestra fueron removidos, ya que estas tienden a perturbar y confundir el patrón de un posterior análisis de ordenación (Clarke & Warwick, 2001; Field *et al,* 1982). Posteriormente, la abundancia fue transformada a la forma Log (x+1), de esta manera la contribución a la similitud entre estaciones no fue dependiente numéricamente de los taxa dominantes, (Clarke & Green, 1988; Clarke, 1993).

Luego que los registros de abundancia fueron transformados, se utilizó el coeficiente de similitud porcentual (S_{jk}) de Bray-Curtis (Ludwig & Reynolds 1988) para medir la similitud entre pares de elementos, constituyendo así la matriz de similitud, donde los valores extremos, 0 y 100, correspondieron a la ausencia y presencia de coexistencia de dos taxa en mismo sitio, respectivamente (Ecuación 4).

$$Sjk = 100\left\{1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}|Xij - Xik|}{\sum_{i=1}^{n}|Xij + Xik|}\right\}$$ **Ecuación 4**

Así la matriz de similitud, obtenida con el algoritmo de Bray-Curtis, constituye la base de datos de entrada para los análisis de Clasificación y Ordenación (NMDS)[b].

Clasificación. Esta técnica permite clasificar individuos o variables semejantes entre sí sin un criterio de clasificación *a priori*. Permite agrupar en función de su semejanza, en particular, utilizando como atributo la magnitud de la abundancia numérica de los diferentes taxa y la ocurrencia de estas, entre las diferentes variables (estaciones).

A partir de la matriz de similitud se realizan pareos sucesivos de los grupos similares hasta que toda la muestra o grupos de la muestras (estaciones) se agrupan en un conjunto mayor, proceso que culmina con la formación de un dendrograma. La estrategia de aglomeración jerárquica de grupos se realizó para estaciones (modo R).

Ordenación. La ordenación de las comunidades se realizó según el escalamiento multidimensional no paramétrico, metodología introducida por Shepard (1962) y Kruskal (1964).

Esta técnica utiliza los rangos de la formación de la matriz de similitud del análisis clasificatorio. Básicamente este método ubica las estaciones o especies en un espacio de ordenación de baja dimensión, de tal modo que las distancias entre puntos en la ordenación tengan el mismo rango de orden que los puntos de disimilitud, según Warwick & Clarke (1993), esta técnica multivariada sería mejor para los estudios de bentos, debido a su gran sensibilidad.

El estrés arrojado por cada diagrama es el criterio de aceptación de las agrupaciones formadas en la ordenación, así el estrés queda definido en la Ecuación 5.

$$Estrés = \sqrt{\frac{\sum_j \sum_k \left(d\,jk - \hat{d}\,jk\right)^2}{\sum_j \sum_k d^2\,jk}}$$ **Ecuación 5**

[b] Escalamiento Multidimensional No Métrico: es una técnica multivariante de interdependencia que trata de representar en un espacio geométrico de pocas dimensiones las proximidades existentes entre un conjunto de objetos.

Dónde:

d_{jk} = distancia entre los puntos j-ésimo y k-ésimo de la muestra

$\hat{d}_{jk}$ = distancia predicha de la línea de regresión ajustada correspondiente a la disimilitud de la matriz de coeficientes de Bray-Curtis.

Clarke & Warwick (1994), desarrollaron un criterio para ordenaciones a partir del NMDS de dos dimensiones, la que proporciona una relación entre valores de estrés y una adecuada representación final de la información en el mapa, según aparece en la Tabla Nº 6.

Tabla Nº 6
Valores de Estrés a partir de un escalamiento (NMDS)

Estrés	Configuración Final
<0,05	Excelente
<0,1	Buena
<0,2	Regular
<0,3	Mala

7.3 Sedimentos Marinos

A partir de las estaciones mencionadas anteriormente en la Tabla Nº 3 y Figura Nº 1, en el medio marino, se obtuvieron muestras de sedimento. La recolección de las muestras se realizó utilizando un sistema de dragado Van Veen (Fotografía Nº 3) considerando 1 muestra.

7.3.1 Análisis Químico e *In Situ* del Sedimento

Los parámetros determinados y las técnicas analíticas utilizadas en este estudio se detallan en la Tabla Nº 7.

Para el análisis de los parámetros, las muestras de sedimentos fueron envasadas en frascos de vidrio y tapadas con papel aluminio para evitar procesos de foto-oxidación. Las muestras fueron trasladadas con gel pack y hielo al laboratorio para su posterior análisis químico. Además, *in situ* se midió el potencial de óxido reducción (redox) y pH con un equipo portátil marca Hanna HI 991003. Los análisis de Laboratorio fueron realizados en Laboratorio HIDROLAB. En

ANEXO Nº *2* se muestran los certificados de Laboratorio con resultados de los análisis.

Tabla Nº 7
Parámetros y técnicas analíticas en la matriz de sedimento

Análisis	Método	Límite de Detección	Unidad
Arsénico	EPA 7062 (16)	<0,025	mg/kg
Cobre	EPA 6010 C(16)	<1	mg/kg
Mercurio	EPA 7470 A(16)	<0,025	mg/kg
Molibdeno	EPA 6010 C(16)	<0,121	mg/kg
Plomo	EPA 6010 C(16)	<0,243	mg/kg
Cinc	EPA 6010 (16)	<1	mg/kg
pH	*In Situ*. Resolución 3612, INFA 2009	0,1	-
Potencial redox	*In Situ.* Resolución 3612, INFA 2009	1	mV

7.4 Biota submareal de Fondo duro

7.4.1 Metales en Organismos Bentónicos

Para la determinación de metales en organismos bentónicos se tomó 1 muestra, en tres estaciones, asociadas a los sectores; norte, centro y sur. Los organismos fueron extraídos por medio de buceo.

Los ejemplares recolectados en cada estación correspondieron a estrellas de mar de la familia Asteriidae, en bolsas de polietileno debidamente rotuladas, (ver Fotografía Nº 14). Posteriormente, las muestras fueron refrigeradas hasta efectuar el análisis de concentración de metales en líquido tisular en el laboratorio HIDROLAB. El método analítico se aprecia en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**.

Tabla Nº 8
Parámetros y técnicas analíticas en biotas

Análisis	Método	Límite de Detección	Unidad
Cobre	EPA 6010 C(16)	<0,25	mg/kg
Zinc	EPA 6010 C(16)	<0,25	mg/kg

Folio013316

8 Autorización SHOA y Subsecretaría de Pesca

En el ANEXO Nº 3 A, se muestra el permiso otorgado por el servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile para la realización de los trabajos correspondientes a la campaña de terreno.

Por otra parte, en el ANEXO Nº 3 B, se muestra el permiso otorgado por la Subsecretaría de Pesca para obtención de fauna bentónica.

9 RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados del análisis realizado tanto en laboratorio acreditado como *in situ*, para cada una de las muestras tomadas en Parque Nacional Pan de Azúcar.

9.1 Parámetro In Situ

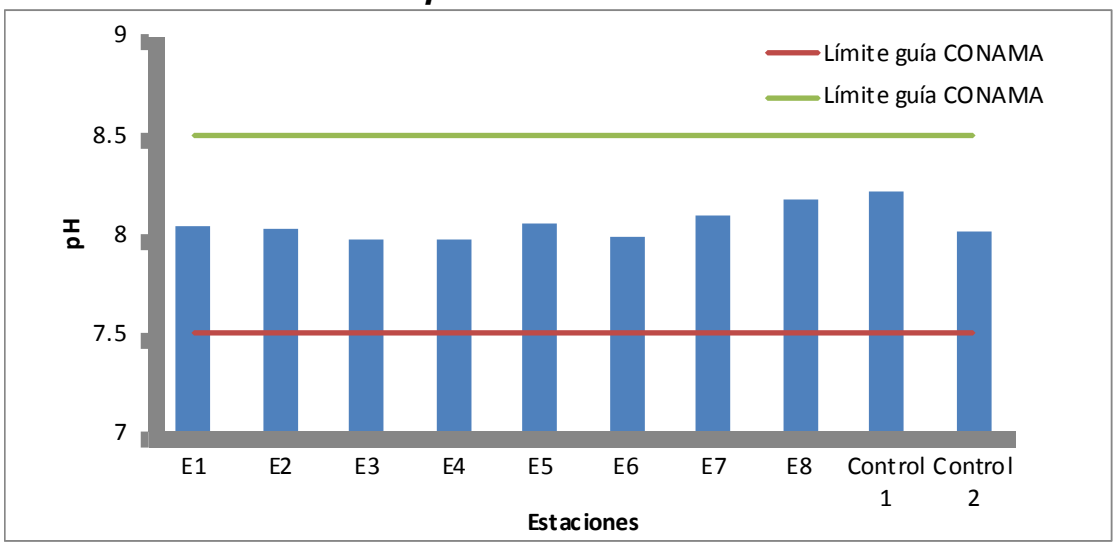
9.1.1 pH

En la Tabla Nº 9, se indica el resultado de pH medidos *in situ*. Se aprecia un rango de variación (promedio) entre 7,93 registrado en las estaciones E5, E6, Control-2 y 8,06 en la estación Control-1 (Tabla Nº 9). De acuerdo a la "Guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas", establece un rango entre 7,5 a 8,5 para Clase 1, es decir, muy buena calidad. En este sentido, todos los registros se ubican en este rango, ver Gráfico Nº 1.

Tabla Nº 9
Resultados de Análisis de pH In Situ

Estación	Profundidad (m)				Estadística descriptiva	
	0	5	10	15	Promedio	Desviación estándar
E1	8,04	7,94	7,87		7,95	0,085
E2	8,03	7,92	7,91	-	7,95	0,066
E3	7,97	7,92	7,92	-	7,94	0,0288
E4	7,98	7,95	7,95	-	7,96	0,017
E5	8,06	7,89	7,83	7,82	7,93	0,111
E6	7,99	7,95	7,85	7,84	7,93	0,074
E7	8,1	7,98	7,91	-	7,99	0,096
E8	8,18	8,01	7,91	7,9	8,03	0,129
Control-1	8,22	8,17	7,79	-	8,06	0,235
Control-2	8,02	7,92	7,86	7,84	7,93	0,080

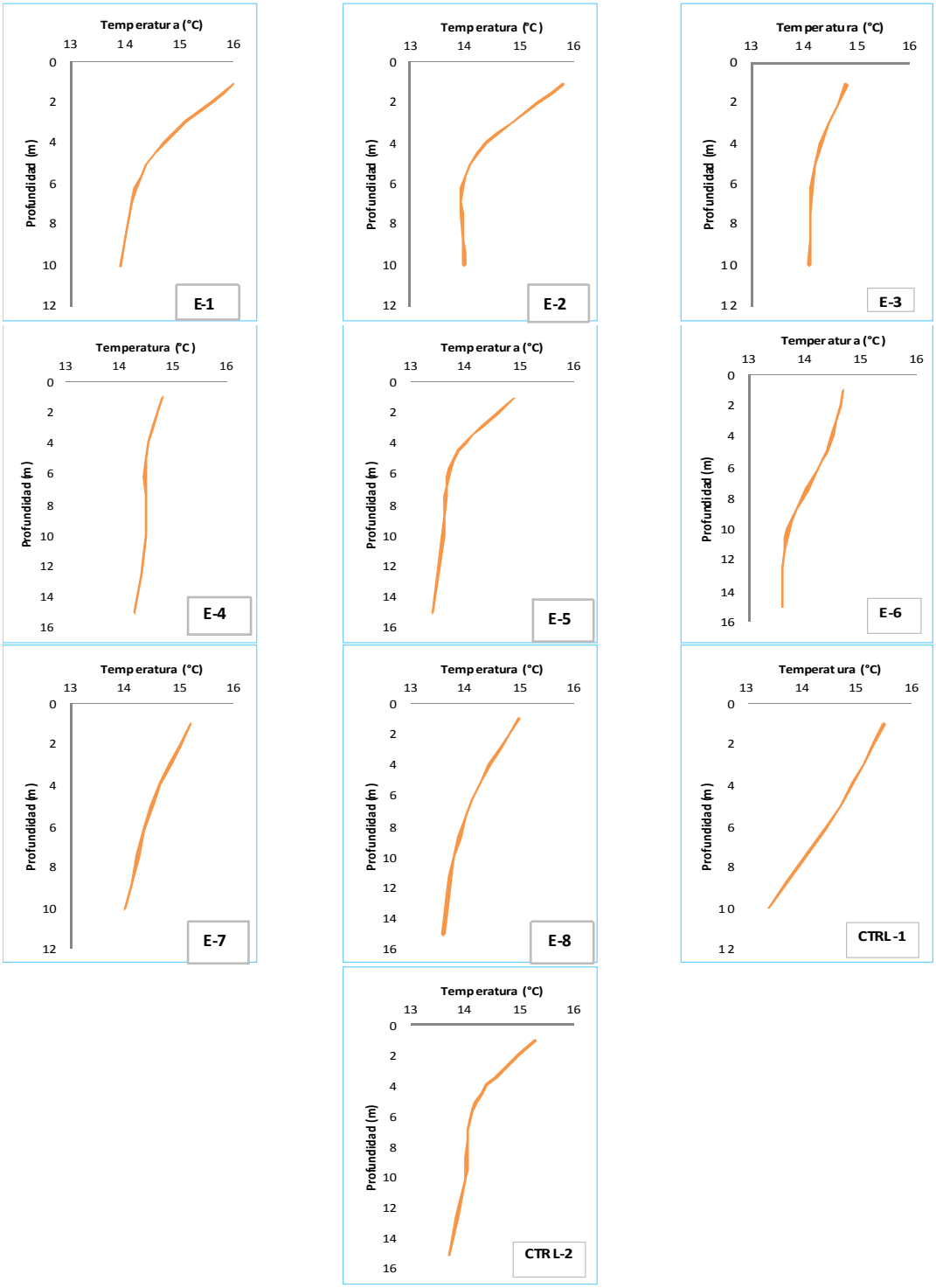
Gráfico Nº 1
pH en las estaciones



9.1.2 Temperatura

En la Tabla Nº 10 y Figura Nº 3, se indica el resultado de temperatura medidos *in Situ*. Se aprecia que a nivel superficial la temperatura (promedio) fue de 15,2 ºC, disminuyendo con la profundidad a un valor promedio de 13,8 ºC.

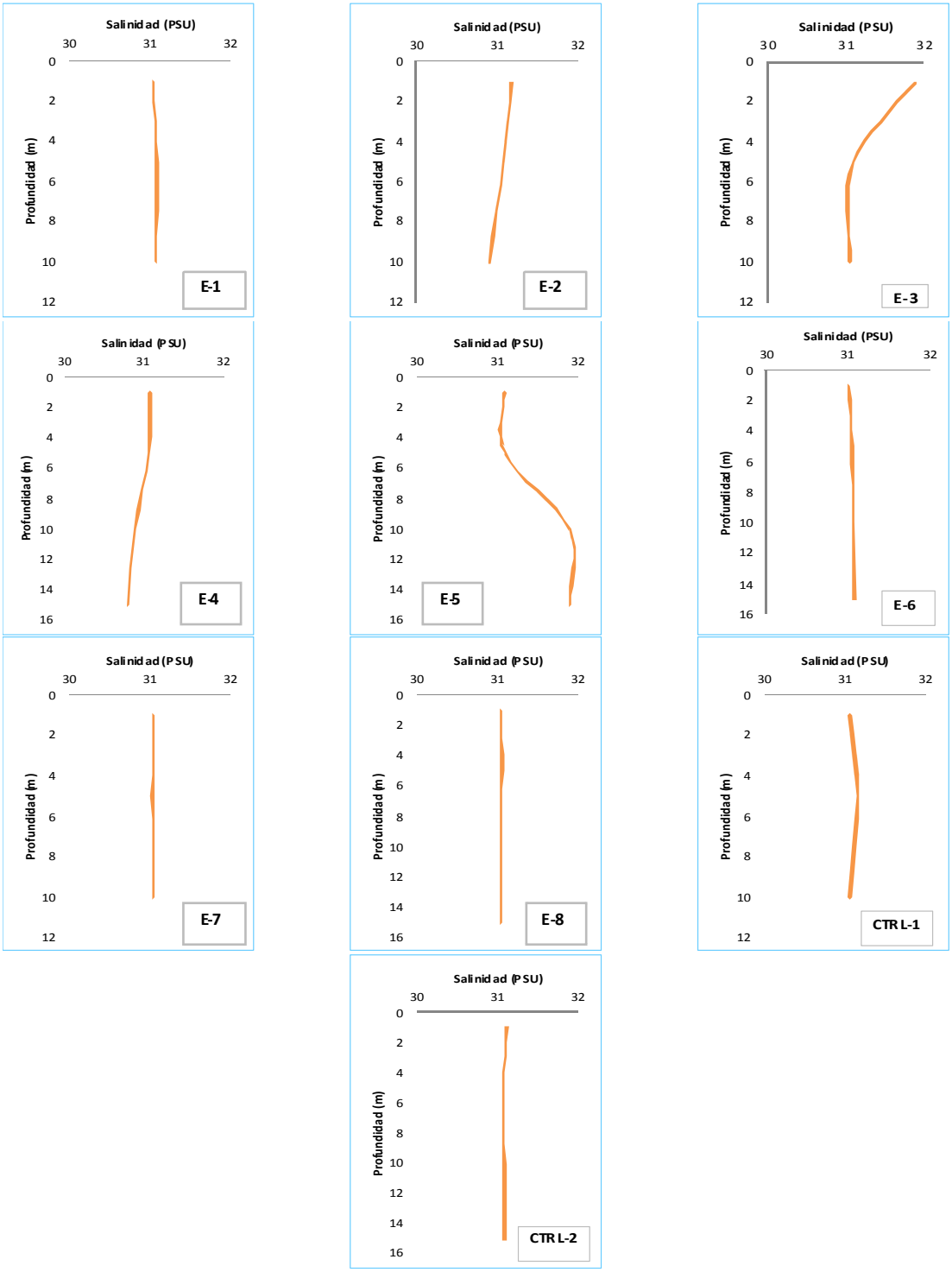
Figura Nº 3
Temperatura en las estaciones



9.1.3 Salinidad

En la Tabla Nº 10 y Figura Nº 4, se indica el resultado de la salinidad medida *in Situ*. Se aprecia que en superficie la salinidad muestra valores en torno a 31 PSU, cambiando levemente a medida que aumenta la profundidad, situación que indicaría en términos generales una columna de agua poco estratificada.

Figura Nº 4
Salinidad en las estaciones



9.1.4 Oxígeno Disuelto

En la Tabla Nº 10 y Figura Nº 5, se indica el resultado del oxígeno disuelto medido *in Situ*. Se muestra altos niveles de oxígeno disuelto a nivel superficial (>5 mg/L) disminuyendo con la profundidad hasta una concentración mínima de 2,8 mg/L en la estación Control-1.

Figura Nº 5
Oxígeno Disuelto en las estaciones

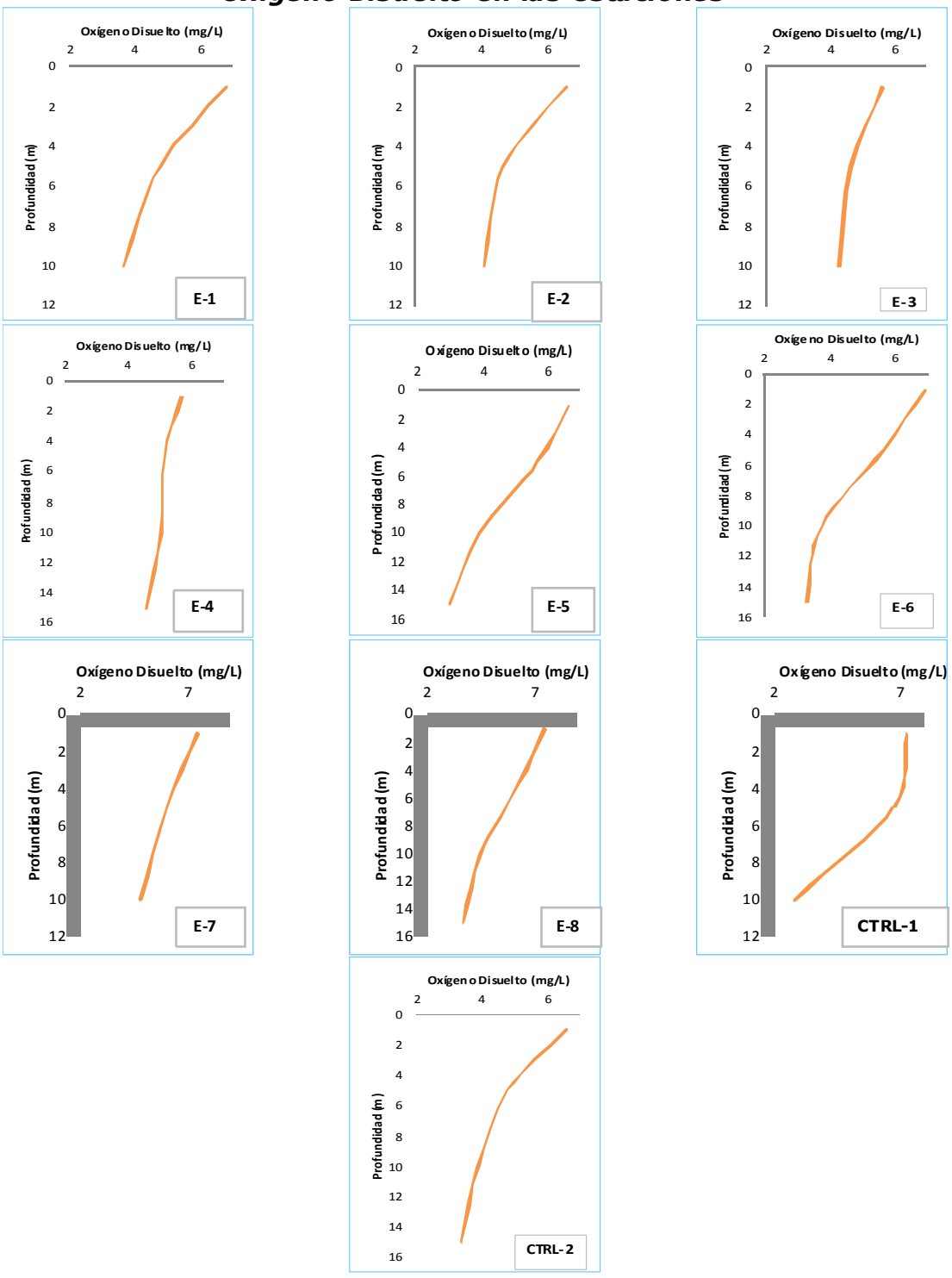


Tabla Nº 10
Temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en la columna de agua

Estación	Z(m)	T (°C)	S (PSU)	OD (mg/L)
E-1	-1	16,0	31,04	6,81
	-5	14,4	31,09	4,76
	-10	13,9	31,08	3,65
E-2	-1	15,8	31,18	6,57
	-5	14,1	31,09	4,67
	-10	14,0	30,91	4,08
E-3	-1	14,8	31,88	5,64
	-5	14,2	31,09	4,64
	-10	14,1	31,05	4,29
E-4	-1	14,8	31,08	5,73
	-5	14,5	31,07	5,17
	-10	14,5	30,9	5,07
E-5	-1	14,9	30,8	6,7
	-5	13,8	31,09	5,7
	-10	13,6	31,1	3,94
	-15	13,5	31,9	2,98
E-6	-1	14,7	31,9	6,9
	-5	14,4	31,01	5,62
	-10	13,7	31,05	3,73
	-15	13,5	31,07	3,3
E-7	-1	15,2	31,08	7,5
	-5	14,5	31,05	6,04
	-10	14,0	31,04	4,83
E-8	-1	15,0	31,05	7,5
	-5	14,3	31,05	6,3
	-10	13,8	31,06	4,5
	-15	13,6	31,04	3,7
Control-1	-1	15,5	31,04	7,3
	-5	14,7	31,06	6,8
	-10	13,4	31,16	2,8
Control-2	-1	15,3	31,06	6,6
	-5	14,2	31,12	4,8
	-10	14,0	31,08	3,9
	-15	13,7	31,09	3,3

NOTA: Z = Profundidad, T = Temperatura, S = Salinidad; OD = Oxígeno disuelto

9.1.5 Transparencia

En la Tabla Nº 11, se muestran los resultados de la medición de visibilidad con disco sechii en la columna de agua. Se observó que este parámetro presentó visibilidad entre 2 m (estación 3) y 8 m (control 2).

Tabla Nº 11
Visibilidad en la columna de agua

Estación	Visibilidad (m)
E1	5
E2	3
E3	2
E4	5
E5	6
E6	6
E7	4,5
E8	3
CTRL-1	4
CTRL-2	8

9.1.6 pH y Potencial redox del sedimento

El pH se desplazó dentro de un acotado intervalo de valores, entre 7,5 a 7,9 para los registros puntuales.

Los valores puntuales de Potencial Redox fueron positivos, se desplazaron desde 25 mV a 150 mv, en E8 y E1 respectivamente.

En la Tabla Nº 12 se muestran los resultados de pH y potencial redox obtenidos.

Tabla Nº 12
pH y Potencial Redox en sedimentos submareales

Estación	pH	Potencial Redox (mV)
E1	7,8	150
E2	7,9	100
E3	7,8	30
E4	7,9	130
E5	7,9	90
E6	7,6	80
E7	7,7	91
E8	7,5	25
CTRL-1	7,8	102
CTRL-2	7,8	118

9.2 Análisis en Laboratorio

9.2.1 Columna de Agua

En la Tabla Nº 13, se presentan los resultados de la concentración de metales en la columna de agua.

Tabla Nº 13
Resultados de análisis químico en agua

Estación	Z (m)	As	Cu	Hg	Mo	Pb	Zn	DBO_5	Turbiedad	SST
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	UNT	mg/L
E1	**S**	0,002	0,011	<0,001	0,008	<0,010	0,012	<2	2,04	<5,0
	F	0,001	<0,005	<0,001	<0,005	<0,010	0,015	<2	1,17	<5,0
E2	**S**	0,001	0,009	<0,001	<0,005	<0,010	0,011	<2	2,75	<5,0
	F	0,001	0,010	<0,001	<0,005	<0,010	0,012	<2	1,65	<5,0
E3	**S**	0,002	<0,005	<0,001	<0,005	<0,010	0,010	<2	3,63	<5,0
	F	0,001	0,011	<0,001	<0,005	<0,010	0,017	<2	1,08	<5,0
E4	**S**	0,001	<0,005	<0,001	<0,005	<0,010	0,010	<2	2,05	<5,0
	F	0,002	0,077	<0,001	<0,005	<0,010	0,054	2	2,02	<5,0
E5	**S**	0,001	<0,005	<0,001	<0,005	<0,010	0,013	2	1,58	<5,0
	F	0,002	<0,005	<0,001	<0,005	<0,010	0,017	2	2,97	<5,0
E6	**S**	0,002	0,014	<0,001	<0,005	<0,010	0,043	2	1,38	<5,0
	F	0,002	0,010	<0,001	<0,005	<0,010	0,044	<2	1,79	<5,0
E7	**S**	0,001	0,012	<0,001	<0,005	<0,010	0,025	2	1,44	<5,0
	F	0,001	<0,005	<0,001	<0,005	<0,010	0,015	<2	1,25	<5,0
E8	**S**	0,001	<0,005	<0,001	<0,005	<0,010	0,009	3	1,38	<5,0
	F	0,001	<0,005	<0,001	<0,005	<0,010	0,009	<2	0,76	<5,0
CTRL (1)	**S**	0,001	0,009	<0,001	<0,005	<0,010	0,008	3	1,50	<5,0
	F	0,002	0,012	<0,001	<0,005	<0,010	0,021	3	1,56	<5,0
CTRL (2)	**S**	0,002	<0,005	<0,001	<0,005	<0,010	0,014	<2	1,34	<5,0
	F	0,001	<0,005	<0,001	<0,005	<0,010	0,010	<2	0,64	<5,0
CONCENTRACIONES DE REFERENCIA										
POAL		-	0,00382	<0,01	-	0,00265	0,00597	-	-	52,38
CONAMA (clase 1)		<0,01	<0,01	<0,0002	-	<0,03	<0,03	-	-	<25

Z:Profundidad. S:Superficie. F:Fondo

9.2.1.1 Arsénico (As)

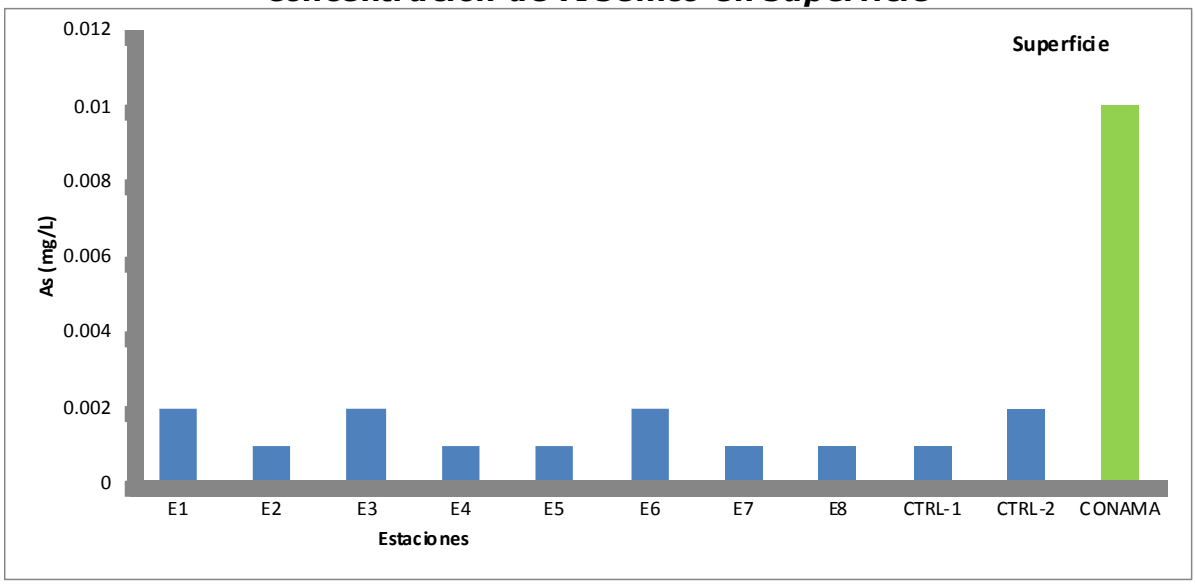
Estrato Superficial

En el estrato superficial de la columna de agua, la concentración de As presentó una fluctuación entre 0,0014 mg/L en E2, E4, E5, E7, E8 y E9, hasta un máximo de 0,002 mg/L en E1, E3, E6 y control 2. El valor promedio en este estrato fue de 0,0014 mg/L.

Espacialmente, se aprecia que el mayor nivel de concentración de este metal, se obtuvo en estaciones tanto al norte como al centro del lugar de estudio.

En el Gráfico Nº 2 se muestra la concentración de arsénico en estrato superficial para las distintas estaciones.

Gráfico Nº 2
Concentración de Arsénico en superficie



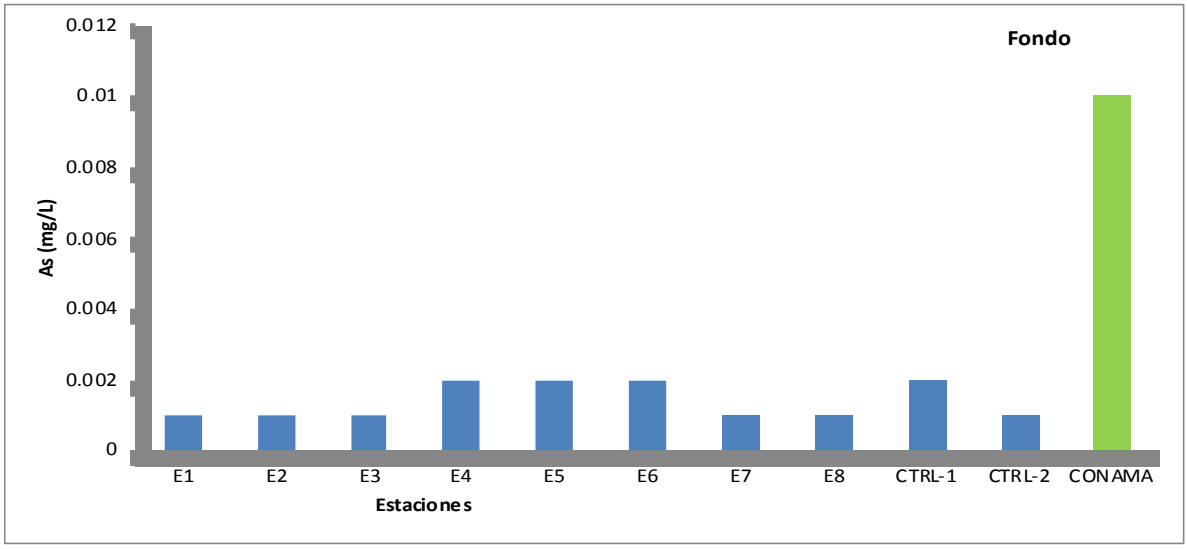
Estrato Fondo

A nivel de fondo, la concentración de arsénico, presentó una variación entre 0,001 mg/L, en estación E1, E2, E3, E7, E8 y control 2, a un máximo de 0,002 mg/L, en estaciones E4, E5, E6 y control 1. El valor promedio a este nivel es 0,0014 mg/L.

Espacialmente, el mayor nivel de concentración de arsénico se asoció al sector Norte y Centro del lugar de estudio.

En el Gráfico Nº 3 se muestra la concentración de arsénico a nivel de fondo de las distintas estaciones.

Gráfico Nº 3
Concentración de Arsénico en fondo



9.2.1.2 Cobre (Cu)

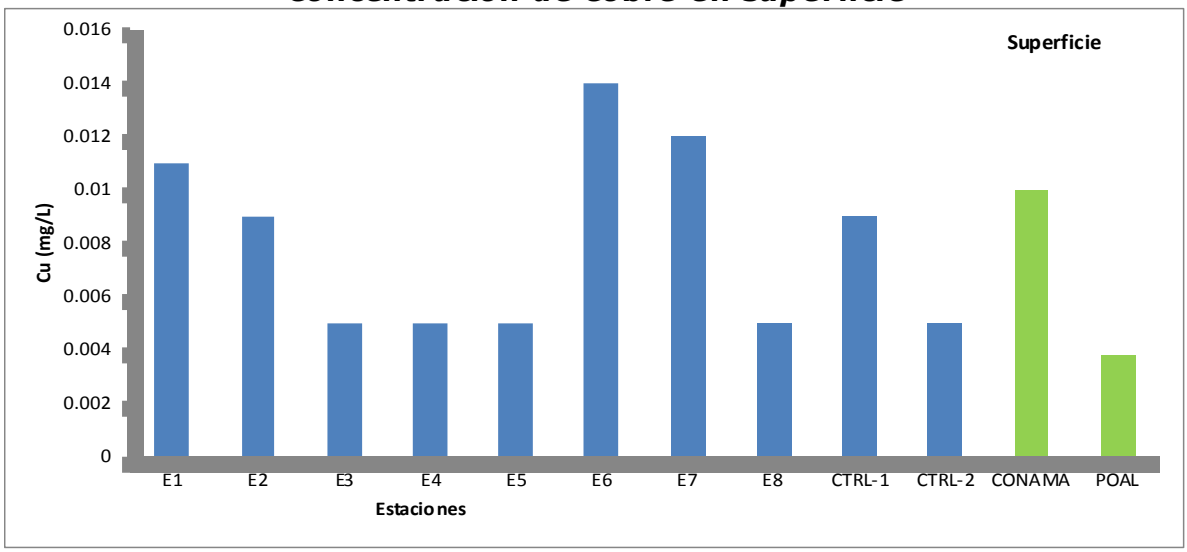
Estrato Superficial

En el estrato superficial de la columna de agua, la concentración de Cu presentó una fluctuación entre 0,005mg/L en E3, E4, E5, E8 y control 2, hasta un máximo de 0,014 mg/L en E6. El valor promedio en este estrato fue de 0,008 mg/L.

Espacialmente, se aprecia que el mayor nivel de concentración de este metal, se obtuvo en la estación E6, ubicada al Sur del sector de estudio.

En el Gráfico Nº 4 se muestra la concentración de cobre en superficie de las distintas estaciones.

Gráfico Nº 4
Concentración de Cobre en superficie

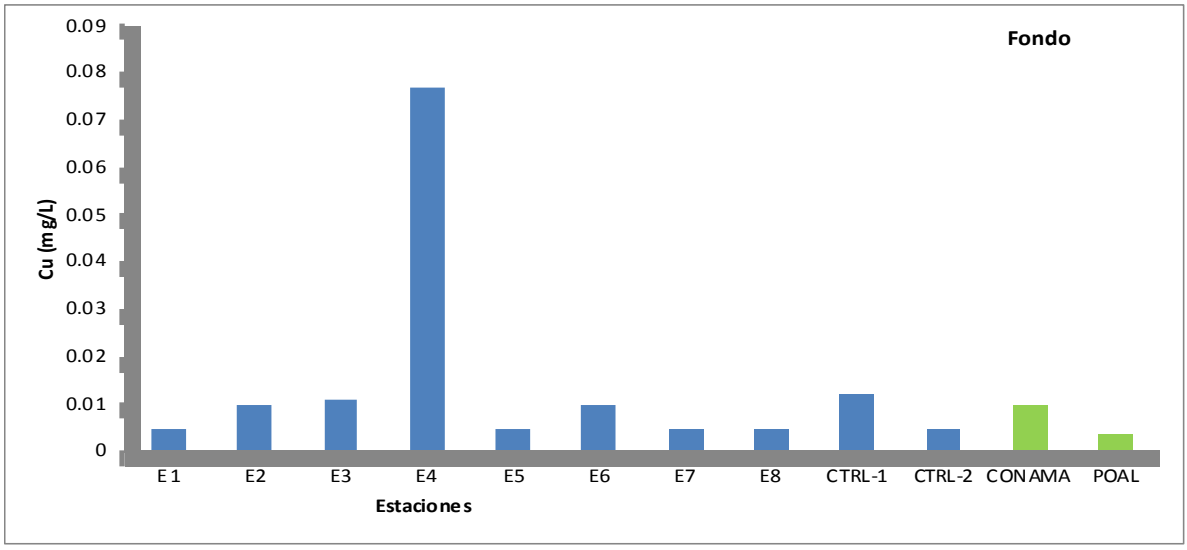


Estrato Fondo

A nivel de fondo, la concentración de Cu, presentó una variación entre 0,005 mg/L, en estación E1, E5, E7, E8, control 2, a un máximo de 0,077 mg/L, en la estación E4. El valor promedio a este nivel 0,0145 mg/L. Espacialmente, el mayor nivel de concentración de Cu se asoció a la estación 4.

En el Gráfico Nº 5 se muestra la concentración de cobre en fondo de las distintas estaciones.

Gráfico Nº 5
Concentración de Cobre en estrato de fondo



9.2.1.3 Mercurio (Hg)

El mercurio reportó concentraciones bajo el límite de detección del Laboratorio en todas las estaciones y estratos. Por tal condición no es representada en forma gráfica.

9.2.1.4 Molibdeno (Mo)

La concentración de molibdeno en casi todas las estaciones y estratos fue de <0,005 mg/L (límite de detección del método analítico). Sólo la Estación 1 a nivel superficial, reportó concentración de 0,008 mg/L. Debido a la escasa variabilidad, no se muestra en forma gráfica.

9.2.1.5 Plomo (Pb)

El plomo reportó concentraciones bajo el límite de detección del Laboratorio en todas las estaciones y estratos. Por tal condición, no es representada en forma gráfica.

9.2.1.6 Zinc (Zn)

Estrato superficial

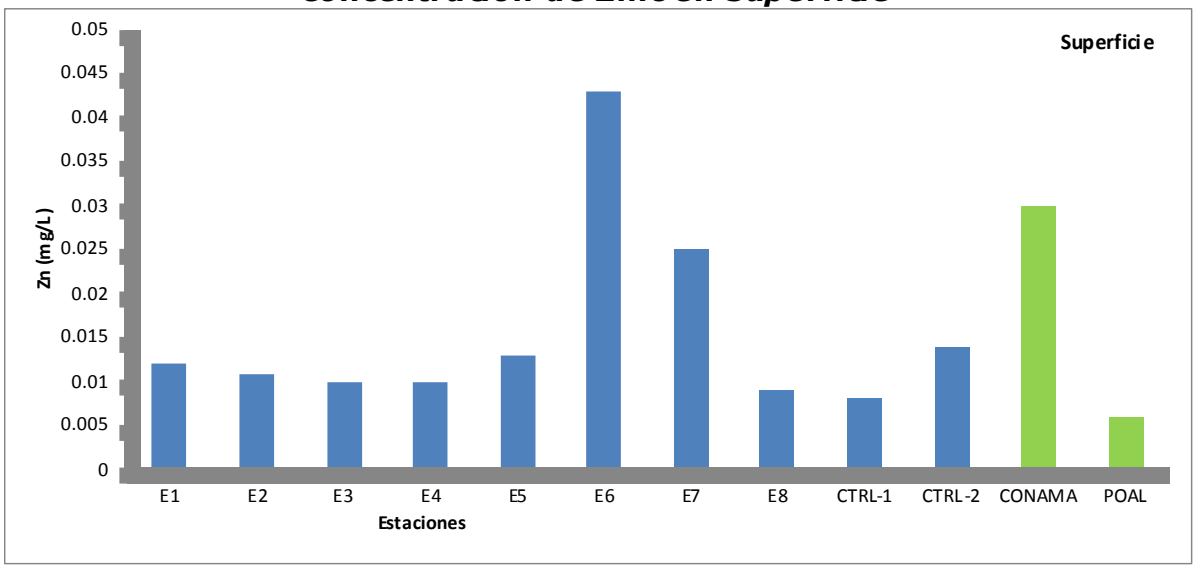
Para este metal, el valor máximo de concentración fue 0,043 mg/L, registrado en la estación E6, zona centro del lugar de estudio. El mínimo se registró en la estación Control 1, ubicada al Norte del sector de estudio (0,008 mg/L).

El valor promedio en este estrato fue de 0,0155 mg/L.

En el gráfico los datos se muestran con pequeñas variaciones, excepto en la E6, donde alcanza el valor máximo registrado de zinc.

En el Gráfico Nº 6, se muestra la concentración de zinc en superficie de las distintas estaciones.

Gráfico Nº 6
Concentración de Zinc en superficie



Estrato Fondo

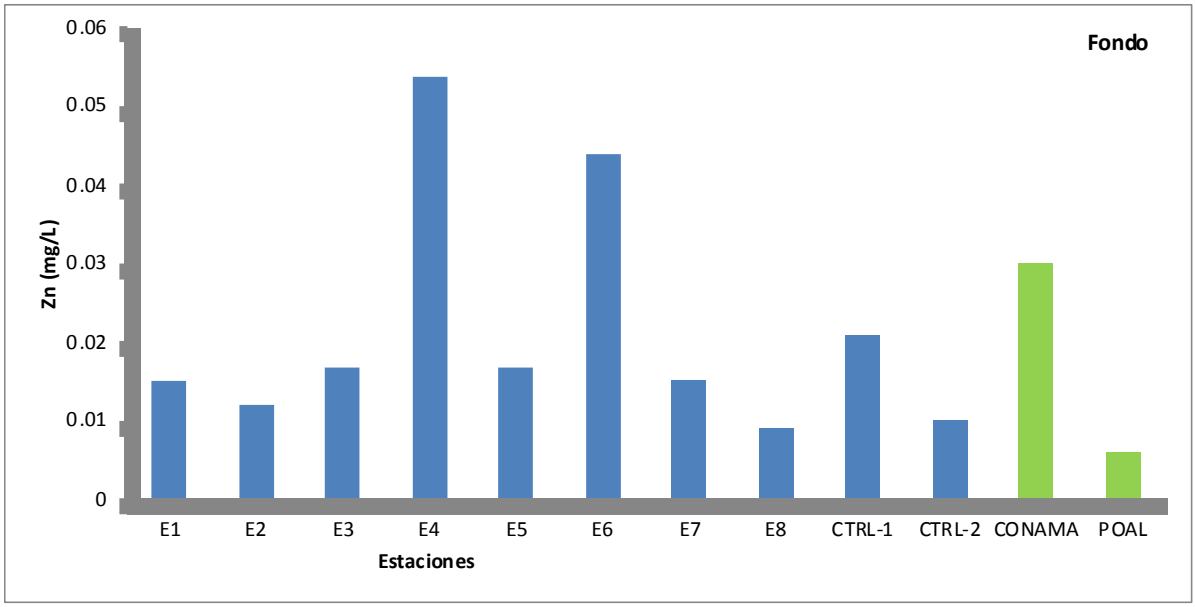
El valor máximo de Zinc encontrado fue de 0,054 mg/L, registrado en la estación E4, zona Norte del lugar de estudio. El mínimo se registró en la estación E8, ubicada al Sur. Este valor fue de 0,009 mg/L.

El valor promedio en este estrato fue de 0,0214 mg/L.

En el Gráfico Nº 7, los datos se muestran con pequeñas variaciones, excepto en las estaciones E6 y E4 donde alcanzan el valor máximo registrado de zinc.

Todos los valores son superiores al promedio encontrado en el POAL.

Gráfico Nº 7
Concentración de Zinc en estrato fondo



9.2.1.7 DBO_5

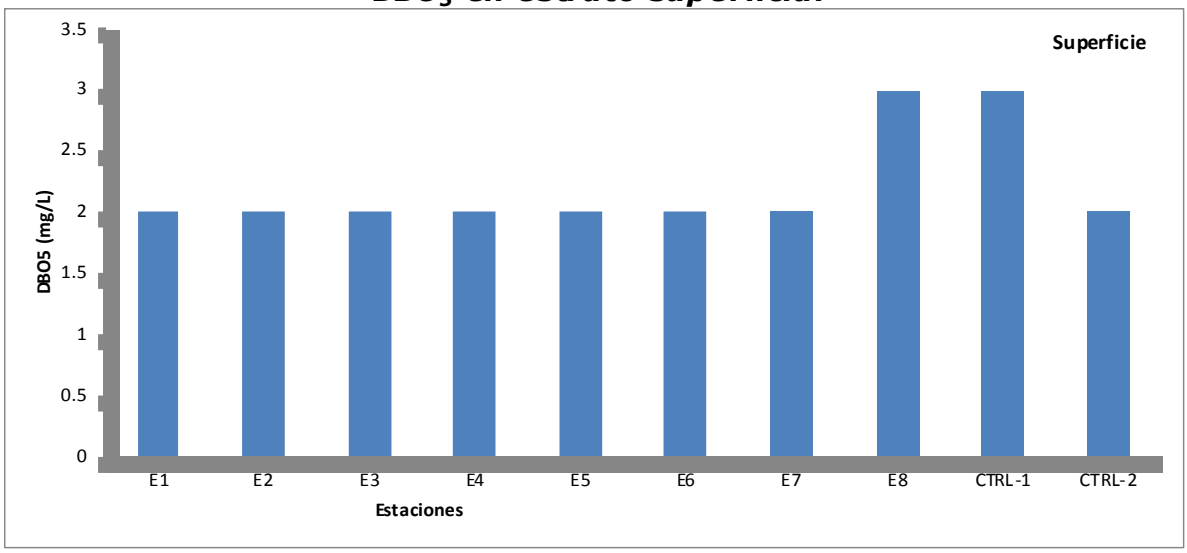
Estrato superficial:

En el estrato superficial de la columna de agua, la concentración de DBO_5 presentó una fluctuación entre <2 mg/L (límite de detección) en estaciones E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7 y control 2 hasta un máximo de 3 mg/L en estaciones E8 y control 1.

El valor promedio en este estrato fue de 2,2 mg/L.

En el Gráfico Nº 8, se muestra la concentración de DBO_5 en superficie de las distintas estaciones.

Gráfico Nº 8
DBO_5 en estrato superficial



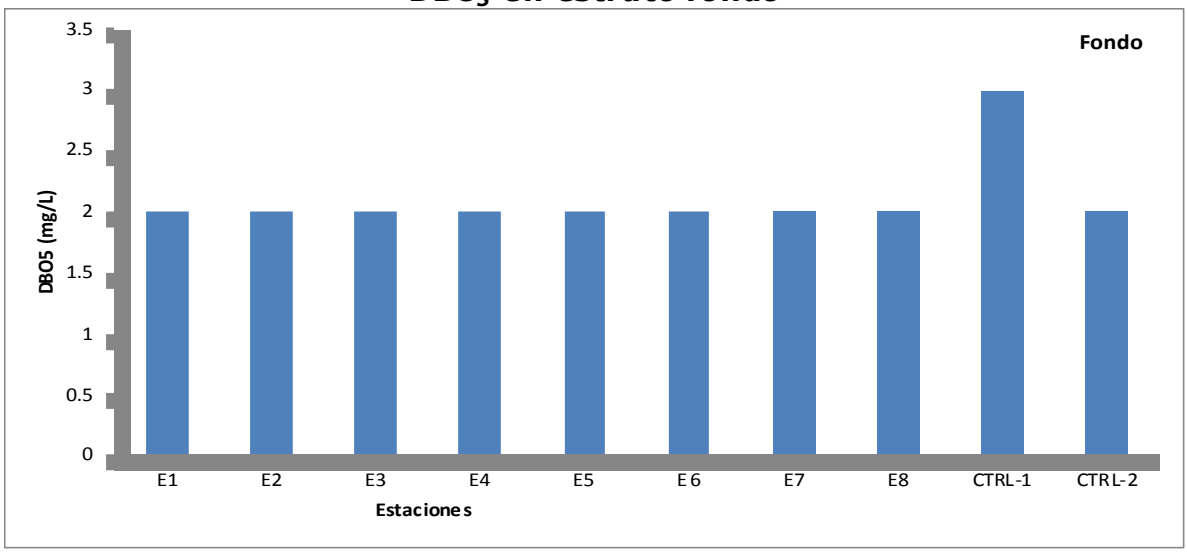
Estrato Fondo

A nivel de fondo, la concentración de DBO_5, presentó un máximo de 3 mg/L, registrado en la estación control 1, zona Sur del lugar de estudio. El mínimo fue de 2 mg/L, registrado en las estaciones E1, E8 y control 2.

El valor promedio en este estrato fue de 2,1 mg/L.

En el Gráfico Nº 9, se muestra la concentración de DBO_5 en fondo de las distintas estaciones.

Gráfico Nº 9
DBO_5 en estrato fondo



9.2.1.8 Turbiedad

Estrato superficial:

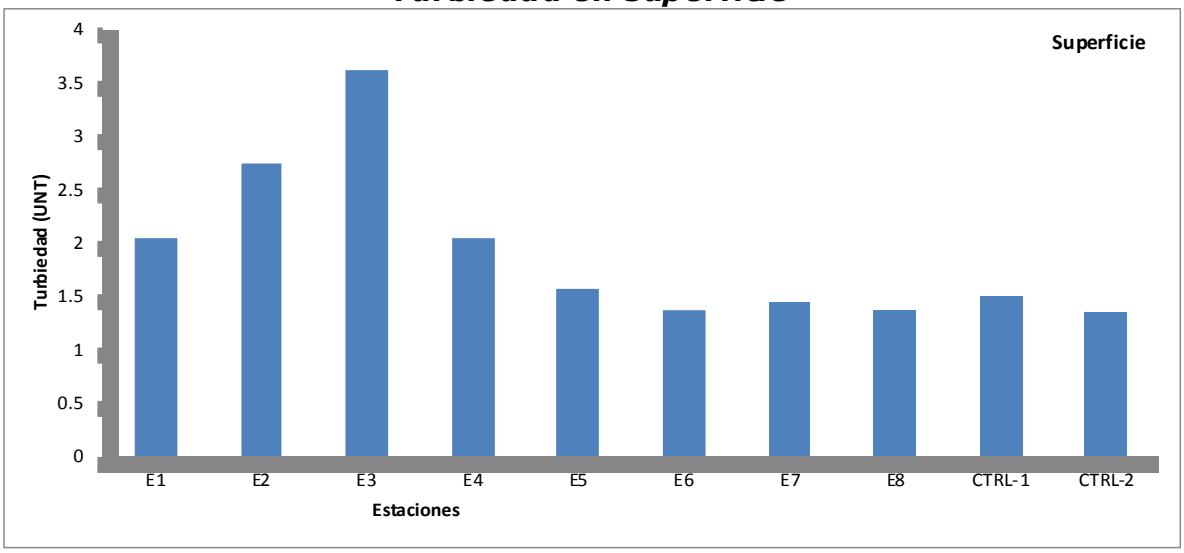
En el estrato superficial de la columna de agua, la concentración de turbiedad presentó una fluctuación entre 1,34 UNT reportado en la estación control 2, hasta un máximo de 3,63 UNT en la estación 3.

El valor promedio en este estrato fue de 1,90 UNT.

Espacialmente, se aprecia que el mayor nivel de concentración de la turbiedad, se obtuvo en la estación control 3, ubicada en la zona Norte.

En el Gráfico Nº 10, se muestra la concentración de turbiedad en superficie de las distintas estaciones.

Gráfico Nº 10
Turbiedad en superficie



Estrato Fondo

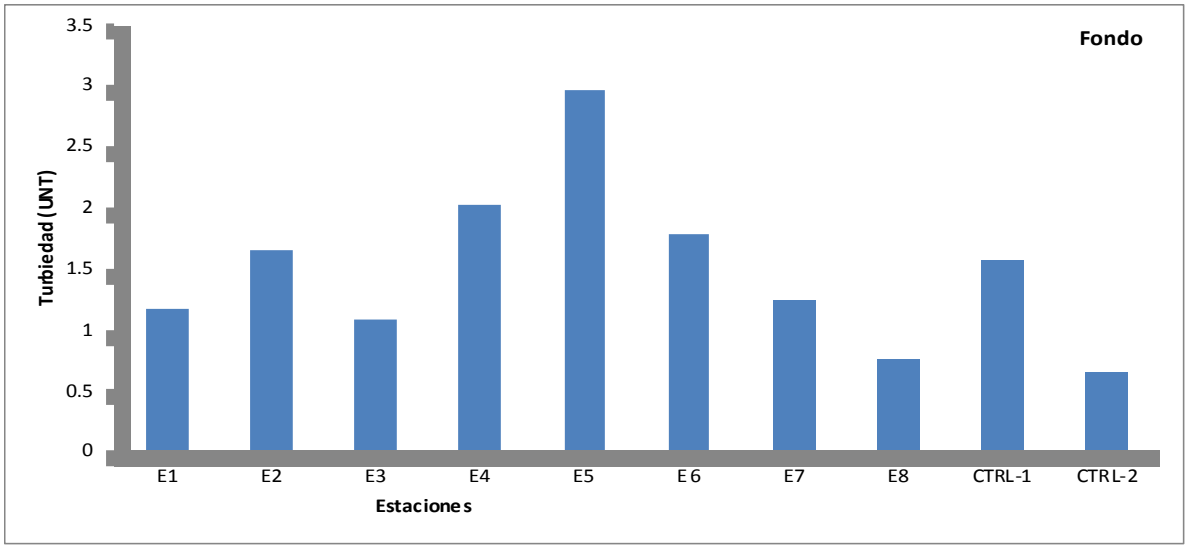
A nivel de fondo, la concentración de turbiedad, presentó un máximo de 2,97 UNT, registrado en la estación 5, zona centro del lugar de estudio. El mínimo fue de 0,64 mg/L, registrado en la estación control 2.

El valor promedio en este estrato fue de 1,489 mg/L.

En el Gráfico Nº 11, se muestra la concentración de turbiedad en fondo de las distintas estaciones.

Folio013338

Gráfico Nº 11
Turbiedad en estrato Fondo



9.2.1.9 Sólidos Suspendidos Totales (SST)

Este parámetro reportó concentraciones bajo el límite de detección del Laboratorio en todas las estaciones y estratos. Por tal condición, no es representada en forma gráfica.

Folio013339

9.2.2 Comunidades Bentónicas Submareales de Fondos Blandos

9.2.2.1 Análisis de Fauna Bentónica

En la campaña de terreno, se recolectó un total de 2670 individuos/m^2, en las diez estaciones de muestreo distribuidas dentro del área de estudio. La estación E6, reportó la mayor abundancia con 770 ind/m^2 (Tabla Nº 14), representando aproximadamente el 29% de la abundancia total. En las estaciones restantes, los porcentajes de abundancia de la macrofauna fluctuaron entre 0% y 15% (Gráfico Nº 12).

La composición de especies, abundancia (ind/m^2) y biomasa (g/m^2) de la macrofauna bentónica submareal, se encuentran señaladas desde la Tabla Nº 15 hasta la Tabla Nº 23. Al respecto, la macrofauna bentónica estuvo compuesta por ejemplares pertenecientes a los grupos taxonómicos: Annelida, Arthropoda, Sipuncula, Mollusca y Cephalochordata. Este último grupo perteneciente a los cordados.

Los grupos Arthropoda y Mollusca presentaron mayor riqueza de especies en las estaciones, sólo en la Estación 5 fue más abundante el taxa Annelida, tal como se aprecia desde el Gráfico Nº 13 al Gráfico Nº 21.

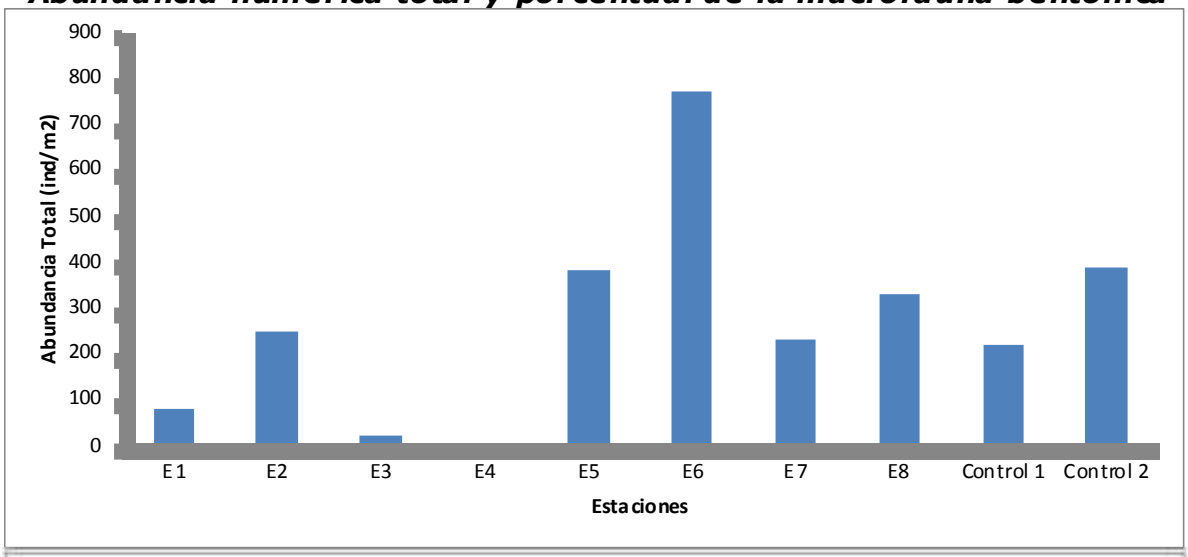
En particular, la especie más abundante fue el cephalocordado *Branchisotoma* sp. en la estación E6, seguido por el artyhropodo *Pagurus* sp. este último, conocido como cangrejo ermitaño fue encontrado en sustrato compuesto por conchas vacías de moluscos.

En general, la presencia y patrón de dominancia de estos grupos se ha descrito para el bentos submareal (Parker, 1975; Gray & Elliott, 2009).

Tabla Nº 14
Estadística descriptiva de Macrofauna Bentónica

Estadísticos descriptivos	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	CTRL-1	CTRL-2
Abundancia Total (ind/m^2)	80,0	250,0	20,0	0,0	380,0	770,0	230,0	330,0	220,0	390,0
Abundancia Promedio	13,3	41,7	10,0	-	47,5	77,0	32,9	66,0	36,7	55,7
Desviación Estándar	5,2	54,2	0,0	-	48,3	101,5	32,5	119,7	20,7	37,4
Abundancia Máxima	20,0	150,0	10,0	-	150,0	320,0	80,0	280,0	70,0	100,0

Gráfico Nº 12
Abundancia numérica total y porcentual de la macrofauna bentónica



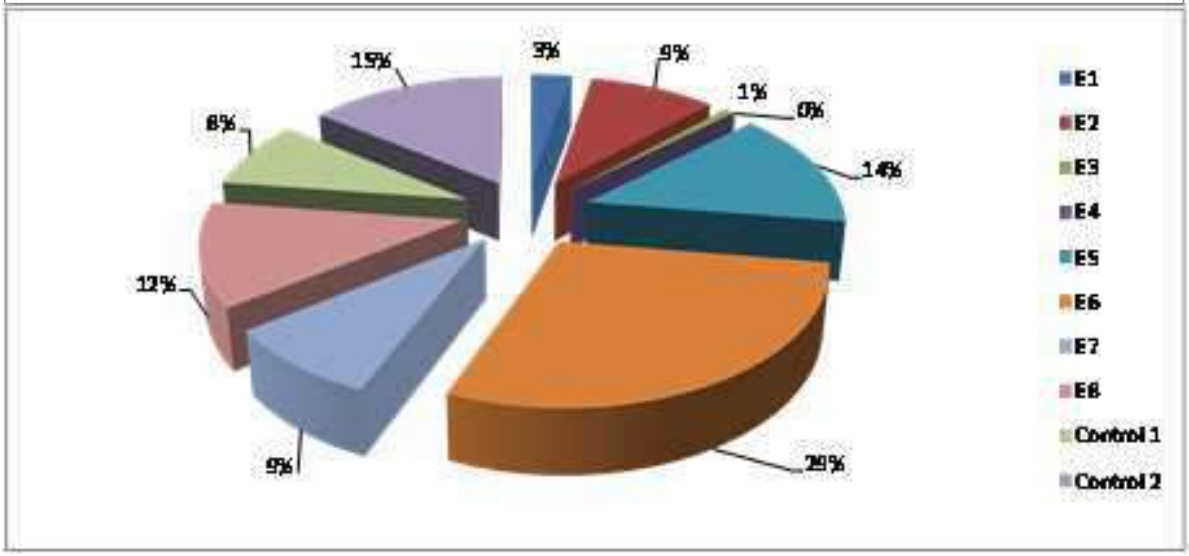


Tabla Nº 15
Abundancia y biomasa de la fauna bentónica. Estación E1

Taxa	Abundancia (ind/m^2)	Biomasa (g/m^2)
Annelida		
Glyceridae	10,0	0,210
Orbiniidae	10,0	0,150
Arthropoda		
Gammaridea	10,0	0,150
Ostracoda 1	10,0	0,280
Mollusca		
Oliva sp.	20,0	0,040
Sipuncula		
Sipuncula	20,0	0,240

Gráfico Nº 13
Riqueza de macrofauna bentónica. Estación 1

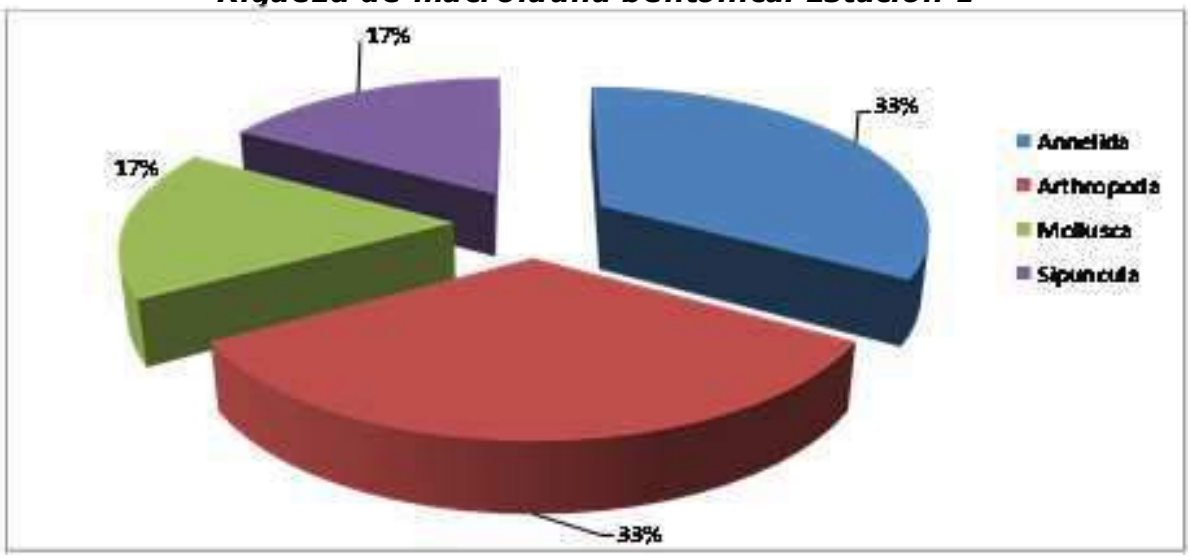


Tabla Nº 16
Abundancia y biomasa de la fauna bentónica. Estación E2

Taxa	Abundancia (ind/m^2)	Biomasa (g/m^2)
Annelida		
Syllidae	40,0	0,080
Arthropoda		
Cumacea	20,0	0,040
Gammaridea	150,0	2,050
Mollusca		
Naticidae	20,0	8,550
Oliva sp.	10,0	2,410
Sipuncula		
Sipuncula	10,0	0,010

Gráfico Nº 14
Riqueza de macrofauna bentónica. Estación 2

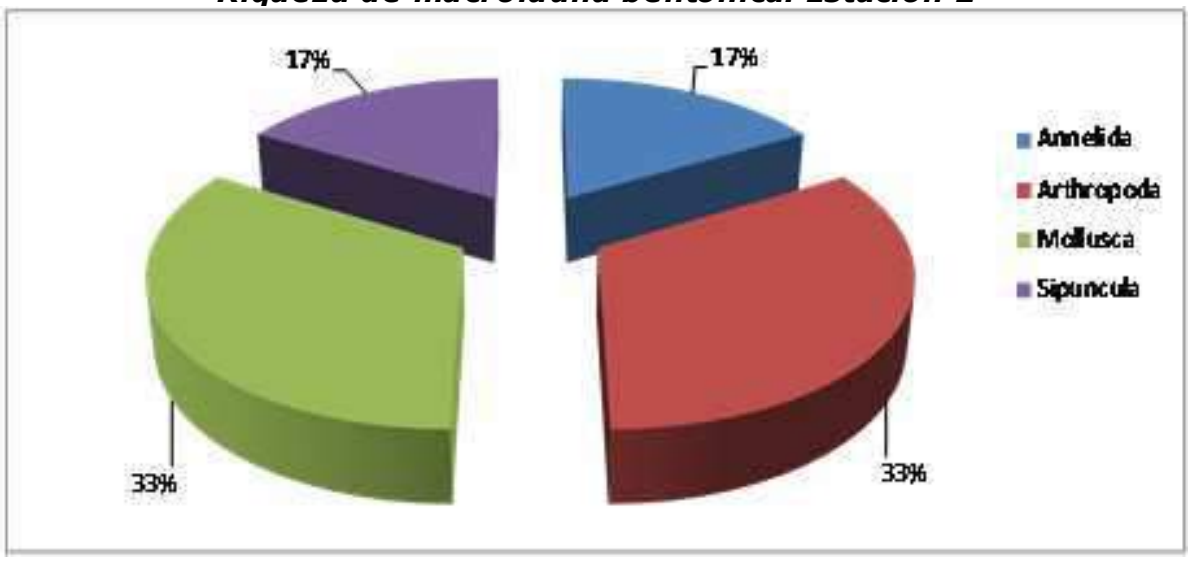


Tabla Nº 17
Abundancia y biomasa de la fauna bentónica. Estación E3

Taxa	Abundancia (ind/m^2)	Biomasa (g/m^2)
Arthropoda		
Gammaridea	10,0	0,020
Pagurus sp.	10,0	0,120

Gráfico Nº 15
Riqueza de macrofauna bentónica. Estación 3

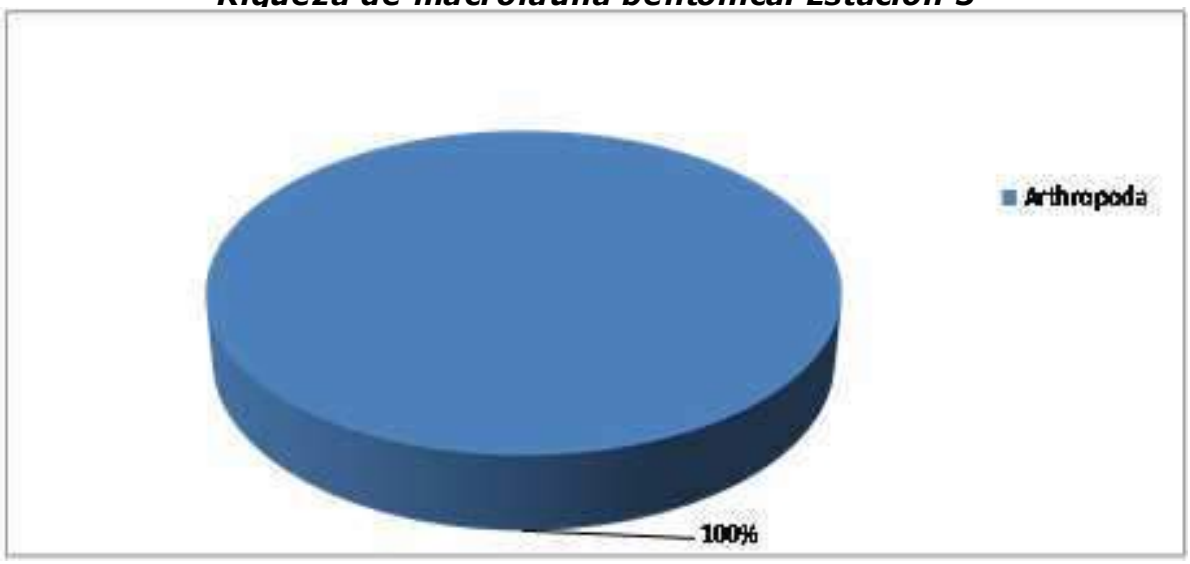


Tabla Nº 18
Abundancia y biomasa de la fauna bentónica. Estación E5

Taxa	Abundancia (ind/m^2)	Biomasa (g/m^2)
Annelida		
Cirratulidae	150,0	0,780
Glyceridae	30,0	0,060
Lumbrineridae	80,0	0,410
Nephtyidae	10,0	0,220
Arthropoda		
Cumacea	20,0	0.040
Gammaridea	10,0	0,040
Mollusca		
Naticidae	20,0	4,220
Oliva sp.	60,0	20,000

Gráfico Nº 16
Riqueza de macrofauna bentónica. Estación 5



Tabla Nº 19
Abundancia y biomasa de la fauna bentónica. Estación E6

Taxa	Abundancia (ind/m^2)	Biomasa (g/m^2)
Annelida		
Nephtyidae	10,0	0,080
Arthropoda		
Cumacea	10,0	0,010
Gammaridea	110,0	0,160
Macrochiridothea lilianae	10,0	0,060
Mollusca		
Limidae	180,0	0,080
Nucula sp.	20,0	0,020
Caecum sp.	20,0	0,010
Naticidae	50,0	6,900
Oliva sp.	40,0	16,910
Cephalochordata		
Branchiostoma sp.	320,0	2,500

Gráfico Nº 17
Riqueza de macrofauna bentónica. Estación 6

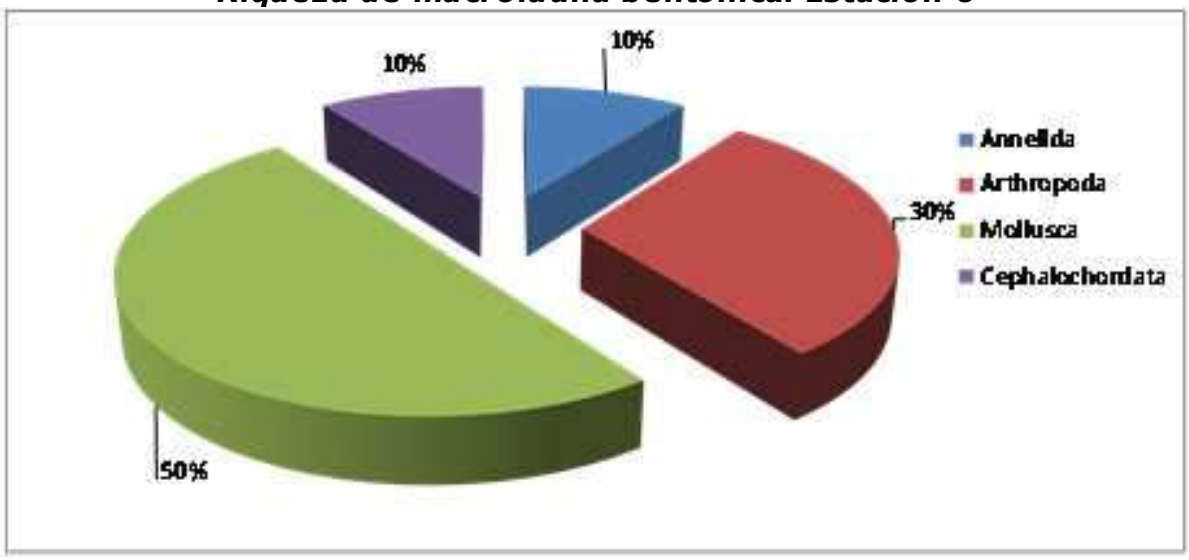


Tabla Nº 20
Abundancia y biomasa de la fauna bentónica. Estación E7

Taxa	Abundancia (ind/m^2)	Biomasa (g/m^2)
Arthropoda		
Macrochiridothea lilianae	20,0	0,460
Pagurus sp.	20,0	4,900
Gammaridea	80,0	0,450
Mollusca		
Limidae	10,0	0,010
Naticidae	10,0	3,830
Oliva sp.	10,0	0,020
Cephalochordata		
Branchiostoma sp.	80,0	0,520

Gráfico Nº 18
Riqueza de macrofauna bentónica. Estación 7

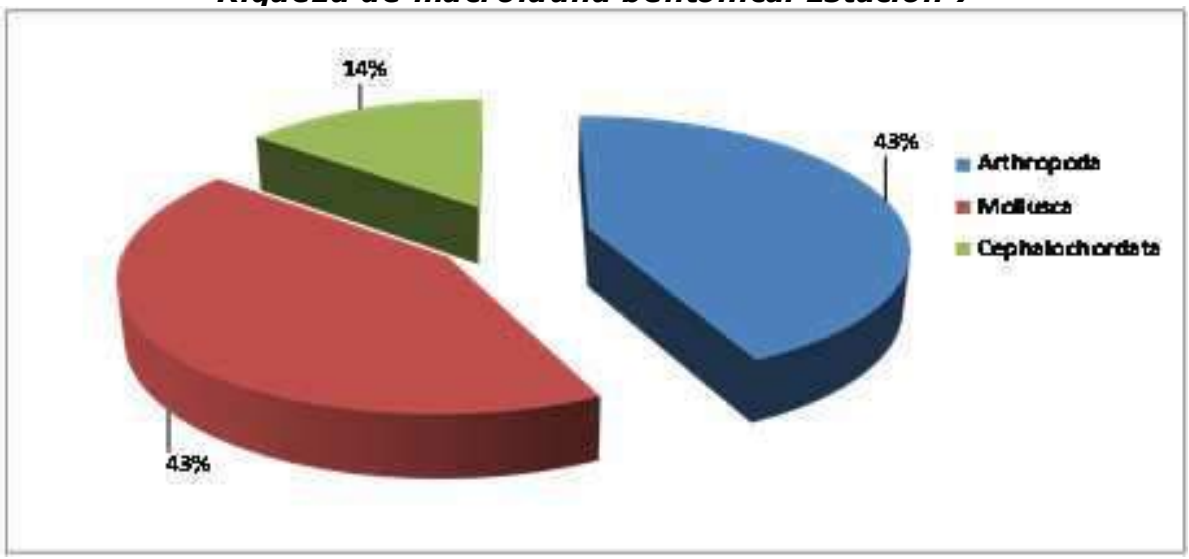


Tabla Nº 21
Abundancia y biomasa de la fauna bentónica. Estación E8

Taxa	Abundancia (ind/m^2)	Biomasa (g/m^2)
Arthropoda		
Gammaridea	10,0	0,290
Pagurus sp.	280,0	42,000
Mollusca		
Nucula sp.	10,0	0,020
Tegula sp.	20,0	4,090
Xanthochorus cassidiformis	10,0	143,990

Gráfico Nº 19
Riqueza de macrofauna bentónica. Estación 8

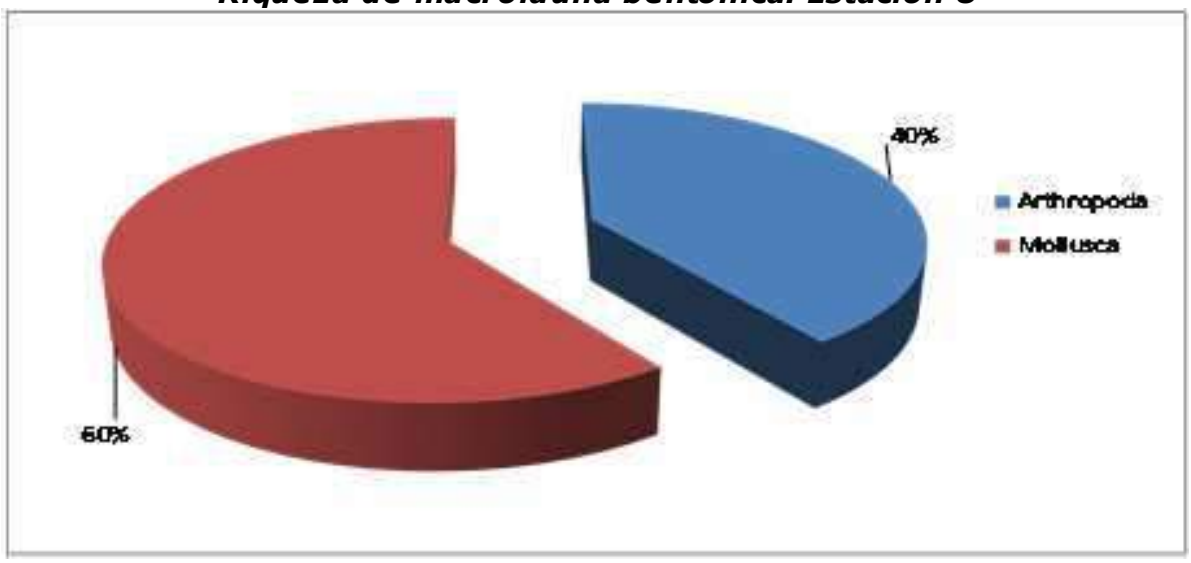


Tabla Nº 22
Abundancia y biomasa de la fauna bentónica. Control 1

Taxa	Abundancia (ind/m^2)	Biomasa (g/m^2)
Annelida		
Cirratulidae	70.0	0.880
Spionidae	20.0	0.500
Arthropoda		
Gammaridea	50.0	0.060
Macrochiridothea lilianae	20.0	0.120
Mollusca		
Oliva sp.	80.0	0.520
Cephalochordata		
Branchiostoma sp.	20.0	0.020

Gráfico Nº 20
Riqueza de macrofauna bentónica. Control 1

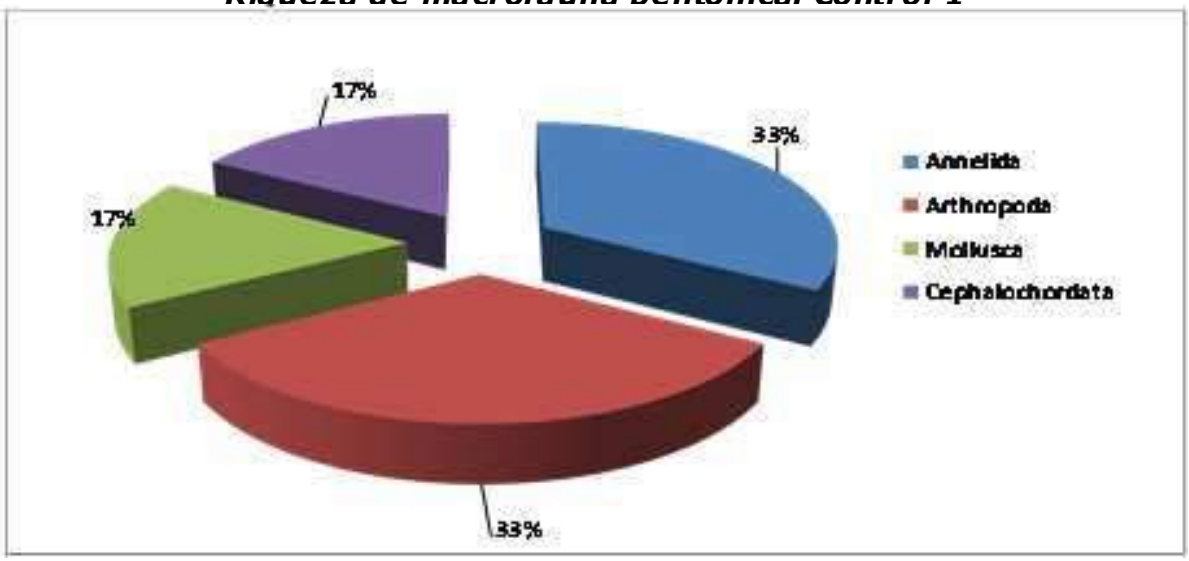
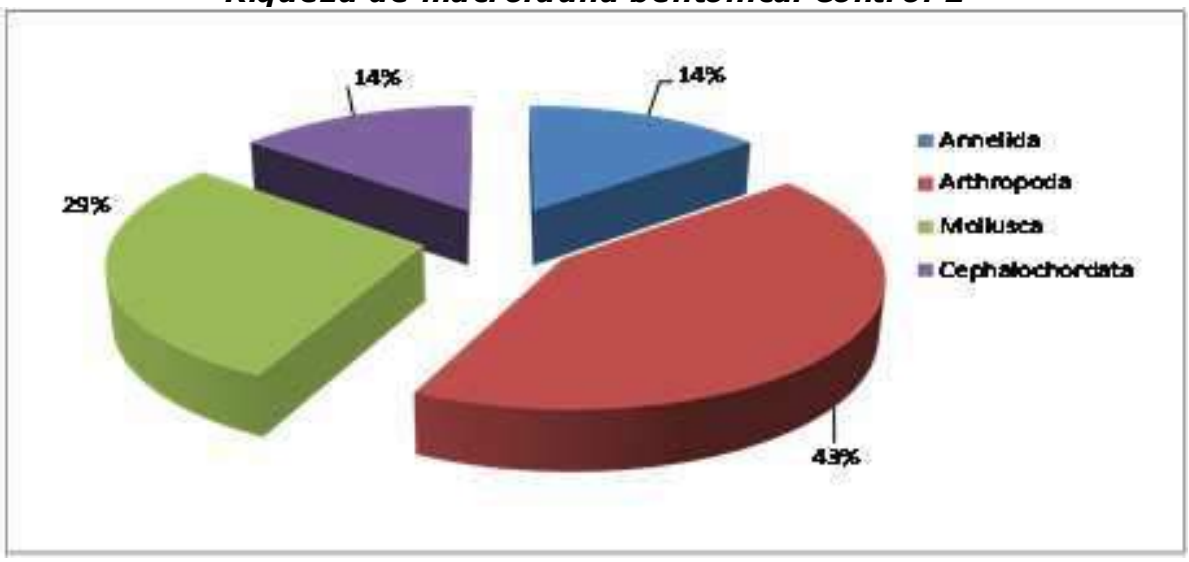


Tabla Nº 23
Abundancia y biomasa de la fauna bentónica. Control 2

Taxa	Abundancia (ind/m^2)	Biomasa (g/m^2)
Annelida		
Nephtyidae	10,0	0,120
Arthropoda		
Gammaridea	100,0	1,660
Macrochiridothea lilianae	50,0	1,040
Ostracoda 1	50,0	0,920
Mollusca		
Naticidae	10,0	3,110
Oliva sp.	70,0	3,470
Cephalochordata		
Branchiostoma sp.	100,0	1,950

Gráfico Nº 21
Riqueza de macrofauna bentónica. Control 2



9.2.2.2 Índices Comunitarios

En la Tabla Nº 24, se observan los valores de los índices comunitarios de diversidad específica, uniformidad, dominancia, riqueza y abundancia para la macrofauna bentónica recolectada en la campaña de terreno.

La riqueza de especies, presento una variación desde 0 taxa (estación 4) a 10 taxa en la estación E6. En este sentido, la distribución espacial de la riqueza indica menor número de especies hacia el centro del sector de estudio, específicamente, casi frente al punto donde se produjo el fenómeno hidrometeorológico del año 2015.

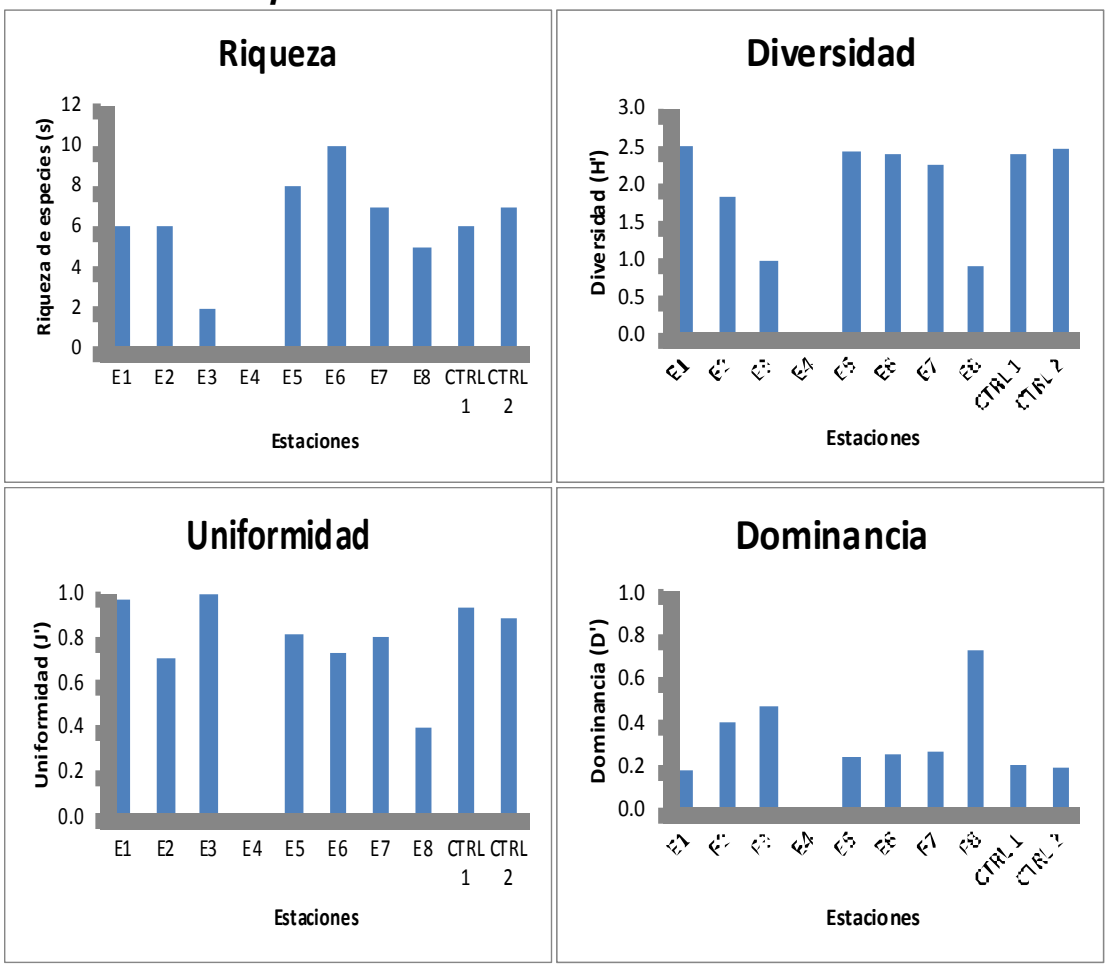
En cuanto al índice de diversidad, se aprecia que la estación 1 presentó el valor más altos (2,50). Por otra parte, la estación 4 y 8 presentaron menor diversidad (0 y 0,9 respectivamente). Respecto a la uniformidad, se aprecian altos valores en casi todas las estaciones, excepto en la estación 8, donde sólo se registró un valor de 0,39. Así también, la dominancia presentó bajos registros, casi todos menores a 0,5 (menos en la estación 8 donde se registró un valor de 0,73), situación que indicaría –en general- la ausencia de especies dominantes. Al respecto se observó en la estación 8 un sustrato compuesto por conchas (vacías) de moluscos, situación que favoreció la colonización de cangrejos ermitaños del género *Pagurus*.

De acuerdo a lo resultados arrojados a partir de los índices ecológicos, la estaciones que presentarían la condición más desmejorada, corresponderían a la estación E4 debido a la ausencia de especies. Por su parte, la estación E1, presentó mejor condición ambiental, al presentar mayor uniformidad (0,97), menor dominancia (0,18) y mayor diversidad (2,5), ver Tabla Nº 24 y Gráfico Nº 22.

Tabla Nº 24
Índices comunitarios para la fauna bentónica

Estación	Riqueza (S)	Abundancia	Diversidad H' (Log_2)	Uniformidad (J')	Dominancia (D')
E1	6	80	2,50	0,97	0,18
E2	6	250	1,82	0,70	0,40
E3	2	20	1,00	1,00	0,47
E4	0	0	-	-	-
E5	8	380	2.44	0,81	0.24
E6	10	770	2,41	0,73	0,26
E7	7	230	2,26	0,81	0,26
E8	5	330	0,90	0,39	0,73
Control 1	6	220	2,40	0,93	0,21
Control 2	7	390	2,48	0,88	0,20
Promedio	**6**	**267**	**1,82**	**0,80**	**0,326**
Desv. Estándar	**2,87**	**225,10**	**0,88**	**0,19**	**0,18**

Gráfico Nº 22
Riqueza de macrofauna bentónica. Control 2



9.2.2.3 Curvas ABC

Con la finalidad de complementar los valores dados por los índices comunitarios se integra la comparación con curvas ABC. Estas curvas han sido utilizadas en numerosos estudios sobre polución marina Warwick, 1986, Warwick *et al*, 1987; Beukema, (1988) entre otros. Así también en estudios de biodiversidad en sedimentos no impactados por actividades antrópicas como el realizado por Martínez *et al*, (2006).

El Gráfico Nº 23 y Gráfico Nº 24, representan las curvas ABC o K-dominancia correspondiente a las comunidades bentónicas en la zona de estudio. En este sentido, las comunidades asociadas a las estaciones; 2, 5, 6, 7 y CTRL-1 se clasifican como no perturbadas, debido a que la abundancia no supera a la biomasa como se aprecia en los gráficos. Por su parte, las estaciones; 1, 3, 8 y CTRL-2 se clasifican como "moderadamente perturbadas", debido a que la curva

de abundancia, supera en algún punto a la curva de biomasa. La estación 4, no fue graficada, ya que no registró individuos.

A pesar de los resultados anteriores, es importante considerar que la metodología de Warwick no permite identificar si el origen del estrés comunitario se deba a una fuente antrópico o ambiental. Entre las de origen ambiental destacan la intrusión de agua ecuatorial subsuperficial, particularmente en zonas de surgencia, durante período de primavera-verano. Esta masa de agua se caracteriza, entre otras, por su bajo contenido de oxígeno provocando una fuerte alteración a nivel bentónico (Avaria *et al*. 1989), factores costeros como el oleaje, cambios de marea y transporte de sedimento y aguas de origen continental pueden alterar considerablemente, principalmente en ambientes someros, la composición del sedimento y redistribuir los arreglos faunísticos bentónicos. Lo anterior indica la precaución al interpretar las curvas ABC. En particular este análisis requiere ser complementado con otras técnicas como los análisis multivariados y series temporales asociadas a ellas.

Gráfico Nº 23
Curvas ABC. Estaciones; 1 a 7

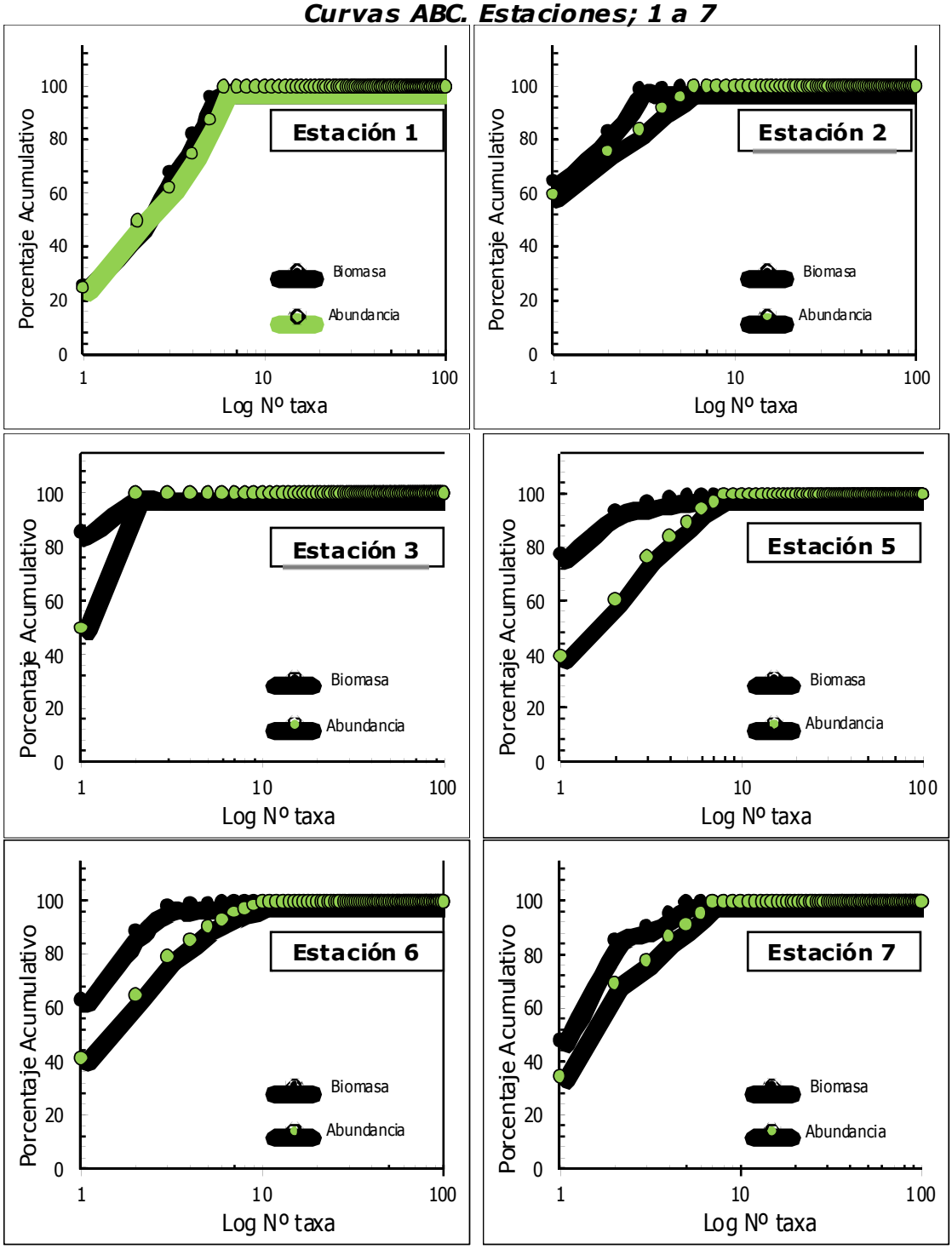
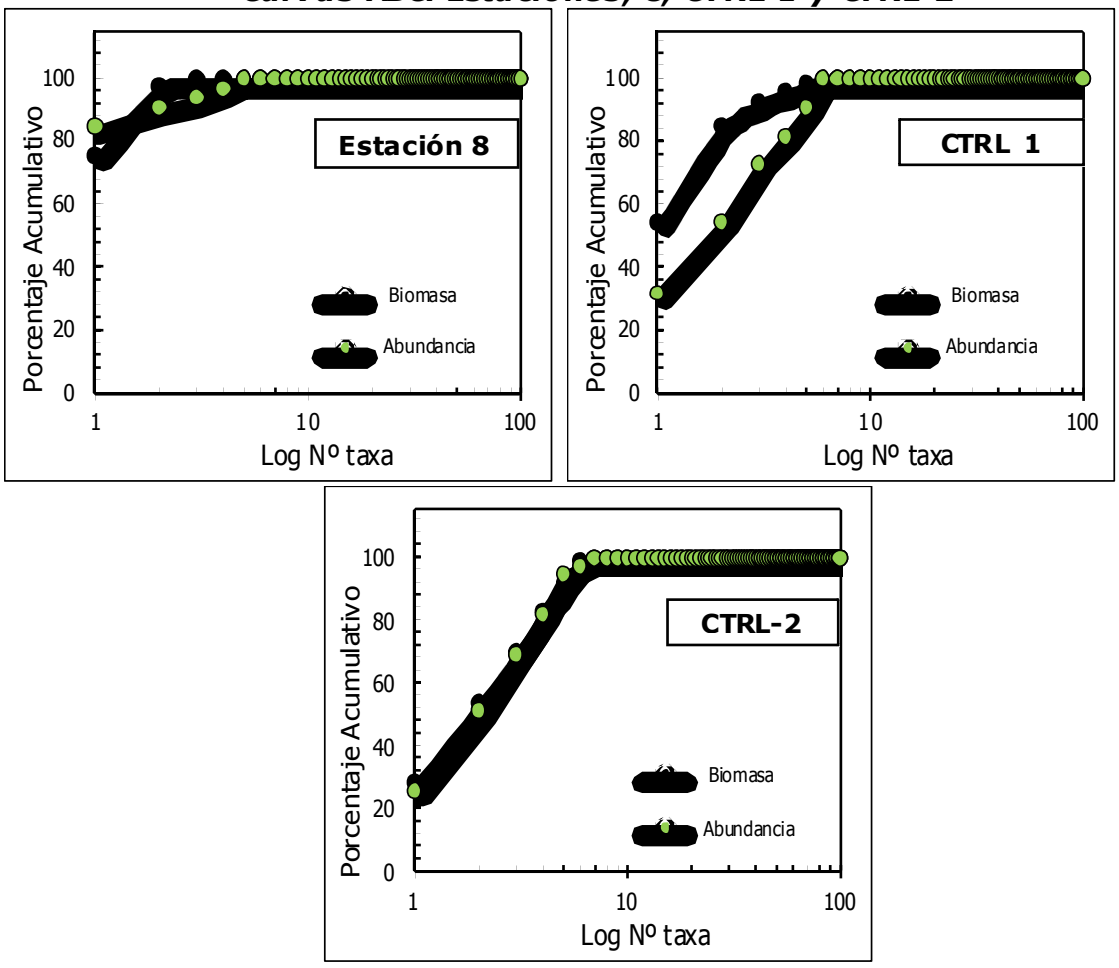


Gráfico Nº 24
Curvas ABC. Estaciones; 8, CTRL-1 y CTRL-2



9.2.2.4 Análisis Multivariado

El Gráfico Nº 25, representa los análisis de clasificación y ordenación derivados de los registros de abundancia numérica de las distintas taxa ligadas a las estaciones de muestreo de bentos submareal de fondo blando.

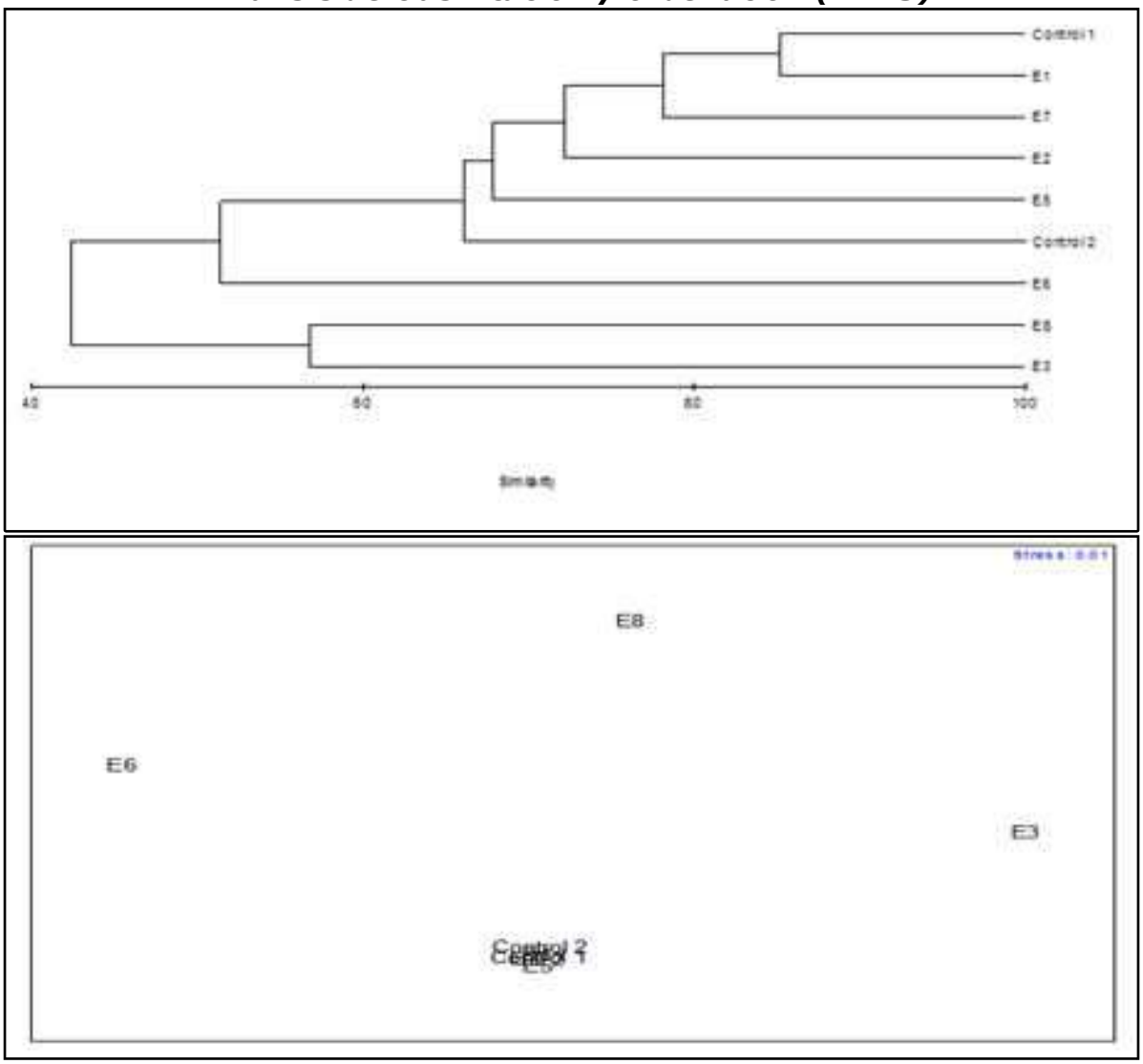
De ambos análisis, se aprecian cuatro grupos. El primero con un nivel de semejanza cercano al 50% entre las estaciones; 6 con el grupo conformado por; CTRL-2, E5, E2, E7, E1 y CTRL-1. Por otra parte, las estaciones E3 y E8 comparten cerca de un 58% (aprox.) de similitud entre ellas y sólo un 42 % (aprox) de similitud con el resto de las estaciones.

El análisis de ordenación presenta un mapa similar, capaz de reflejar la distribución de la abundancia numérica total al interior de cada ensamble y su

estructura, en términos de composición. De la figura se observan los cuatro grupos donde en el extremo izquierdo se ubicó la estación E6, en el derecho la E3, al centro arriba la estación 8 y el resto de las estaciones en el sector centro inferior. Este último grupo, caracterizadas por presentar valores más similares respecto al resto de las estaciones. Sin embargo el valor de stress (0,01) indica un buen ordenamiento.

Al respecto, cabe destacar que la riqueza y diversidad de taxa fueron los factores determinantes en la ordenación de las estaciones, debido a que la estación 3 presentó sólo 2 especies. La estación 6 por su parte, presentó mayor riqueza con 10 especies. En la estación 8, se observó la más baja diversidad y alta dominancia por la presencia del género *Pagurus*. Por último, el resto de las estaciones, que compartió características similares.

Gráfico Nº 25
Análisis de clasificación y ordenación (NMDS)



9.2.2 Cobre y Cinc en Biotas

La Tabla Nº 25 presenta los resultados de cobre y cinc obtenidos a partir de tejidos de biota marina, para tres estaciones.

Tabla Nº 25
Cobre y cinc en biotas

Estación	Cobre	Cinc
	mg/kg	mg/kg
E1	11,5	9,35
E2	54	73,1
E3	10,5	4,22
ESTADISTICOS		
Máximo	54	73,1
Mínimo	10.5	4,22
Desviación estándar	24,83	38,37
Promedio	25,33	28,89
CONCENTRACIONES DE REFERENCIA		
***POAL**	59,63	51,23

*POAL (2007-2009-2010), concentración en BIOTAS, medidos en la caleta de Coquimbo

9.2.2.1 Cobre (Cu):

Este metal presentó una concentración entre 10,5 mg/Kg valor mínimo reportado en E3 y 54 mg/Kg valor máximo asociado a la estación 2. El promedio para el sector fue de 25,33 mg/Kg.

9.2.2.2 Cinc (Zn):

Este metal presentó una concentración entre 4,22 mg/Kg valor mínimo reportado en E3 y 73,1 mg/Kg valor máximo asociado a la estación 2. El promedio para el sector fue de 28,89 mg/Kg.

9.2.3 Sedimentos

En la Tabla Nº 26, se presentan los resultados de sedimentos para las 10 estaciones muestreadas en la presente campaña.

Tabla Nº 26
Resultados de metales en sedimentos

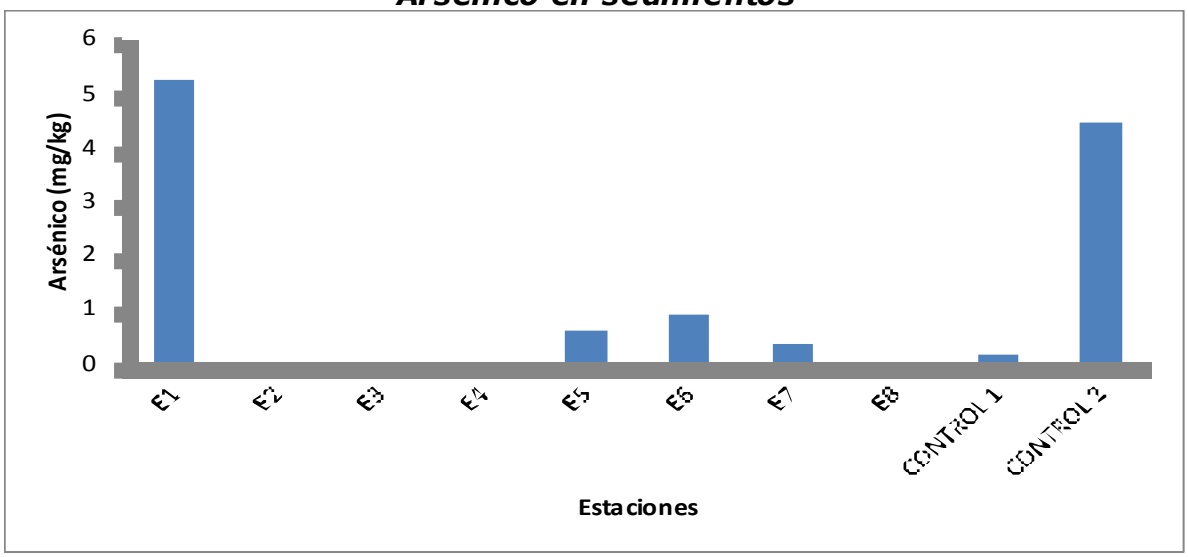
Estación	Arsénico	Cobre	Mercurio	Molibdeno	Plomo	Cinc
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
E1	5,25	18,2	<0,025	<0,139	4,92	27,7
E2	<0,026	51,2	<0,026	1,05	8,49	34,3
E3	<0,025	62,4	<0,025	2,39	15,0	48,9
E4	<0,025	34,5	<0,025	1,13	5,84	25,9
E5	0,593	4,7	<0,025	<0,130	<0,260	2,53
E6	0,896	8,17	<0,026	<0,143	<0,285	5,33
E7	0,336	4,96	<0,025	<0,115	<0,230	3,19
E8	<0,025	11,2	<0,025	<0,121	<0,243	1,22
CONTROL 1	0,142	6,86	<0,025	<0,123	<0,246	2,87
CONTROL 2	4,47	7,63	<0,025	0,134	2,01	13,0
ESTADÍSTICOS						
Máximo	5,25	62,4	-	2,39	15,0	48,9
Mínimo	<0,025	4,7	-	0,115	<0,230	1,22
Promedio	1,95	20,98	-	1,18	7,250	16,49
Desviación estándar	2,28	21,02	-	0,792	4,932	16,696
CONCENTRACIONES DE REFERENCIA						
***POAL**	-	3,82	<0,01	-	2,65	5,97

*POAL promedio últimos años

9.2.3.1 Arsénico (As)

El máximo encontrado para arsénico fue de 5,25 mg/Kg, correspondiente a la estación E1, ubicada hacia el norte del lugar de estudio. Los mínimos registrados fueron menores al límite de detección del método de análisis (<0,026 y <0,025 mg/Kg), correspondiente a las estaciones 2, 3, 4 y 8 (Gráfico Nº 26). El promedio de arsénico para el sector fue de 1,95 mg/Kg.

Gráfico Nº 26
Arsénico en sedimentos



9.2.3.2 Cobre (Cu)

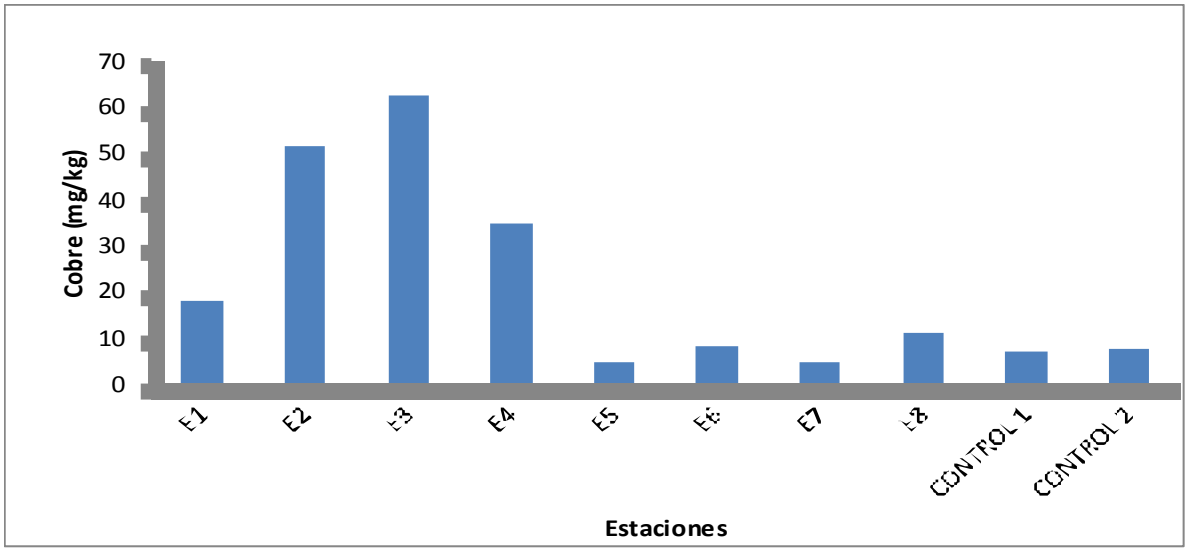
La concentración de Cobre asociada a la matriz sedimentaria, varió desde 4,7 mg/Kg, registrado en la estación E5, hasta un máximo de 62,4 mg/kg, registrado en la estación E3. El promedio fue de 20,98 mg/kg.

El máximo encontrado en la estación 3 se encuentra ubicado al norte, mientras que el mínimo registrado en la estación 5 se acerca más al hacia el centro.

El Gráfico Nº 27, muestra la concentración de Cu en las distintas estaciones. Espacialmente, el mayor valor fue de 62,4 mg/kg, asociado a la estación E3, ubicada cerca del sector donde se registró el fenómeno hidrometeorológico del año 2015.

En relación a los estándares de calidad ambiental disponibles para este parámetro, los valores de concentración registrados durante la presente campaña fueron superiores al valor referencial obtenido desde la base de datos del POAL.

Gráfico Nº 27
Cobre en sedimentos



9.2.3.2 Mercurio (Hg)

El contenido de mercurio registrado en la campaña presentó todos los valores bajo el límite de detección del método analítico (<0,025 y <0,026 mg/kg).

No se presenta en forma gráfica por la escasa variabilidad de las concentraciones.

9.2.3.3 Molibdeno (Mo)

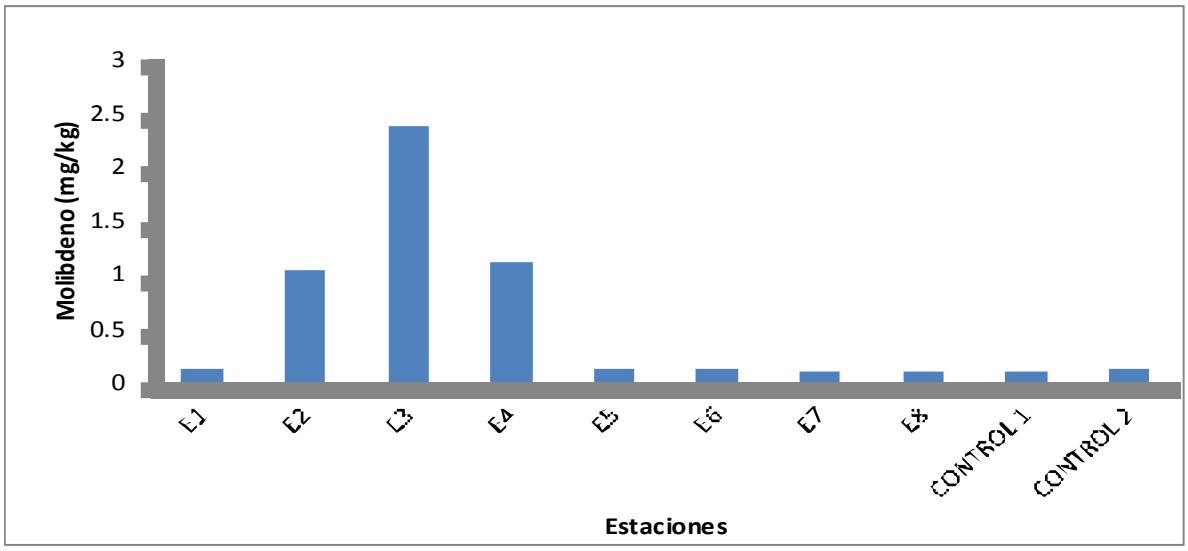
La concentración promedio de Molibdeno asociada a la matriz sedimentaria, varió desde el límite de detección del método analítico, hasta un máximo de 2,39 mg/kg, registrado en la estación E3. El promedio fue de 1,18 mg/kg.

El Gráfico Nº 28, muestra la concentración de Mo en las distintas estaciones.

Espacialmente, el mayor valor fue de 2,39 mg/kg, asociado a la estación E3, ubicada cerca del sector donde se registró el fenómeno hidrometeorologico del año 2015.

Folio013362

Gráfico Nº 28
Molibdeno en sedimentos



9.2.3.4 Plomo (Pb)

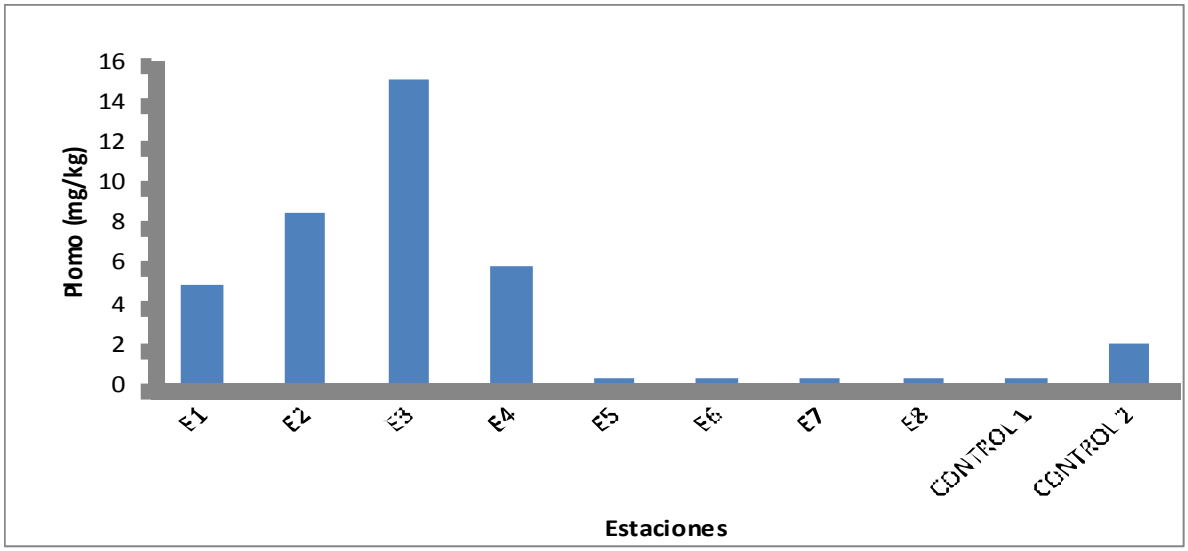
El contenido promedio de plomo registrado en la campaña presentó valores entre a un mínimo bajo el límite de detección del método de análisis del Laboratorio (E5, E6, E7, E8 y CTRL-1), hasta un valor máximo de 15 mg/kg en la estación E3. El promedio para el sector es de 7,250 mg/kg.

Espacialmente, la mayor concentración se ubicó en la estación E3 ubicada cerca del sector donde se registró el fenómeno hidrometeorologico del año 2015.

En general, las concentraciones de plomo fueron de magnitud mayor a los valores referenciales de calidad dados por DIRECTEMAR, POAL

En el Gráfico Nº 29, se aprecia que las mayores concentraciones de plomo se asociaron a las estaciones E2, E3 y E4.

Gráfico Nº 29
Plomo en sedimentos



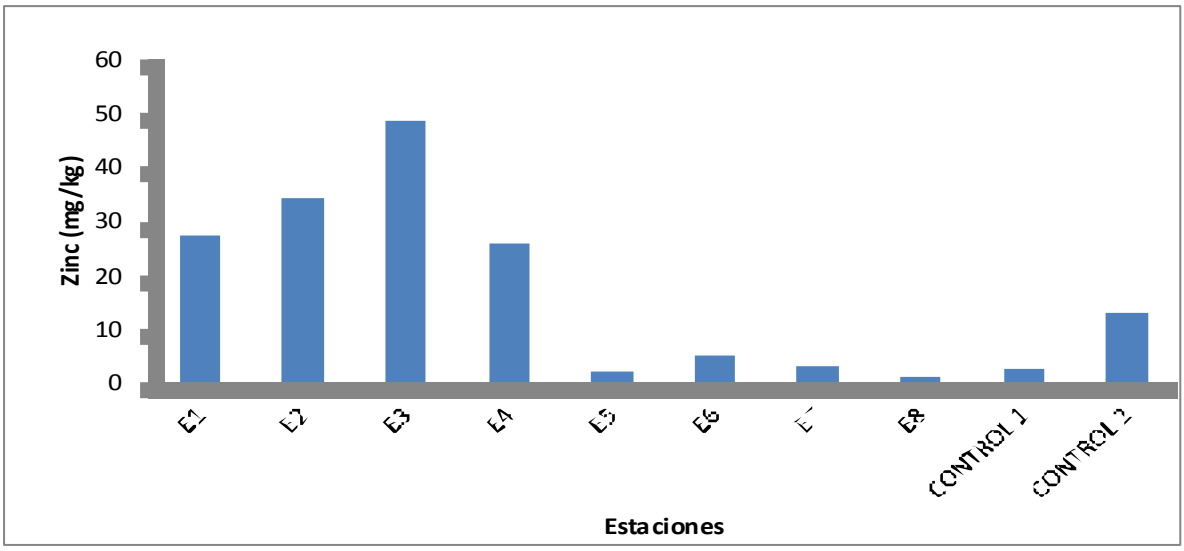
9.2.3.5 Zinc (Zn)

La concentración de Zinc en la matriz sedimentaria varió desde un mínimo de 1,22 mg/kg registrado en la estación E8, a un valor máximo de 48,9 mg/kg (estación E3). El promedio general del sector es de 16,49 mg/kg.

Espacialmente se observa que las concentraciones más altas se ubicaron en la estación E3, ubicada cerca del sector donde se registró el fenómeno hidrometeorologico del año 2015.

El Gráfico Nº 30, muestra que las mayores concentraciones de zinc se asociaron a las estaciones E2, E3 y E4.

Gráfico Nº 30
Zinc en sedimentos



10 PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL

A continuación, se muestra en la siguiente tabla una propuesta de Plan de Vigilancia Ambiental para el Parque Nacional Pan de Azúcar, con frecuencia semestral.

Tabla Nº 27
Plan de Vigilancia Ambiental

Componente	Parámetro	Unidad	Nº de muestras
AGUA DE MAR ANALISIS EN LABORATORIO	Aceites y grasas	mg/L	2 niveles (superficie y fondo)
	Cadmio	mg/L	
	Cobre	mg/L	
	Hidrocarburos Totales	mg/L	
	Hierro	mg/L	
	Níquel	mg/L	
	Plomo	mg/L	
	Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	
	Vanadio	mg/L	
	Zinc	mg/L	
AGUA DE MAR ANALISIS *IN SITU*	Oxígeno disuelto	mg/L	Cada 5 m
	Temperatura	ºC	
	Salinidad	PSU	
	pH	-	
	Transparencia	-	Cada 1 m
SEDIMENTOS	Cadmio	mg/kg	2 muestras
	Cobre	mg/kg	
	Hierro	mg/kg	
	Níquel	mg/kg	
	Plomo	mg/kg	
	Vanadio	mg/kg	
	Zinc	mg/kg	
	Granulometría	Escala	3 Réplicas
	Materia Orgánica	%	
	pH	-	
	Potencial redox	mV	
	Bentos submareal de fondos blandos (macrofauna)	Ind/m^2. Además cálculo de Índices ecológicos	
	Filmación submarina del fondo	Ind/Transecta	10 Transectas
BIOTAS	Cadmio	mg/kg	2 muestras
	Cobre	mg/kg	
	Hiero	mg/kg	
	Plomo	mg/kg	
	Zinc	mg/kg	
INTERMAREAL	Transectas intermareales	Número de individuos	10 Transectas

Se recomienda, llevar un registro histórico de los componentes señalados, que comprenda tablas comparativas, con el fin de evaluar en el tiempo eventuales tendencias crecientes o decrecientes de las concentraciones de los distintos parámetros.

11 CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

Durante la campaña de muestreo realizada los días 25 y 26 de noviembre de 2015, se verifica lo siguiente:

11.1 Parámetros *In Situ*

- Respecto a los parámetros monitoreados *in situ*; temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, presentaron concentraciones características de la zona de estudio, con altos niveles de oxígeno disuelto en los primeros metros, definiendo en general, una columna de agua estratificada, con una picnoclina de posición más somera en casi todas las estaciones.

- Para pH, según a la "Guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas", establece un rango entre 7,5 a 8,5 para Clase 1, es decir, muy buena calidad.

- El parámetro transparencia presentó visibilidad entre 2 m y 8 m en el sector de estudio.

11.2 Parámetros analizados en Laboratorio

11.2.1 Columna de Agua

- Para el metal Arsénico, tanto en superficie como en fondo no se supera la guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas.

- El Cobre presentó rangos entre <0,005 mg/L (límite de detección del método analítico) y 0,012 mg/L, por lo tanto se clasifica en Clase 2 "buena calidad" de acuerdo al referente ambiental establecido en la guía CONAMA.

- Todos los registros de Mercurio y Plomo se encontraron bajo el límite de detección del método analítico. El Molibdeno, sólo reportó concentraciones en la estación 1 a nivel superficial.

- El parámetro Zinc, presentó concentraciones -en general- menores a 0,03 mg/L, correspondientes a valores de categoría 1 (Muy buena calidad), de acuerdo a la guía CONAMA. Sólo en la estación E6 en superficie y estación 4 y 6 en fondo, sobrepasaron la concentración para Clase 1, por lo tanto, clasifica

como Clase 2. Tanto fondo como superficie las concentraciones superan los valores registrados por DIRECTEMAR, POAL.

- La concentración de Sólidos Disueltos Totales, presentó valores menores a 5,0 mg/L. por lo tanto, según la Guía CONAMA, se clasifica como muy buena calidad (Clase 1, <25 mg/L).

- Espacialmente, se aprecia que el mayor nivel de concentración de la turbiedad, se obtuvo en la estación control 3, ubicada en el sector Norte de la zona de estudio.

11.2.2 Análisis de Fauna Bentónica

- La estación E6 presentó la mayor abundancia de macrofauna bentónica marina.

- La especie más abundante correspondió al cephalocordado, *Branchisotoma* sp. en la estación E6, seguido por el arthropodo *Pagurus* sp. este último, conocido como cangrejo ermitaño fue encontrado en sustrato compuesto por conchas vacías de moluscos.

- La estación 4 no reportó especies, por lo tanto presentó la condición más desmejorada. Situación que eventualmente podría ser atribuido al ingreso de sedimento producto del fenómeno hidrometeorologico.

- Las curvas ABC muestran que las estaciones 1, 3, 8 y CTRL-2 se clasifican como "moderadamente perturbadas". El resto de las estaciones se clasifican como no perturbadas.

- A pesar de los resultados anteriores, es importante considerar que la metodología de Warwick no permite identificar si el origen del estrés comunitario se deba a una fuente antrópico o ambiental. Entre las de origen ambiental destacan la intrusión de agua ecuatorial subsuperficial, particularmente en zonas de surgencia, durante período de primavera-verano. Esta masa de agua se caracteriza, entre otras, por su bajo contenido de oxígeno provocando una fuerte alteración a nivel bentónico (Avaria *et al*. 1989), factores costeros como el oleaje, cambios de marea y transporte de sedimento y aguas de origen continental pueden alterar considerablemente, principalmente en ambientes someros, la composición del sedimento y redistribuir los arreglos faunísticos bentónicos. Lo anterior indica la precaución al interpretar las curvas ABC. En particular este análisis requiere ser complementado con otras técnicas como los análisis multivariados y series temporales asociadas a ellas.

11.2.3 Biota

Cobre

- Para el metal cobre, Malebrán y Venegas 2008, realizaron un estudio similar en especies carnívoras (estrellas de mar), en la localidad de Punta Achurra, tercera región de Atacama, encontrando una concentración máxima de cobre de 11,84 ± 8,20 mg/Kg. Esta concentración es similar a los resultados obtenidos en el presente estudio para E1 y E3. La estación 2, reportó magnitudes que sobrepasan dicho valor. Sin embargo, las concentraciones de cobre registradas en organismos marinos por el POAL (DIRECTEMAR) en los últimos años son mayores a las reportadas en este estudio (Tabla Nº 25).

- El Programa de Vigilancia Ambiental de minera Los Pelambres, realizado por la U, de Valparaíso (1996-2004) en Punta Chungo, Bahía Conchalí Los Vilos V Región, se aprecia que para el caso de Asteriidae, las concentraciones se encuentran en el rango entre 0,826 mg/Kg y 71,6 mg/Kg. Por otra parte, Castro y Valdés (2012) registraron valores de 3 a 12 mg/Kg en la zona norte. Calderón y Valdés (2012), reportaron una concentración promedio de 7,2 mg/kg en organismos bentónicos obtenidos en bahía San Jorge en Antofagasta. Lepez *et. al* (2001) encontraron concentraciones de cobre de hasta 79 mg/kg y 35 mg/kg en *Emerita análoga* en playa Amarilla (sector coloso II región). Se debe considerar la variabilidad de los ambientes y los hábitos alimenticios de las especies estudiadas.

- La comparación con valores límites aceptadas por diferentes agencias nacionales e internacionales, para concentraciones de metales pesados para invertebrados de importancia comercial (De Gregori et al. 1996, Ahumada 1995, FDA 1993 abc, Talbot 1985, 1987, Izaguirre et al., 1992 & Juras 1998), definen un intervalo de variación de estos criterios de 10 a 100 mg/Kg.

- Por último, no se superan los valores registrados para organismos marinos reportados en los últimos años en POAL.

Zinc

- Concentraciones de Zn encontradas en especies carnívoras por Malebrán y Venegas 2008, muestran valores máximos de 80,87 ± 6,19 mg/Kg. Por lo tanto, concentraciones superiores a los encontrados en esta campaña, donde el máximo fue de 73,1 mg/Kg, en la estación 2.

- Las concentraciones límites aceptadas por EPA dan cuenta de 75 mg/Kg. Al respecto, los valores registrados en la presente campaña fueron inferiores a las concentraciones asociadas a efectos adversos sobre la biota marina.

- En lo que respecta a Zinc, sólo un valor sobrepasa los valores obtenidos por la POAL, esta estación es la E2.

- Como referencia, el reglamento sanitario de alimentos Nº 977 (Ministerio de Salud 2006) para los parámetros Cobre y Zinc, define como concentración máxima (dentro de la denominación de otros productos), valores de 100 mg/kg para consumo humano. Al respecto, en el presente estudio las concentraciones fueron inferiores. Sin embargo es urgente avanzar en la determinación de concentraciones máximas de metales permitidas en organismos marinos de consumo humano y la necesidad de evaluaciones permanentes en sectores costeros (Calderón y Valdés, 2012).

- Es importante considerar en futuros estudios, la hidrodinámica de los sectores, dado que los metales tienen afinidad por sedimentos finos, los cuales, se depositan en ambientes más estables (Calderón y Valdés, 2012).

11.2.4 Sedimentos

- Para el metal arsénico, en la estación E1 y control 2, ambas ubicadas al norte del sector de estudio, los valores presentan mayores magnitudes, respecto de la –homogeneidad- de las demás estaciones.

- Para cobre, las estaciones E2, E3 y E4 presentaron las mayores concentraciones de este metal, ambas estaciones ubicadas cerca del punto donde se registró el fenómeno hidrometeorológico del año 2015.

- El mercurio se reportó bajo el límite de detección del método de análisis en todas las estaciones.

- Para Molibdeno, los valores más altos registrados fueron registrados en las estaciones; E2, E3 y E4 ubicadas cerca de donde ocurrió el aluvión, en marzo del 2015.

- Las concentraciones de Plomo, presentaron los mayores valores en las estaciones E2, E3 y E4 ubicadas cerca de donde ocurrió el aluvión, en marzo del 2015.

- Las concentraciones de Zinc fueron mayores en las estaciones E2, E3 y E4, ubicadas cercanas al punto donde ocurrió el aluvión, en marzo del 2015.

- En general, las estaciones que presentan los valores más altos de metales en sedimento, son las estaciones ubicadas al Norte del lugar de estudio (E2, E3,

E4), cercanas a la zona donde ocurrió el desprendimiento de tierra producto del aluvión de marzo del presente año (fenómeno hidrometeorologico). Lo que sugiere que el masivo desprendimiento de tierra podía haber acarreado consigo cantidades elevadas de metales.

12 REFERENCIAS

- Ahumada R. 1994. Nivel de concentración e índice de bioacumulación para metales pesados en tejidos de invertebrados marinos en Cleta Coloso. Ciencia y tecnología del Mar, Número especial:89-100.

- Andrade, H, 1986, Estudio de comunidades bentónicas de fondos blandos sublitorales en la bahía de Valparaíso, En Programa de investigación, vigilancia y control de la contaminación marina por hidrocarburos de petróleo en el Pacífico Sudeste y su efecto en las comunidades y ecosistemas marinos, CONPACSE-Fase-I, Informe de Avance Nº2,- CPPS / PNUMA, Doc, IOUV/2 nov, 1986: p,41-66,

- Baena, M., S. Jaramillo y J.E. Montoya. 2003. Material de apoyo a la capacitación en conservación in situ de la diversidad vegetal en áreas protegidas y en fincas. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali, Colombia. EN: Las áreas protegidas de Chile, Ministerio del Medio Ambiente, 2011. Sierralta L., R. Serrano. J. Rovira & C. Cortés (eds.), 35 pp.

- Calderón C, y Valdés, J. 2012. Contenido de metales en sedimentos y organismos bentónicos de la bahía San Jorge, Antofagasta, Chile. Revista de Biología Marina y Oceanografía. Vol. 47, N° 1: 121-133.

- Castro, G & Valdés J. (2012). Concentración de metales pesados (Cu, Ni, Zn, Cd Pb) en la biota y sedimentos de una playa artificial, en bahía San Jorge 23°S, norte de Chile. Lat. Am J. Aquat. Res., 40(2):267-281.

- Cienfuegos R, González G, Morls R, Escaurlaza C, Gironás J, Castro L, Zuazo V. Diagnóstico físico del evento aluvional en Atacama de marzo 2015, en Adaptación ambiental y salud pública post aluvión: Chañaral y Atacama.

- EPA

- Malebrán M, Venegas E, 2008.

- Minesterio de Salud.

- Recuperado el 10 de dicembre de 2015, de http://www.conaf.cl/.

- Sutherland et al. (2010): The identification of priority policy options for UK nature conservation. Journal of Applied Ecology, 47: 955–965

- Andrade, H, 1986, Estudio de comunidades bentónicas de fondos blandos sublitorales en la bahía de Valparaíso, En Programa de investigación, vigilancia y control de la contaminación marina por hidrocarburos de petróleo en el Pacífico Sudeste y su efecto en las comunidades y ecosistemas marinos, CONPACSE-Fase-I, Informe de Avance Nº2,- CPPS / PNUMA, Doc, IOUV/2 nov, 1986: p,41-66,
- Ahumada, R, 1992, Patrones de distribución espacial de metales traza (Cr, Ni, Zn, Cu, Cd, y Pb) en sedimentos superficiales de bahía San Vicente, Chile, Revista de Biología Marina, Valparaíso 27(2): 265-282.
- Ahumada R. 1994. Nivel de concentración e índice de bioacumulación para metales pesados en tejidos de invertebrados marinos en Cleta Coloso. Ciencia y tecnología del Mar, Número especial:89-100.
- Ahumada, R. 1995. Bahías: áreas de uso múltiple, un enfoque holístico del problema de la contaminación. Ciencia y tecnología del mar (N° especial): 59-68
- Alegría y Otro. 2011. Levantamiento de línea base medio marino. Proyecto "Poder de compra, procesamiento y exportación de minerales de hierro". Titular Shabú Corporation S.A.
- ARCADIS, 2010. Medio Marino, "Estudio de Impacto Ambiental Planta desalinizadora Minera Candelaria".
- http://seia.sea.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=4790073
- BEUKEMA, J, J. 1988. An evaluation of the ABC-method (abundance / biomass comparison) as applied to macrozoobenthic communities living on tidal flats in the Duch Wadden Sea. Marine Biology 99: 425 - 433 pp.
- Bilyard, G,R, 1987, The value of benthic in marine pollution monitoring studies, Marine Pollution Bulletin 18(11): 581-585,
- Bray, J, & Curtis, 1957, An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin, Ecological Monographs 27: 325-349,
- Clarke KR & RM Warwick, 1990, Statistical analysis and interpretation of marine Community data, I,O,C, Draft, Manuals and Guides 22, UNESCO, 52 pp.
- Carrasco, F,D & V,A Gallardo, 1983, Abundance and distribution of the macrtobenthic infauna of the Gulf of Arauco, Chile, Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie 68(6): 825-838.
- Carrasco, F,D & V,A Gallardo, 1989, La contaminación marina y el valor de la macroinfauna bentónica en su evaluación y vigilancia: casos de estudio en el litoral de Concepción, Biología Pesquera 18:15-27.
- Castro, G & Valdés J. (2012). Concentración de metales pesados (Cu, Ni, Zn, Cd Pb) en la biota y sedimentos de una playa artificial, en bahía San Jorge 23°S, norte de Chile. Lat. Am J. Aquat. Res., 40(2):267-281.

- Calderón C, y Valdés, J. 2012. Contenido de metales en sedimentos y organismos bentónicos de la bahía San Jorge, Antofagasta, Chile. Revista de Biología Marina y Oceanografía. Vol. 47, N° 1: 121-133.
- Chester, R. 2000. Marine Geochemistry. Blackwell, Oxford.
- Chiang-Acosta, J, 1989, Niveles de metales pesados en organismos, agua y sedimentos marinos recolectados en la V Región de Chile, Revista del Comité Permanente del Pacífico Sur, Número especial, pp 205-215.
- Dahl, E, 1952-53, Some aspects of the ecology and zonation of the fauna on sandy beaches, Oikos 4(1): 1-27.
- De Gregori I., Pinochet H., Gras N. and Muñoz L. (1996). Variability of Cadmium, Cooper and Zinc Levels in mollusks and Assciated Sediments From Chile. Environ. Pollut., 92 (3) : 359 – 368
- Díaz O, R Frache, L Chuecas & F Encina, 1995, Concentración de mercurio total en residuos industriales líquidos y su impacto en el área marina costera de Bahía San Vicente, Contribuciones Ciéntificas y Tecnólogicas, área ciencias básicas, 110: 21-33.
- DIRECTEMAR, 2008, Programa de observación del ambiente litoral (POAL), Monitoreo del medio ambiente costero, DIRINMAR.
- Eisler, R. 2010. Compendium of trace metals and Marine biota. Volume I: Plants and Invertebrates Elsevier, Amsterdam, 638 pp.
- Fauchald K & PA Jumars, 1979, The Diet of Worms: A Study of Polychaete Feeding Guilds, Oceanogr, Mar, Biol, Ann, Rev, 17:193-284.
- FDA, United State Food And Drug Adminitration (1993 a). Center for Food Safety and Applied Nutrition. Guidance Document for Cadmium in Shellfish. January 1993, 4 pp.
- FDA, United State Food And Drug Adminitration (1993 b). Center for Food Safety and Applied Nutrition. Guidance Document for Lead in Shellfish. August 1993, 4 pp.
- FDA, United State Food And Drug Adminitration (1993 c). Center for Food Safety and Applied Nutrition. Guidance Document for Nickel in Shellfish. January 1993, 3 pp.
- Gray J. & M. Elliot. 2009. Ecology of marine sediments. From Science to management. Oxford University Press. 2nd Edition. 241 p.
- Guiller, E,R, 1958,a, Intertidal Belt-forming species on the Rocky Coast of Northern Chile, Papers and Proceedings of the Royal Sociate of Tasmania, Vol 93: 33-58.
- Guiller, E,R, 1958,b, The Intertidal Ecology of the Montemar Area, Chile, Papers and Proceedings of the Royal Sociate of Tasmania, Vol 93: 165-183,

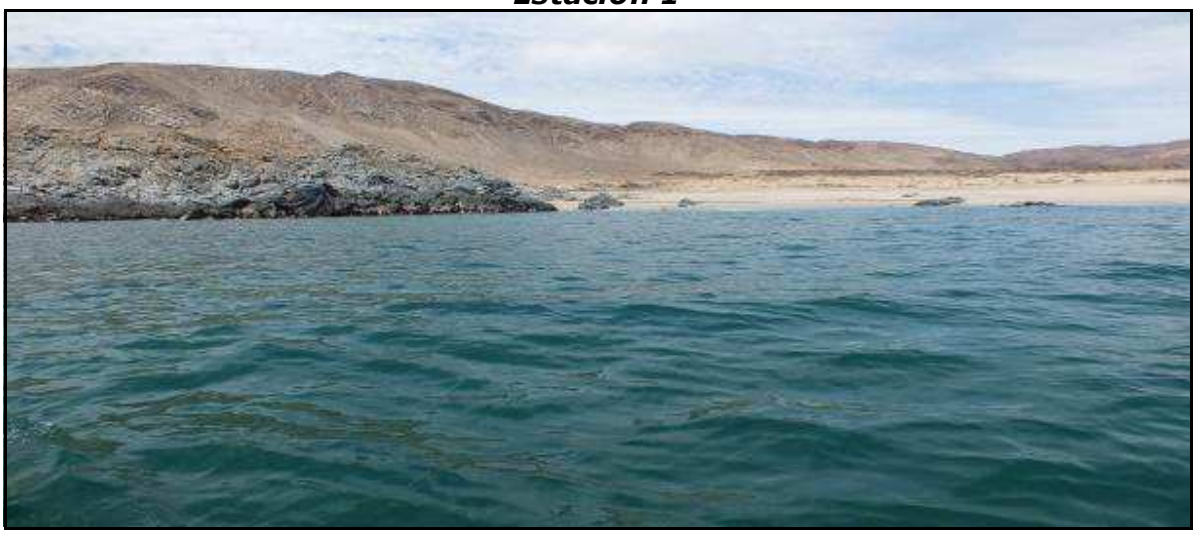
- Halffter G & E Ezcurra (1992) ¿Qué es la biodiversidad, Páginas 3-24 en G Halffter (compilador) La diversidad biológica de Iberoamérica, Acta Zoológica Mexicana, Instituto de Ecología A,C,, México.
- Hendey, N,I, 1977, The especies diversity index of some inshore diatom communities and its use in assesing the degree of pollution insult on parts of the North Coast of Cornwall, Nova Hedwigia Beih, 54: 355- 358.
- Inda, J.; Bakulic, Y.; Cortes-Monroy, J. y G. Villalón. 1993. Facultad de Ciencias del Mar. Universidad Católica del Norte. Serie Ocasional 2: 93-98
- Izaguirre, G., Paéz, F. and Osuna, J. I. (1992). Metales pesados en peces del valle de Culiacan, Sinaloa, Mexico. Ciencias Marinas, vol. 18 (3) : 143 – 151.
- Juras, A (1998). A preliminary survey of heavy metal concentration in some estuarine organisms in the litoral zone of Sao Luis Island, Maranhao, Brazil. In : U. Seeliger, L. D. 71 de Lacerda, S. R. Patchineelam (Eds.) Metals in Costal Environments of Latin America : 16 – 20.
- Kruskal, J, B, 1964, Multidimensional scaling by optimizzing Goodness of fit to a nonmetric hypotesis, Psychometrika 29: 1-27.
- Leighton, G, Salcedo, L, López y P, García-Tello, 2004, Programa de Monitoreo Ambiental Punta Chungo, Bahía Conchalí Los Vilos, V Región, Informe de la columna de agua del Monitoreo de septiembre de 2004 para la Compañía Minera Los Pelambres, Inf, Cient, y Téc, 84/2004, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Valparaíso, 94 pp.
- Leighton G,S, Tello G,O, Salinas I & Prado L, 2000a, Vigilancia ambiental de la extensión del emisario de Concón Oriente de ESVAL S,A, Comuna de Concón, V región, Informe de los monitoreos de noviembre de 1999 y julio de 2000, Informes Científicos y técnicos de la Facultad de Ciencias del Mar, Nº 4/2000,113p.
- Lepez I, Furet, L & Aracena, O. 2001. Población de Emerita Analoga en playas Amarilla y Rinconada, Antofagasta: aspectos abioticos, bioticos y concentración de cobre. Gayana 65 (1):58-67.
- Lobo, E, & H, Kobayasi, 1990, Shannon's diversity index to some freshwater diatom assemblages in the Sakawa River System (Kanagawa pref,, Japan) and its use as indicator of water quality, Jpn, J, Phycol (Souri) 38: 229-243,
- Margalef, R, 1974, Ecología, Ed, Oruga S,A, Barcelona, 907 p.
- Moreno, S, 1998, Comunidades macrozoobentónicas de fondos sublitorales blandos del área norte de la bahía de Valparaíso, Tesis presentada a la Universidad de Valparaíso para optar al título de Biólogo Marino, 171p.
- Martínez, J. Adarraga, I & Ruí, J. 2006. Proyecto fauna de los invertebrados marinos de la costa Vasca: Euskalbentos II. Dirección de biodiversidad, departamento de medio ambiente y ordenación del territorio del gobierno Vasco. 183 pp.

- Olavarría, Y. 2007. Determinación de trazas de Cadmio en Cholñga (Aulacomya ater), Chorito (Mytilus chilensis) y Ostra Chilena (Ostrae Chilensis) en la zona de Chiloé (Hueihue). Tesis de grado para optar al título de Químico Farmacéutico. Universidad Austral de Chile
- Olivares, J., A, López, S, Fuentes y P, González, 1998, Campaña de complementación del Estudio de Línea de Base del Proyecto de modificación del muelle mecanizado de Minera Los Pelambres, Variables ambientales en Punta Chungo y Bahía Conchalí (Los Vilos - IV Región), Universidad Católica del Norte, Fac, de Ciencias del Mar, Departamento de Biología Marina, Grupo de Ecología y Manejo de Recursos, Anexo B, 42 pp.
- Orellana, J,L, 1985, Fluctuaciones temporales de la malacofauna de fondos sublitorales blandos en el área de Valparaíso, Tesis presentada a la Universidad de Valparaíso para optar al título de Licenciado en Biología, 133 p.
- Parody JM·& JP, Haskell, 2001, Regulation of diversity: maintenance of species richness in changing environments, Oecologia, 126: 321–332.
- Pielou E,C (1975), Ecological diversity, Wiley-Interscience, New York.
- Ramirez, J, 1981, Moluscos de Chile, Archeogastropoda, Museo Nacional de Historia Natural, Santiago-Chile, 172 pp,
- Ramirez, J, 1987, Moluscos de Chile, Mesogastropoda, Museo Nacional de Historia Natural, Santiago-Chile, 172 pp,
- Ramirez, J, 1990, Moluscos de Chile, Neogastropoda, Museo Nacional de Historia Natural, Santiago-Chile, 181 pp,
- Redón, J, & F, Alcázar, 1986, Estudio del bentos rocoso submareal en Valparaíso CONPACSE-fase I, Informe de Avance Nº 2, Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso, En: Programa de investigación, vigilancia y control de la contaminación marina por hidrocarburos de petróleo en el Pacífico Sudeste y su efecto en las comunidades y ecosistemas marinos, p, 24-40.
- Rozbaszylo, N, 1980, Clave para el reconocimiento de familias de Anélidos poliquetos del mar chileno, Studies on Neotropical Fauna and Environment 15: 167-196,
- Salamanca, M,A,, A, Camaño, B, Jara y T, Rodríguez, 2000, Distribución de Cu, Pb y Zn en aguas costeras de bahía San Jorge en el norte de Chile, Gayana 64(2):195-204,
- Salinas I, 2004 Estructura comunitaria de invertebrados macrobentónicos submareales asociada a la descarga de aguas residuales domésticas del emisario submarino Higuerillas, V región, Tesis presentada a la Universidad de Valparaíso para optar al título de Biólogo Marino, 118 p,
- Stephenson, T.A., stephenson A., 1949. The universal features of zonation on rocky shores. Journal of Ecology 37, 289-305.

- Talbot, V. (1985). Relationship Between Cadmium Concentrations in Seawater and Those in the Mussel Mytilus edulis. Marine Biology, 85 : 51 – 54.
- Talbot, V. (1987). Relationship Between Lead Concentrations in Seawater and Mussel Mytilus edulis : a Water Quality Criterion. Marine Biology, 94 : 557 – 560
- Universidad de Chile, 2002, Informe País, Estado del medio ambiente en Chile 2002, LOM Ediciones, 458 pp,
- Universidad de Chile, 2002, Informe País, Estado del medio ambiente en Chile 2002, LOM Ediciones, 458 pp,
- Varela, C, 1983, Anfípodos de las playas de arena del sur de Chile (bahía de Maiquillahue, Valdivia), Studies on Neotropical Fauna and Enviroment 18: 25-52,
- Vergara, H, 1991, Manual de laboratorio para sedimentología, Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso, 44 pp,
- Warwick, R,M, 1986, A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities, Mar, Biol, 92: 557-562,
- Warwick, R,M, & K,R,Clarke, 1993, A comparison of some methods for analysing changes in benthic community structure, Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 71(1): 225-244,
- Zuñiga M, Espinoza C, Camaño A. 1999. Evaluación de la calidad acuática de Bahía San Jorge a través de ensayos de toxicidad crónica con gametos de Erizo de Mar Arbacia spatuligera. Ciencia y Tecnología del Mar: 22:59-74.
- Zúñiga, M, & F, Vargas, 2001, Monitoreo marino costero de Minera Candelaria: Tendencias del contenido de metales en agua y sedimentos de Bahía Caldera durante el período 1998-2001, Resúmenes XXI Congreso de Ciencias del Mar, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Valparaíso.

ANEXO Nº 1
SET FOTOGRÁFICO

Fotografía Nº 7
Estación 1



Fotografía Nº 8
Estación 2



Fotografía Nº 9
Estación 3



Fotografía Nº 10
Estación 4



Fotografía Nº 11
Estación 5



Fotografía Nº 12
Estación 6



Fotografía Nº 13
Estación 7



Fotografía Nº 14
Biotas



Fotografía Nº 15
Sector de Aluvión



ANEXO Nº 2
CERTIFICADOS DE LABORATORIO

BIOTA

Hidrolab

Informe de Ensayo (AC-041)

N° Informe 291938

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA

Dirección: Seminario N°180

Proyecto: Control Muestreo de Sólidos

Ciudad / Región: Chañaral, Tercera Región

Recepción Laboratorio: 26/11/2015 08:50:44

Muestreado por: Cliente

Resultados e Información del Muestreo

N°	Ident. Cliente	Lugar Muestreo	Punto	Muestra	Matriz	Fecha y Hora Término Muestreo
291938-01	Biota 1	Biota 1	Biota 1	Puntual	Tejidos	25/11/2015 12:3

Parámetros:	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Cobre	mg Cu/Kg	11,5	02/12/15 16:10	EPA-6010C(16)
Cinc	mg Zn/Kg	9,35	02/12/15 16:04	EPA-6010C(16)
Porcentaje de humedad	%	59,3	27/11/15 11:45	SM-2540B(2)

Notas:

(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012

(16) EPA, Test Method: for evaluating Solid Waste SW 846

Nimsua Cuadros M.
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 04/12/2015

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones: DGA LE 214-LE 215; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Teléfono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

Informe de Ensayo (AC-041)

Nº Informe 291939

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestras de Sólidos
Ciudad / Región: Chañaral,Tercera Región
Recepción Laboratorio: 26/11/2015 08:50:44
Muestreado por Cliente

Resultados e Información del Muestreo

Nº	Ident. Cliente	Lugar Muestreo	Punto	Muestra	Matriz	Fecha y Hora Término Muestreo
291939-01	Biota 2	Biota 2	Biota 2	Puntual	Tejidos	25/11/2015 12:3

Parámetros	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Cobre	mg Cu/Kg	54,0	02/12/15 16:10	EPA-6010C(16)
Cinc	mg Zn/Kg	73,1	02/12/15 16:04	EPA-6010C(16)
Porcentaje de humedad	%	73,6	27/11/15 11:45	SM-2540B(2)

Notas:

(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(16) EPA, Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846
291939-01 Los resultados están expresados en base seca.

Ximena Cuadros M.
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 04/12/2015

291939412AS121803X

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214-LE 215; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

291939-01 1/1

Hidrolab

Informe de Ensayo (AC-041)

N° Informe 291940

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA

Dirección: Seminario N°180

Proyecto: Control Muestreo de Solidos

Ciudad / Región: Chañaral, Tercera Región

Recepción Laboratorio: 26/11/2015 08:50:44

Muestreado por: Cliente

Resultados e Información del Muestreo

N°	Ident. Cliente	Lugar Muestreo	Punto	Muestra	Matriz	Fecha y Hora Término Muestreo
291940-01	Biota 3	Biota 3	Biota 3	Puntual	Tejidos	25/11/2015 16:0

Parámetros	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Cobre	mg Cu/Kg	10,5	02/12/15 16:10	EPA-6010C(16)
Cinc	mg Zn/Kg	4,22	02/12/15 16:04	EPA-6010C(16)
Porcentaje de humedad	%	47,9	27/11/15 11:45	SM-2540B(2)

Notas:

(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012

(16) EPA, Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846

291940-01 Los resultados están expresados en base seca.

Ximena Cuadros M.
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 04/12/2015

291940412A8121807K

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.

Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214-LE 215; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Teléfono: 27586350 Fax: 27586351 - www.hidrolab.cl

291940-01 1 / 1

SEDIMENTOS:



Algoritmos

Hidrolab

Informe de Ensayo (AC-841)

N° Informe 291941

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestreo de Sedimentos

Ciudad / Región: Chañaral, Tercera Región
Recepción Laboratorio: 26/11/2015 08:50:45
Muestreado por: Cliente

Resultados e Información del Muestreo

N°	Ident. Cliente	Lugar Muestreo	Punto	Muestra	Matriz	Fecha y Hora Término Muestreo
291941-01	Estación 1	Estación 1	Estación 1	Puntual	Sedimentos	25/11/2015 15:0

Parámetros	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Arsenico	mg As/Kg	5,25	27/11/15 18:36	EPA-7062(16)
Cobre	mg Cu/Kg	18,2	02/12/15 16:10	EPA-6010C(16)
Mercurio	mg Hg/Kg	<0,025	02/12/15 18:39	EPA-7470A(16)
Molibdeno	mg Mo/Kg	<0,139	02/12/15 16:36	EPA-6010C(16)
Plomo	mg Pb/Kg	4,92	02/12/15 16:43	EPA-6010C(16)
Cinc	mg Zn/Kg	27,7	02/12/15 16:04	EPA-6010C(16)
Porcentaje de humedad	%	24,1	26/11/15 11:39	SM-2540B(2)

Notas:

(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(16) EPA. Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846

Ximena Cuadros M.
Ejecutivo Tecnico

Fecha Emision Informe: 04/12/2015



Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones: DGA LE 214-LE 215; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Coronel 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

Informe de Ensayo (AC-041)

Hidrolab

N° Informe 291942

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestreo de Sedimentos

Ciudad / Región: Chañaral, Tercera Región
Recepción Laboratorio: 26/11/2015 08:50:45
Muestreado por: Cliente

Resultados e Información del Muestreo

N°	Ident. Cliente	Lugar Muestreo	Punto	Muestra	Matriz	Fecha y Hora Término Muestreo
291942-01	Estación 2	Estación 2	Estación 2	Puntual	Sedimentos	25/11/2015 14:2

Parámetros:	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Arsenico	mg As/Kg	<0,026	27/11/15 18:36	EPA-7062(16)
Cobre	mg Cu/Kg	51,2	02/12/15 16:10	EPA-6010C(16)
Mercurio	mg Hg/Kg	<0,026	02/12/15 18:39	EPA-7470A(16)
Molibdeno	mg Mo/Kg	1,05	02/12/15 16:36	EPA-6010C(16)
Plomo	mg Pb/Kg	8,49	02/12/15 16:43	EPA-6010C(16)
Cinc	mg Zn/Kg	34,3	02/12/15 16:04	EPA-6010C(16)
Porcentaje de humedad	%	28,7	01/12/15 10:51	SM-2540B(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(16) EPA, Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846
291942-01 Los resultados están expresados en base seca.

Ximena Cuadros M.
Ejecutivo Técnico

Fecha Emitión Informe: 04/12/2015

291942412AS12201CX

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones: DGA LE 214-LE 215; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Cermil 681, Quilicura Santiago - Teléfono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

291942-01 1 / 1

Algoritmos

Informe de Ensayo (AC-041)

Nº Informe 291943-01

Hidrolab

Cliente:	ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección:	Seminario Nº180
Proyecto:	Control Muestras de Sedimentos
Identificación Cliente:	Estación 3
Lugar de Muestreo:	Estación 3
Dirección:	s/i
Ciudad / Región:	Chañaral,Tercera Región
Punto de Muestreo:	Estación 3
Matriz:	Sedimentos
Término de Muestreo:	25/11/2015 13:30:00
Muestreado por:	Cliente

Tipo de Muestreo: Puntual
Recepción Laboratorio 26/11/2015 08:50:45

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Arsénico	mg As/Kg	<0,025	27/11/15 18:36	EPA-7062(16)
Cobre	mg Cu/Kg	62,4	02/12/15 16:10	EPA-6010C(16)
Mercurio	mg Hg/Kg	<0,025	02/12/15 18:39	EPA-7470A(16)
Molibdeno	mg Mo/Kg	2,39	02/12/15 16:36	EPA-6010C(16)
Plomo	mg Pb/Kg	15,0	02/12/15 16:43	EPA-6010C(16)
Cinc	mg Zn/Kg	48,9	02/12/15 16:04	EPA-6010C(16)
Porcentaje de humedad	%	27,3	01/12/15 10:51	SM-2540B(2)

Nota:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(16) EPA, Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846
Los resultados serán expresados en base seca.

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 04/12/2015

291943412AS122015K

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones: DIN LE 214-LE 215; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

291943-01 1 / 1

Hidrolab

Informe de Ensayo (AC-041)

N° Informe 291944

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestreo de Sedimentos
Ciudad / Región: Chañaral, Tercera Región
Recepción Laboratorio: 26/11/2015 08:50:46
Muestreado por: Cliente

Resultados e Información del Muestreo

N°	Ident. Cliente	Lugar Muestreo	Punto	Muestra	Matriz	Fecha y Hora Término Muestreo
291944-01	Estación 4	Estación 4	Estación 4	Puntual	Sedimentos	25/11/2015 12:5

Parámetros	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Arsenico	mg As/Kg	<0,025	27/11/15 18:36	EPA-7062(16)
Cobre	mg Cu/Kg	34,5	02/12/15 16:10	EPA-6010C(16)
Mercurio	mg Hg/Kg	<0,025	02/12/15 18:39	EPA-7470A(16)
Molibdeno	mg Mo/Kg	1,13	02/12/15 16:36	EPA-6010C(16)
Plomo	mg Pb/Kg	5,84	02/12/15 16:43	EPA-6010C(16)
Cinc	mg Zn/Kg	25,9	02/12/15 16:04	EPA-6010C(16)
Porcentaje de humedad	%	21,4	01/12/15 10:51	SM-2540B(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(16) EPA. Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846
291944-01 Los resultados están expresados en base seca.

Ximena Cuadros M.
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 04/12/2015

291944412AS122019X

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones: DGA LE 214-LE 215; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Coronel 681, Quilicura Santiago - Teléfono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

Algoritmos

Hidrolab

Informe de Ensayo (AC-041)

N° Informe 291945

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA

Dirección: Seminario N°180

Proyecto: Control Muestreo de Sedimentos

Ciudad / Región: Chañaral, Tercera Región

Recepción Laboratorio: 26/11/2015 08:50:46

Muestreado por: Cliente

Resultados e Información del Muestreo

N°	Ident. Cliente	Lugar Muestreo	Punto	Muestra	Matriz	Fecha y Hora Término Muestreo
291945-01	Estación 5	Estación 5	Estación 5	Puntual	Sedimentos	25/11/2015 12:2

Parámetros	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Arsénico	mg As/Kg	0,595	27/11/15 18:36	EPA-7062(16)
Cobre	mg Cu/Kg	4,70	02/12/15 16:10	EPA-6010C(16)
Mercurio	mg Hg/Kg	<0,025	02/12/15 18:39	EPA-7470A(16)
Molibdeno	mg Mo/Kg	<0,130	02/12/15 16:36	EPA-6010C(16)
Plomo	mg Pb/Kg	<0,260	02/12/15 16:43	EPA-6010C(16)
Cinc	mg Zn/Kg	2,53	02/12/15 16:04	EPA-6010C(16)
Porcentaje de humedad	%	24,6	01/12/15 10:51	SM-2540B(2)

Notas:

(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012

(16) EPA, Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846

291945-01 El límite de detección para 2,4,5 TP (Fenotrop) es < 0,01 µg/L

291945-01 (2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012

Ximena Cuadros M.
Ejecutivo Técnico

Fecha Emision Informe: 04/12/2015

Resultados validos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones DGN LE 214-LE 215; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Teléfono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

291945-01 1 / 1

Informe de Ensayo (AC-041)

Hidrolab

N° Informe 291946

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestreo de Sedimentos
Ciudad / Región: Chañaral,Tercera Región
Recepción Laboratorio: 26/11/2015 08:50:46
Muestreado por: Cliente

Resultados e Información del Muestreo

N°	Ident. Cliente	Lugar Muestreo	Punto	Muestra	Matriz	Fecha y Hora Término Muestreo
291946-01	Estación 6	Estación 6	Estación 6	Puntual	Sedimentos	25/11/2015 10:2

Parámetros:	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Arsenico	mg As/Kg	0,896	27/11/15 18:36	EPA-7062(16)
Cobre	mg Cu/Kg	8,17	02/12/15 16:10	EPA-6010C(16)
Mercurio	mg Hg/Kg	<0,026	02/12/15 18:39	EPA-7470A(16)
Molibdeno	mg Mo/Kg	<0,145	02/12/15 16:36	EPA-6010C(16)
Plomo	mg Pb/Kg	<0,285	02/12/15 16:43	EPA-6010C(16)
Cinc	mg Zn/Kg	5,33	02/12/15 16:04	EPA-6010C(16)
Porcentaje de humedad	%	27,3	01/12/15 10:51	SM-2540B(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(16) EPA. Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846
291946-01 Los resultados están expresados en base seca.

Ximena Cuadros M.
Ejecutivo Técnico

Fecha Emitión Informe: 04/12/2015

291946412A5122119X

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones: DGA LE 214-LE 215; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Cermil 681, Quilicura Santiago - Teléfono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl
291946-01 1 / 1

Informe de Ensayo (AC-041)

Nº Informe 291947-01

Hidrolab

Cliente:	ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección:	Seminario Nº180
Proyecto:	Control Muestras de Sedimentos
Identificación Cliente:	Estacion 7
Lugar de Muestreo:	Estación 7
Dirección:	s/i
Ciudad / Región:	Chañaral,Tercera Región
Punto de Muestreo:	Estación 7
Matriz:	Sedimentos
Término de Muestreo:	25/11/2015 10:50:00
Muestreado por:	Cliente

Tipo de Muestreo: Puntual
Recepción Laboratorio 26/11/2015 08:50:46

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Arsénico	mg As/Kg	0,336	27/11/15 18:36	EPA-7062(16)
Cobre	mg Cu/Kg	4,96	02/12/15 16:10	EPA-6010C(16)
Mercurio	mg Hg/Kg	<0,025	02/12/15 18:39	EPA-7470A(16)
Molibdeno	mg Mo/Kg	<0,115	02/12/15 16:36	EPA-6010C(16)
Plomo	mg Pb/Kg	<0,250	02/12/15 16:43	EPA-6010C(16)
Cinc	mg Zn/Kg	3,19	02/12/15 16:04	EPA-6010C(16)
Porcentaje de humedad	%	25,0	01/12/15 10:51	SM-2540B(2)

Nota:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(16) EPA, Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846
Los resultados serán expresados en base seca.

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 04/12/2015

291947412AS122123K

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones: DIN LE 214-LE 215; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

291947-01 1 / 1

Informe de Ensayo (AC-041)

Nº Informe 191948-01

Hidrolab

Cliente:	ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección:	Seminario Nº180
Proyecto:	Control Muestras de Sedimentos
Identificación Cliente:	Estación 8
Lugar de Muestreo:	Estación 8
Dirección:	s/i
Ciudad / Región:	Chañaral,Tercera Región
Punto de Muestreo:	Estación 8
Matriz:	Sedimentos
Término de Muestreo:	25/11/2015 11:20:00
Muestreado por:	Cliente

Tipo de Muestreo: Puntual
Recepción Laboratorio 26/11/2015 08:50:47

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Arsénico	mg As/Kg	<0,025	27/11/15 18:36	EPA-7062(16)
Cobre	mg Cu/Kg	11,2	02/12/15 16:10	EPA-6010C(16)
Mercurio	mg Hg/Kg	<0,025	02/12/15 18:39	EPA-7470A(16)
Molibdeno	mg Mo/Kg	<0,121	02/12/15 16:36	EPA-6010C(16)
Plomo	mg Pb/Kg	<0,243	02/12/15 16:43	EPA-6010C(16)
Cinc	mg Zn/Kg	1,22	02/12/15 16:04	EPA-6010C(16)
Porcentaje de humedad	%	32,5	01/12/15 10:51	SM-2540B(2)

Nota:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(16) EPA, Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846
Los resultados serán expresados en base seca.

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 04/12/2015

29194841225122163K

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones: DIN LE 214-LE 215; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

191948-01 1 / 1

Algoritmos

Hidrolab

Informe de Ensayo (AC-841)

N° Informe 291949

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestreo de Sedimentos
Ciudad / Región: Chañaral,Tercera Región
Recepción Laboratorio: 26/11/2015 08:50:47
Muestreado por: Cliente

Resultados e Información del Muestreo

N°	Ident. Cliente	Lugar Muestreo	Punto	Muestra	Matriz	Fecha y Hora Término Muestreo
291949-01	Control 1	Control 1	Control 1	Puntual	Sedimentos	25/11/2015 13:5

Parámetros	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Arsenico	mg As/Kg	0,142	27/11/15 18:36	EPA-7062(16)
Cobre	mg Cu/Kg	6,86	02/12/15 16:10	EPA-6010C(16)
Mercurio	mg Hg/Kg	<0,025	02/12/15 18:39	EPA-7470A(16)
Molibdeno	mg Mo/Kg	<0,123	02/12/15 16:36	EPA-6010C(16)
Plomo	mg Pb/Kg	<0,246	02/12/15 16:43	EPA-6010C(16)
Cinc	mg Zn/Kg	2,87	02/12/15 16:04	EPA-6010C(16)
Porcentaje de humedad	%	21,8	01/12/15 10:51	SM-2540B(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(16) EPA. Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846
291949-01 Los resultados están expresados en base seca.

Ximena Cuadros M.
Ejecutivo Técnico

Fecha Emitión Informe: 04/12/2015

291949412A5122149X

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones: DGA LE 214-LE 215; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Coronel 681, Quilicura Santiago - Teléfono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

Informe de Ensayo (AC-041)

Hidrolab

N° Informe 291950

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestreo de Sedimentos

Ciudad / Región: Chañaral, Tercera Región
Recepción Laboratorio: 26/11/2015 08:50:47
Muestreado por: Cliente

Resultados e Información del Muestreo

N°	Ident. Cliente	Lugar Muestreo	Punto	Muestra	Matriz	Fecha y Hora Término Muestreo
291950-01	Control 2	Control 2	Control 2	Puntual	Sedimentos	25/11/2015 16:5

Parámetros	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Arsenico	mg As/Kg	4,47	27/11/15 18:36	EPA-7062(16)
Cobre	mg Cu/Kg	7,83	02/12/15 16:10	EPA-6010C(16)
Mercurio	mg Hg/Kg	<0,025	02/12/15 18:39	EPA-7470A(16)
Molibdeno	mg Mo/Kg	0,134	02/12/15 16:36	EPA-6010C(16)
Plomo	mg Pb/Kg	2,01	02/12/15 16:43	EPA-6010C(16)
Cinc	mg Zn/Kg	13,0	02/12/15 16:04	EPA-6010C(16)
Porcentaje de humedad	%	22,6	01/12/15 10:51	SM-2540B(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
(16) EPA, Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846
291950-01 Los resultados están expresados en base seca.

Ximena Cuadros M.
Ejecutivo Técnico

Fecha Emitión Informe: 04/12/2015

291950412A5122152X

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones: DGA LE 214-LE 215; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Cerrol 681, Quilicura Santiago - Teléfono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

COLUMNA DE AGUA:

Algoritmos

Hidrolab

Informe de Ensayo (AC 041)

N° Informe 291951
Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestreo de Aguas de Mar
Ciudad / Region: Chañaral, Tercera Región
Recepción Laboratorio: 26/11/2015 08:30:47
Muestreado por Cliente

Resultados e Información del Muestreo

N°	Elem. Cliente	Lugar Muestreo	Punto	Muestra	Matriz	Fecha y Hora Término Muestreo
291951-01	Estación 1	Superficie	Estación 1	Puntual	Agua de mar	25/11/2015 10:0

Parámetros	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Metodo
pH	unidad	7,85(18,4°C)	26/11/15 09:15	SM-4500HB(2)
Arsénico	mg As/L	0,002	27/11/15 18:07	SM-3114 C(2)
Cobre	mg Cu/L	0,011	02/12/15 16:09	SM-3120 B(2)
Mercurio	mg Hg/L	<0,001	02/12/15 18:35	SM-3112 B(2)
Molibdeno	mg Mo/L	0,008	02/12/15 16:36	SM-3120 B
Plomo	mg Pb/L	<0,010	02/12/15 16:42	SM-3120 B(2)
Cinc	mg Zn/L	0,012	02/12/15 16:04	SM-3120 B(2)
DBO5	mg/L	<2	26/11/15 09:19	SM-5210 B(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	<5,0	26/11/15 09:12	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	2,04	26/11/15 09:10	SM-2130B(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
291951-01 El tiempo de almacenamiento para el parámetro DBO5 fue de 17.14 horas.

Ximena Cuadros M.
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 04/12/2015

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo los Acreditaciones INN LE 214-LE 215, de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of.2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27588550 Fax: 27586551 - www.hidrolab.cl
291951-01 1 / 1

Informe de Ensayo (AC 041)

Hidrolab

N° Informe 291952
Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestreo de Aguas de Mar
Ciudad / Region: Chañaral, Tercera Región
Recepción Laboratorio: 26/11/2015 08:30:48
Muestreado por Cliente

Resultados e Información del Muestreo

N°	Elem. Cliente	Lugar Muestreo	Punto	Muestra	Matriz	Fecha y Hora Término Muestreo
291952-01	Estación 1	Fondo	Estación 1	Puntual	Agua de mar	25/11/2015 10:1

Parámetros	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Metodo
pH	unidad	7,73(19,2°C)	26/11/15 09:15	SM-4500HB(2)
Arsénico	mg As/L	0,001	27/11/15 18:07	SM-3114 C(2)
Cobre	mg Cu/L	<0,005	02/12/15 16:09	SM-3120 B(2)
Mercurio	mg Hg/L	<0,001	02/12/15 18:35	SM-3112 B(2)
Molibdeno	mg Mo/L	<0,005	02/12/15 16:36	SM-3120 B
Plomo	mg Pb/L	<0,010	02/12/15 16:42	SM-3120 B(2)
Cinc	mg Zn/L	0,013	02/12/15 16:04	SM-3120 B(2)
DBO5	mg/L	<2	26/11/15 09:19	SM-5210 B(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	<5,0	26/11/15 09:12	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	1,17	26/11/15 09:10	SM-2130B(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
291952-01 El tiempo de almacenamiento para el parámetro DBO5 fue de 17:04 horas.

Ximena Cuadros M.
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 04/12/2015

* 2 9 1 9 5 2 - 1 2 A S 0 9 2 1 5 8 *

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo los Acreditaciones INN LE 214-LE 215, de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of.2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Teléfono: 27586550 Fax: 27586551 - www.hidrolab.cl
291952-01 1 / 1

Informe de Ensayo (AC 041)

Hidrolab

N° Informe 291953
Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestreo de Aguas de Mar
Ciudad / Region: Chañaral, Tercera Región
Recepción Laboratorio: 26/11/2015 08:30:48
Muestreado por Cliente

Resultados e Información del Muestreo

N°	Elem. Cliente	Lugar Muestreo	Punto	Muestra	Matriz	Fecha y Hora Término Muestreo
291953-01	Estación 2	Superficie	Estación 2	Puntual	Agua de mar	25/11/2015 15:0

Parámetros	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Metodo
pH	unidad	7,91(18,3°C)	26/11/15 09:15	SM-4500HB(2)
Arsénico	mg As/L	0,001	27/11/15 18:07	SM-3114 C(2)
Cobre	mg Cu/L	0,009	02/12/15 16:09	SM-3120 B(2)
Mercurio	mg Hg/L	<0,001	02/12/15 18:35	SM-3112 B(2)
Molibdeno	mg Mo/L	<0,005	02/12/15 16:36	SM-3120 B
Plomo	mg Pb/L	<0,010	02/12/15 16:42	SM-3120 B(2)
Cinc	mg Zn/L	0,011	02/12/15 16:04	SM-3120 B(2)
DBO5	mg/L	<2	26/11/15 09:19	SM-5210 B(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	<5,0	26/11/15 09:12	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	2,75	26/11/15 09:10	SM-2130B(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
291953-01 El tiempo de almacenamiento para el parámetro DBO5 fue de 18.16 horas.

Ximena Cuadros M.
Ejecutivo Técnico

Fecha Emision Informe: 04/12/2015

291953-12AS0921653

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo los Acreditaciones INN LE 214-LE 215, de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of.2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27586550 Fax: 27586551 - www.hidrolab.cl
291953-01 1 / 1

Informe de Ensayo (AC 041)

Hidrolab

N° Informe 291954
Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestreo de Aguas de Mar
Ciudad / Region: Chañaral, Tercera Región
Recepción Laboratorio: 26/11/2015 08:30:48
Muestreado por: Cliente

Resultados e Información del Muestreo

N°	Elem. Cliente	Lugar Muestreo	Punto	Muestra	Matriz	Fecha y Hora Término Muestreo
291954-01	Estación 2	Fondo	Estación 2	Puntual	Agua de mar	25/11/2015 15:1

Parámetros	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Metodo
pH	unidad	7.86(18.6°C)	26/11/15 09:15	SM-4500HB(2)
Arsénico	mg As/L	0.001	27/11/15 18:07	SM-3114 C(2)
Cobre	mg Cu/L	0.010	02/12/15 16:09	SM-3120 B(2)
Mercurio	mg Hg/L	<0.001	02/12/15 18:35	SM-3112 B(2)
Molibdeno	mg Mo/L	<0.005	02/12/15 16:36	SM-3120 B
Plomo	mg Pb/L	<0.010	02/12/15 16:42	SM-3120 B(2)
Cinc	mg Zn/L	0.012	02/12/15 16:04	SM-3120 B(2)
DBO5	mg/L	<2	26/11/15 09:19	SM-5210 B(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	<5.0	26/11/15 09:12	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	1.65	26/11/15 09:10	SM-2130B(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
291954-01 El tiempo de almacenamiento para el parámetro DBO5 fue de 18.04 horas.

Ximena Cuadros M.
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 04/12/2015

291954-12AS0216

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo los Acreditaciones INN LE 214-LE 215, de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of.2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27586550 Fax: 27586551 - www.hidrolab.cl
291954-01 1 / 1

Informe de Ensayo (AC 041)

Hidrolab

N° Informe 291955
Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestreo de Aguas de Mar
Ciudad / Region: Chañaral, Tercera Región
Recepción Laboratorio: 26/11/2015 08:30:48
Muestreado por: Cliente

Resultados e Información del Muestreo

N°	Elem. Cliente	Lugar Muestreo	Punto	Muestra	Matriz	Fecha y Hora Término Muestreo
291955-01	Estación 3	Superficie	Estación 3	Puntual	Agua de mar	25/11/2015 14:2

Parámetros	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Metodo
pH	unidad	7,90(18,1°C)	26/11/15 09:15	SM-4500HB(2)
Arsénico	mg As/L	0,002	27/11/15 18:07	SM-3114 C(2)
Cobre	mg Cu/L	<0,005	02/12/15 16:09	SM-3120 B(2)
Mercurio	mg Hg/L	<0,001	02/12/15 18:35	SM-3112 B(2)
Molibdeno	mg Mo/L	<0,005	02/12/15 16:36	SM-3120 B
Plomo	mg Pb/L	<0,010	02/12/15 16:42	SM-3120 B(2)
Cinc	mg Zn/L	0,010	02/12/15 16:04	SM-3120 B(2)
DBO5	mg/L	<2	26/11/15 09:19	SM-5210 B(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	<5,0	26/11/15 09:12	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	3,63	26/11/15 09:10	SM-2130B(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
291953-01 El tiempo de almacenamiento para el parámetro DBO5 fue de 18:54 horas.

Ximena Cuadros M.
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 04/12/2015

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

Informe de Ensayo (AC 041)

N° Informe 291956

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA

Dirección: Seminario N°180

Proyecto: Control Muestreo de Aguas de Mar

Ciudad / Region: Chañaral, Tercera Región

Recepción Laboratorio: 26/11/2015 08:30:48

Muestreado por: Cliente

Resultados e Información del Muestreo

N°	Elem. Cliente	Lugar Muestreo	Punto	Muestra	Matriz	Fecha y Hora Término Muestreo
291956-01	Estación 3	Fondo	Estación 3	Puntual	Agua de mar	25/11/2015 14:3

Parámetros	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Metodo
pH	unidad	7,86(18,4°C)	26/11/15 09:15	SM-4500HB(2)
Arsénico	mg As/L	0,001	27/11/15 18:07	SM-3114 C(2)
Cobre	mg Cu/L	0,011	02/12/15 16:09	SM-3120 B(2)
Mercurio	mg Hg/L	<0,001	02/12/15 18:35	SM-3112 B(2)
Molibdeno	mg Mo/L	<0,005	02/12/15 16:36	SM-3120 B
Plomo	mg Pb/L	<0,010	02/12/15 16:42	SM-3120 B(2)
Cinc	mg Zn/L	0,017	02/12/15 16:04	SM-3120 B(2)
DBO5	mg/L	<2	26/11/15 09:19	SM-5210 B(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	<5,0	26/11/15 09:12	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	1,08	26/11/15 09:10	SM-2130B(2)

Notas:

(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012

291956-01 El tiempo de almacenamiento para el parámetro DBO5 fue de 18:44 horas.

Ximena Cuadros M.
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 04/12/2015

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo los Acreditaciones INN LE 214-LE 215, de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of.2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Teléfono: 27586550 Fax: 27586551 - www.hidrolab.cl

291956-01 1 / 1

Informe de Ensayo (AC 041)

N° Informe 291957

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA

Dirección: Seminario N°180

Proyecto: Control Muestreo de Aguas de Mar

Ciudad / Region: Chañaral, Tercera Región

Recepción Laboratorio: 26/11/2015 08:30:48

Muestreado por: Cliente

Resultados e Información del Muestreo

N°	Elem. Cliente	Lugar Muestreo	Punto	Muestra	Matriz	Fecha y Hora Término Muestreo
291957-01	Estacion 4	Superficie	Estacion 4	Puntual	Agua de mar	25/11/2015 14:4

Parámetros	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Metodo
pH	unidad	7,93(17,8°C)	26/11/15 09:15	SM-4500HB(2)
Arsénico	mg As/L	0,001	27/11/15 18:07	SM-3114 C(2)
Cobre	mg Cu/L	<0,005	02/12/15 16:09	SM-3120 B(2)
Mercurio	mg Hg/L	<0,001	02/12/15 18:35	SM-3112 B(2)
Molibdeno	mg Mo/L	<0,005	02/12/15 16:36	SM-3120 B
Plomo	mg Pb/L	<0,010	02/12/15 16:42	SM-3120 B(2)
Cinc	mg Zn/L	0,010	02/12/15 16:04	SM-3120 B(2)
DBO5	mg/L	<2	26/11/15 09:19	SM-5210 B(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	<5,0	26/11/15 09:12	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	2,05	26/11/15 09:10	SM-2130B(2)

Notas:

(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012

291957-01 El tiempo de almacenamiento para el parámetro DBO5 fue de 18.34 horas.

Ximena Cuadros M.
Ejecutivo Técnico

Fecha Emision Informe: 04/12/2015

291957-12A509201x

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo los Acreditaciones INN LE 214-LE 215, de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of.2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27586550 Fax: 27586551 - www.hidrolab.cl

291957-01 1 / 1

Informe de Ensayo (AC 041)

Hidrolab

N° Informe 291958
Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestreo de Aguas de Mar
Ciudad / Region: Chañaral, Tercera Región
Recepción Laboratorio: 26/11/2015 08:30:48
Muestreado por: Cliente

Resultados e Información del Muestreo

N°	Elem. Cliente	Lugar Muestreo	Punto	Muestra	Matriz	Fecha y Hora Término Muestreo
291958-01	Estacion 4	Fondo	Estacion 4	Puntual	Agua de mar	25/11/2015 13:5

Parámetros	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Metodo
pH	unidad	7,86(18,3°C)	26/11/15 09:15	SM-4500HB(2)
Arsénico	mg As/L	0,002	27/11/15 18:07	SM-3114 C(2)
Cobre	mg Cu/L	0,077	02/12/15 16:09	SM-3120 B(2)
Mercurio	mg Hg/L	<0,001	02/12/15 18:35	SM-3112 B(2)
Molibdeno	mg Mo/L	<0,005	02/12/15 16:36	SM-3120 B
Plomo	mg Pb/L	<0,010	02/12/15 16:42	SM-3120 B(2)
Cinc	mg Zn/L	0,054	02/12/15 16:04	SM-3120 B(2)
DBO5	mg/L	2	26/11/15 09:19	SM-5210 B(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	<5,0	26/11/15 09:12	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	2,02	26/11/15 09:10	SM-2130B(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
291958-01 El tiempo de almacenamiento para el parámetro DBO5 fue de 19.24 horas.

Ximena Cuadros M.
Ejecutivo Técnico

Fecha Emision Informe: 04/12/2015

291958-12AS0920Ax

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo los Acreditaciones INN LE 214-LE 215, de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of.2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27586550 Fax: 27586551 - www.hidrolab.cl
291958-01 1 / 1

Informe de Ensayo (AC 041)

Hidrolab

N° Informe 291959
Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestreo de Aguas de Mar
Ciudad / Region: Chañaral, Tercera Región
Recepción Laboratorio: 26/11/2015 08:30:48
Muestreado por Cliente

Resultados e Información del Muestreo

N°	Elem. Cliente	Lugar Muestreo	Punto	Muestra	Matriz	Fecha y Hora Término Muestreo
291959-01	Estación 1	Superficie	Estación 1	Puntual	Agua de mar	25/11/2015 19:2

Parámetros	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Metodo
pH	unidad	7,96(18,2°C)	26/11/15 09:15	SM-4500HB(2)
Arsénico	mg As/L	0,001	27/11/15 18:07	SM-3114 C(2)
Cobre	mg Cu/L	<0,005	02/12/15 16:09	SM-3120 B(2)
Mercurio	mg Hg/L	<0,001	02/12/15 18:35	SM-3112 B(2)
Molibdeno	mg Mo/L	<0,005	02/12/15 16:36	SM-3120 B
Plomo	mg Pb/L	<0,010	02/12/15 16:42	SM-3120 B(2)
Cinc	mg Zn/L	0,015	02/12/15 16:04	SM-3120 B(2)
DBO5	mg/L	2	26/11/15 09:19	SM-5210 B(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	<5,0	26/11/15 09:12	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	1,58	26/11/15 09:10	SM-2130B(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
291959-01 El tiempo de almacenamiento para el parámetro DBO5 fue de 19.54 horas.

Ximena Cuadros M.
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 04/12/2015

291959-12A5092208

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo los Acreditaciones INN LE 214-LE 215, de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of.2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27586550 Fax: 27586551 - www.hidrolab.cl
291959-01 1 / 1

Informe de Ensayo (AC 041)

N° Informe 291960

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA

Dirección: Seminario N°180

Proyecto: Control Muestreo de Aguas de Mar

Ciudad / Region: Chañaral, Tercera Región

Recepción Laboratorio: 26/11/2015 08:30:50

Muestreado por Cliente

Resultados e Información del Muestreo

N°	Elem. Cliente	Lugar Muestreo	Punto	Muestra	Matriz	Fecha y Hora Término Muestreo
291960-01	Estación 5	Fondo	Estación 5	Puntual	Agua de mar	25/11/2015 13:0

Parámetros	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Metodo
pH	unidad	7,81(18,2°C)	26/11/15 09:15	SM-4500HB(2)
Arsénico	mg As/L	0,002	27/11/15 18:07	SM-3114 C(2)
Cobre	mg Cu/L	<0,005	02/12/15 16:09	SM-3120 B(2)
Mercurio	mg Hg/L	<0,001	02/12/15 18:35	SM-3112 B(2)
Molibdeno	mg Mo/L	<0,005	02/12/15 16:36	SM-3120 B
Plomo	mg Pb/L	<0,010	02/12/15 16:42	SM-3120 B(2)
Cinc	mg Zn/L	0,017	02/12/15 16:04	SM-3120 B(2)
DBO5	mg/L	2	26/11/15 09:19	SM-5210 B(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	<5,0	26/11/15 09:12	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	2,97	26/11/15 09:10	SM-2130B(2)

Notas:

(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012

291960-01 El tiempo de almacenamiento para el parámetro DBO5 fue de 20.14 horas.

Ximena Cuadros M.
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 04/12/2015

* 2 9 1 9 6 0 - 1 2 A 5 0 9 2 2 1 1 x *

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo los Acreditaciones INN LE 214-LE 215, de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of.2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27586550 Fax: 27586551 - www.hidrolab.cl

291960-01 1 / 1

Informe de Ensayo (AC 041)

Hidrolab

N° Informe 291961
Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestreo de Aguas de Mar
Ciudad / Region: Chañaral, Tercera Región
Recepción Laboratorio: 26/11/2015 08:30:50
Muestreado por: Cliente

Resultados e Información del Muestreo

N°	Elem. Cliente	Lugar Muestreo	Punto	Muestra	Matriz	Fecha y Hora Término Muestreo
291961-01	Estación 6	Superficie	Estación 6	Puntual	Agua de mar	25/11/2015 11:2

Parámetros	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Metodo
pH	unidad	8,01(18,2°C)	26/11/15 09:15	SM-4500HB(2)
Arsénico	mg As/L	0,002	27/11/15 18:07	SM-3114 C(2)
Cobre	mg Cu/L	0,014	02/12/15 16:09	SM-3120 B(2)
Mercurio	mg Hg/L	<0,001	02/12/15 18:35	SM-3112 B(2)
Molibdeno	mg Mo/L	<0,005	02/12/15 16:36	SM-3120 B
Plomo	mg Pb/L	<0,010	02/12/15 16:42	SM-3120 B(2)
Cinc	mg Zn/L	0,043	02/12/15 16:04	SM-3120 B(2)
DBO5	mg/L	2	26/11/15 09:19	SM-5210 B(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	<5,0	26/11/15 09:12	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	1,38	26/11/15 09:10	SM-2130B(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
291961-01 El tiempo de almacenamiento para el parámetro DBO5 fue de 21:54 horas.

Ximena Cuadros M.
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 04/12/2015

291961-12AS0922151

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo los Acreditaciones INN LE 214-LE 215, de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of.2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27586550 Fax: 27586551 - www.hidrolab.cl
291961-01 1 / 1

Informe de Ensayo (AC 041)

Hidrolab

N° Informe 291962
Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestreo de Aguas de Mar
Ciudad / Region: Chañaral, Tercera Región
Recepción Laboratorio: 26/11/2015 08:30:50
Muestreado por Cliente

Resultados e Información del Muestreo

N°	Elem. Cliente	Lugar Muestreo	Punto	Muestra	Matriz	Fecha y Hora Término Muestreo
291962-01	Estación 6	Fondo	Estación 6	Puntual	Agua de mar	25/11/2015 11:3

Parámetros	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Metodo
pH	unidad	7,81(18,5°C)	26/11/15 09:15	SM-4500HB(2)
Arsénico	mg As/L	0,002	27/11/15 18:07	SM-3114 C(2)
Cobre	mg Cu/L	0,010	02/12/15 16:09	SM-3120 B(2)
Mercurio	mg Hg/L	<0,001	02/12/15 18:35	SM-3112 B(2)
Molibdeno	mg Mo/L	<0,005	02/12/15 16:36	SM-3120 B
Plomo	mg Pb/L	<0,010	02/12/15 16:42	SM-3120 B(2)
Cinc	mg Zn/L	0,044	02/12/15 16:04	SM-3120 B(2)
DBO5	mg/L	<2	26/11/15 09:19	SM-5210 B(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	<5,0	26/11/15 09:12	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	1,79	26/11/15 09:10	SM-2130B(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
291962-01 El tiempo de almacenamiento para el parámetro DBO5 fue de 21.44 horas.

Ximena Cuadros M.
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 04/12/2015

291962-12A5092219x

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo los Acreditaciones INN LE 214-LE 215, de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of.2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27586550 Fax: 27586551 - www.hidrolab.cl
291962-01 1 / 1

Informe de Ensayo (AC 041)

N° Informe 291963

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA

Dirección: Seminario N°180

Proyecto: Control Muestreo de Aguas de Mar

Ciudad / Region: Chañaral, Tercera Región

Recepción Laboratorio: 26/11/2015 08:50:51

Muestreado por: Cliente

Resultados e Información del Muestreo

N°	Elem. Cliente	Lugar Muestreo	Punto	Muestra	Matriz	Fecha y Hora Término Muestreo
291963-01	Estación 7	Superficie	Estación 7	Puntual	Agua de mar	25/11/2015 11:4

Parámetros	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Metodo
pH	unidad	8,00(18,2°C)	26/11/15 09:15	SM-4500HB(2)
Arsénico	mg As/L	0.001	27/11/15 18:07	SM-3114 C(2)
Cobre	mg Cu/L	0.012	02/12/15 16:09	SM-3120 B(2)
Mercurio	mg Hg/L	<0,001	02/12/15 18:35	SM-3112 B(2)
Molibdeno	mg Mo/L	<0,005	02/12/15 16:36	SM-3120 B
Plomo	mg Pb/L	<0,010	02/12/15 16:42	SM-3120 B(2)
Cinc	mg Zn/L	0.025	02/12/15 16:04	SM-3120 B(2)
DBO5	mg/L	2	26/11/15 09:19	SM-5210 B(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	<5.0	26/11/15 09:12	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	1,44	26/11/15 09:10	SM-2130B(2)

Notas:

(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012

291963-01 El tiempo de almacenamiento para el parámetro DBO5 fue de 21.34 horas.

Ximena Cuadros M.
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 04/12/2015

* 2 9 1 9 6 3 - 1 2 A 5 0 9 2 3 2 x *

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo los Acreditaciones INN LE 214-LE 215, de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of.2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27588550 Fax: 27586551 - www.hidrolab.cl

291963-01 1 / 1

Informe de Ensayo (AC 041)

Hidrolab

N° Informe 291964
Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestreo de Aguas de Mar
Ciudad / Region: Chañaral, Tercera Región
Recepción Laboratorio: 26/11/2015 08:30:51
Muestreado por Cliente

Resultados e Información del Muestreo

N°	Elem. Cliente	Lugar Muestreo	Punto	Muestra	Matriz	Fecha y Hora Término Muestreo
291964-01	Estación 7	Fondo	Estación 7	Puntual	Agua de mar	25/11/2015 11:5

Parámetros	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Metodo
pH	unidad	7,84(18,3°C)	26/11/15 09:15	SM-4500HB(2)
Arsénico	mg As/L	0,001	27/11/15 18:07	SM-3114 C(2)
Cobre	mg Cu/L	<0,005	02/12/15 16:09	SM-3120 B(2)
Mercurio	mg Hg/L	<0,001	02/12/15 18:35	SM-3112 B(2)
Molibdeno	mg Mo/L	<0,005	02/12/15 16:36	SM-3120 B
Plomo	mg Pb/L	<0,010	02/12/15 16:42	SM-3120 B(2)
Cinc	mg Zn/L	0,013	02/12/15 16:04	SM-3120 B(2)
DBO5	mg/L	<2	26/11/15 09:19	SM-5210 B(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	<5,0	26/11/15 09:12	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	1,25	26/11/15 09:10	SM-2130B(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
291964-01 El tiempo de almacenamiento para el parámetro DBO5 fue de 21.24 horas.

Ximena Cuadros M.
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 04/12/2015

* 2 9 1 9 6 4 - 1 2 A 5 0 9 2 3 5 1 *

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo los Acreditaciones INN LE 214-LE 215, de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of.2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Teléfono: 27586550 Fax: 27586551 - www.hidrolab.cl
291964-01 1 / 1

Informe de Ensayo (AC 041)

Hidrolab

N° Informe 291965
Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestreo de Aguas de Mar
Ciudad / Region: Chañaral, Tercera Región
Recepción Laboratorio: 26/11/2015 08:30:52
Muestreado por: Cliente

Resultados e Información del Muestreo

N°	Elem. Cliente	Lugar Muestreo	Punto	Muestra	Matriz	Fecha y Hora Término Muestreo
291965-01	Estación 8	Superficie	Estación 8	Puntual	Agua de mar	25/11/2015 12:0

Parámetros	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Metodo
pH	unidad	8,08(18,1°C)	26/11/15 09:15	SM-4500HB(2)
Arsénico	mg As/L	0,001	27/11/15 18:07	SM-3114 C(2)
Cobre	mg Cu/L	<0,005	02/12/15 16:09	SM-3120 B(2)
Mercurio	mg Hg/L	<0,001	02/12/15 18:35	SM-3112 B(2)
Molibdeno	mg Mo/L	<0,005	02/12/15 16:36	SM-3120 B
Plomo	mg Pb/L	<0,010	02/12/15 16:42	SM-3120 B(2)
Cinc	mg Zn/L	0,009	02/12/15 16:04	SM-3120 B(2)
DBO5	mg/L	3	26/11/15 09:19	SM-5210 B(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	<5,0	26/11/15 09:12	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	1,38	26/11/15 09:10	SM-2130B(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
291965-01 El tiempo de almacenamiento para el parámetro DBO5 fue de 21.14 horas.

Ximena Cuadros M.
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 04/12/2015

291965-12A509235

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo los Acreditaciones INN LE 214-LE 215, de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of.2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27586550 Fax: 27586551 - www.hidrolab.cl
291965-01 1 / 1

Informe de Ensayo (AC 041)

Hidrolab

N° Informe 291966
Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestreo de Aguas de Mar
Ciudad / Region: Chañaral, Tercera Región
Recepción Laboratorio: 26/11/2015 08:30:52
Muestreado por: Cliente

Resultados e Información del Muestreo

N°	Elem. Cliente	Lugar Muestreo	Punto	Muestra	Matriz	Fecha y Hora Término Muestreo
291966-01	Estación 8	Fondo	Estación 8	Puntual	Agua de mar	25/11/2015 12:1

Parámetros	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Metodo
pH	unidad	7,82(18,2°C)	26/11/15 09:15	SM-4500HB(2)
Arsénico	mg As/L	0,001	27/11/15 18:07	SM-3114 C(2)
Cobre	mg Cu/L	<0,005	02/12/15 16:09	SM-3120 B(2)
Mercurio	mg Hg/L	<0,001	02/12/15 18:35	SM-3112 B(2)
Molibdeno	mg Mo/L	<0,005	02/12/15 16:36	SM-3120 B
Plomo	mg Pb/L	<0,010	02/12/15 16:42	SM-3120 B(2)
Cinc	mg Zn/L	0,009	02/12/15 16:04	SM-3120 B(2)
DBO5	mg/L	<2	26/11/15 09:19	SM-5210 B(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	<5,0	26/11/15 09:12	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	0,76	26/11/15 09:10	SM-2130B(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
291966-01 El tiempo de almacenamiento para el parámetro DBO5 fue de 21 04 horas.

Ximena Cuadros M.
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 04/12/2015

* 2 9 1 9 6 6 - 1 2 A 5 0 9 2 2 6 1 x *

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo los Acreditaciones INN LE 214-LE 215, de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of.2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Teléfono: 27586550 Fax: 27586551 - www.hidrolab.cl

291966-01 1 / 1

Informe de Ensayo (AC 041)

Hidrolab

N° Informe 291967
Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestreo de Aguas de Mar
Ciudad / Region: Chañaral, Tercera Región
Recepción Laboratorio: 26/11/2015 08:30:52
Muestreado por Cliente

Resultados e Información del Muestreo

N°	Elem. Cliente	Lugar Muestreo	Punto	Muestra	Matriz	Fecha y Hora Término Muestreo
291967-01	Control 1	Superficie	Control 1	Puntual	Agua de mar	25/11/2015 12:2

Parámetros	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Metodo
pH	unidad	8,17(18,1°C)	26/11/15 09:15	SM-4500HB(2)
Arsénico	mg As/L	0,001	27/11/15 18:07	SM-3114 C(2)
Cobre	mg Cu/L	0,009	02/12/15 16:09	SM-3120 B(2)
Mercurio	mg Hg/L	<0,001	02/12/15 18:35	SM-3112 B(2)
Molibdeno	mg Mo/L	<0,005	02/12/15 16:36	SM-3120 B
Plomo	mg Pb/L	<0,010	02/12/15 16:42	SM-3120 B(2)
Cinc	mg Zn/L	0,008	02/12/15 16:04	SM-3120 B(2)
DBO5	mg/L	3	26/11/15 09:19	SM-5210 B(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	<5,0	26/11/15 09:12	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	1,30	26/11/15 09:10	SM-2130B(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
291967-01 El tiempo de almacenamiento para el parámetro DBO5 fue de 20.58 horas.

Ximena Cuadros M.
Ejecutivo Técnico

Fecha Emision Informe: 04/12/2015

291967-12A5092243

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo los Acreditaciones INN LE 214-LE 215, de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of.2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27586550 Fax: 27586551 - www.hidrolab.cl
291967-01 1 / 1

Hidrolab

Informe de Ensayo (AC 041)

N° Informe 291968
Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA
Dirección: Seminario N°180
Proyecto: Control Muestreo de Aguas de Mar
Ciudad / Region: Chañaral, Tercera Región
Recepción Laboratorio: 26/11/2015 08:50:53
Muestreado por: Cliente

Resultados e Información del Muestreo

N°	Elem. Cliente	Lugar Muestreo	Punto	Muestra	Matriz	Fecha y Hora Término Muestreo
291968-01	Control 1	Fondo	Control 1	Puntual	Agua de mar	25/11/2015 12:3

Parámetros	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Metodo
pH	unidad	7,97(18,2°C)	26/11/15 09:15	SM-4500HB(2)
Arsénico	mg As/L	0,002	27/11/15 18:07	SM-3114 C(2)
Cobre	mg Cu/L	0,012	02/12/15 16:09	SM-3120 B(2)
Mercurio	mg Hg/L	<0,001	02/12/15 18:35	SM-3112 B(2)
Molibdeno	mg Mo/L	<0,005	02/12/15 16:36	SM-3120 B
Plomo	mg Pb/L	<0,010	02/12/15 16:42	SM-3120 B(2)
Cinc	mg Zn/L	0,021	02/12/15 16:04	SM-3120 B(2)
DBO5	mg/L	3	26/11/15 09:19	SM-5210 B(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	<5,0	26/11/15 09:12	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	1,56	26/11/15 09:10	SM-2130B(2)

Notas:
(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
291968-01 El tiempo de almacenamiento para el parámetro DBO5 fue de 20:44 horas.

Ximena Cuadros M.
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 04/12/2015

291968-12AS0922451

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214-LE 215, de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of.2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27586550 Fax: 27586551 - www.hidrolab.cl
291968-01 1 / 1

Informe de Ensayo (AC 041)

N° Informe 291969

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA

Dirección: Seminario N°180

Proyecto: Control Muestreo de Aguas de Mar

Ciudad / Region: Chañaral, Tercera Región

Recepción Laboratorio: 26/11/2015 08:50:53

Muestreado por: Cliente

Resultados e Información del Muestreo

N°	Elem. Cliente	Lugar Muestreo	Punto	Muestra	Matriz	Fecha y Hora Término Muestreo
291969-01	Control 2	Superficie	Control 2	Puntual	Agua de mar	25/11/2015 16:3

Parámetros	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Metodo
pH	unidad	7,94(18,5°C)	26/11/15 09:15	SM-4500HB(2)
Arsénico	mg As/L	0,002	27/11/15 18:07	SM-3114 C(2)
Cobre	mg Cu/L	<0,005	02/12/15 16:09	SM-3120 B(2)
Mercurio	mg Hg/L	<0,001	02/12/15 18:35	SM-3112 B(2)
Molibdeno	mg Mo/L	<0,005	02/12/15 16:36	SM-3120 B
Plomo	mg Pb/L	<0,010	02/12/15 16:42	SM-3120 B(2)
Cinc	mg Zn/L	0,014	02/12/15 16:04	SM-3120 B(2)
DBO5	mg/L	<2	26/11/15 09:19	SM-5210 B(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	<5,0	26/11/15 09:12	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	1,34	26/11/15 09:10	SM-2130B(2)

Notas:

(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012

291969-01 El tiempo de almacenamiento para el parámetro DBO5 fue de 16:44 horas.

Ximena Cuadros M.
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 04/12/2015

291969-12AS0922A8x

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo los Acreditaciones INN LE 214-LE 215, de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of.2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27586550 Fax: 27586551 - www.hidrolab.cl

291969-01 1 / 1







Informe de Ensayo (AC 041)

N° Informe 291970

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA

Dirección: Seminario N°180

Proyecto: Control Muestreo de Aguas de Mar

Ciudad / Region: Chañaral, Tercera Región

Recepción Laboratorio: 26/11/2015 08:50:53

Muestreado por: Cliente

Resultados e Información del Muestreo

N°	Elem. Cliente	Lugar Muestreo	Punto	Muestra	Matriz	Fecha y Hora Término Muestreo
291970-01	Control 2	Fondo	Control 2	Puntual	Agua de mar	25/11/2015 10:4

Parámetros	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Metodo
pH	unidad	7,86(18,7°C)	26/11/15 09:15	SM-4500HB(2)
Arsénico	mg As/L	0,001	27/11/15 18:07	SM-3114 C(2)
Cobre	mg Cu/L	<0,005	02/12/15 16:09	SM-3120 B(2)
Mercurio	mg Hg/L	<0,001	02/12/15 18:35	SM-3112 B(2)
Molibdeno	mg Mo/L	<0,005	02/12/15 16:36	SM-3120 B
Plomo	mg Pb/L	<0,010	02/12/15 16:42	SM-3120 B(2)
Cinc	mg Zn/L	0,010	02/12/15 16:04	SM-3120 B(2)
DBO5	mg/L	<2	26/11/15 09:19	SM-5210 B(2)
Sólidos suspendidos totales	mg/L	<5,0	26/11/15 09:12	SM-2540 D(2)
Turbiedad	UNT	0,64	26/11/15 09:10	SM-2130B(2)

Notas:

(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012

291970-01 El tiempo de almacenamiento para el parámetro DBO5 fue de 16:34 horas.

Ximena Cuadros M.
Ejecutivo Técnico

Fecha Emisión Informe: 04/12/2015



Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
HIDROLAB se encuentra bajo los Acreditaciones INN LE 214-LE 215, de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of.2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Teléfono: 27586550 Fax: 27586551 - www.hidrolab.cl
291970-01 1 / 1

ANEXO Nº 3
PERMISOS DE LA AUTORIDAD

A.- PERMISO SHOA

ARMADA DE CHILE
SERVICIO HIDROGRÁFICO
Y OCEANOGRÁFICO

SHOA ORDINARIO N° 13270/24/696 / Vrs.

AUTORIZA A LA EMPRESA ASESORÍAS ALGORITMOS LTDA., PARA REALIZAR ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA MARINA EN LA III REGIÓN.

VALPARAÍSO, 24 NOV 2015

VISTO: lo solicitado por la Empresa ASESORÍAS ALGORITMOS LTDA., mediante Solicitud N° 4644 y correo electrónico, de fechas 28 de octubre y 18 de noviembre de 2015 e información complementaria de las actividades a desarrollar en terreno; lo dispuesto en el Decreto Supremo N° 192, de fecha 6 de marzo de 1969, modificado por Decreto Supremo N° 784, de fecha 14 de agosto de 1985, y las atribuciones que me confiere el Decreto Supremo N° 711, de fecha 22 de agosto de 1975, "Reglamento de Control de las Investigaciones Científicas y Tecnológicas Marinas efectuadas en la Zona Marítima de Jurisdicción Nacional",

RESUELVO:

1.- AUTORÍZASE a la Empresa ASESORÍAS ALGORITMOS LTDA., para que por mandato de la CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL, realice actividades de investigación tecnológica marina en los sectores de isla Pan de Azúcar y caleta Pan de Azúcar (III Región – Carta Náutica SHOA N° 2213), consistentes en mediciones de parámetros físico-químicos de la columna de agua y toma de muestras de sedimentos, las cuales se realizarán a contar de esta fecha y hasta el 31 de enero de 2016.

2.- DECLÁRASE:

a.- De acuerdo a la información proporcionada por la empresa citada en VISTO, este trabajo no requiere de inspección en terreno, ni revisión de los antecedentes finales del estudio por parte del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA), en razón al carácter exploratorio de ellos. Por ende, este estudio se considerará sin valor oceanográfico.

b.- Para el cumplimiento de lo anterior, considerar que previo al inicio de los trabajos, el representante de la empresa en terreno, deberá concurrir a la Capitanía de Puerto de Chañaral, para coordinar las actividades y requerir información respecto de las medidas de seguridad que se deben adoptar durante las operaciones de navegación y buceo, sin perjuicio de la obligación de solicitar ante dicha Capitanía y/o a otros organismos competentes del Estado, otras autorizaciones reglamentarias, según corresponda.

c.- La entidad ejecutora deberá comunicar por escrito al SHOA, si la investigación tecnológica marina autorizada en la presente Resolución no se lleva a cabo, a fin de informar a la Autoridad Marítima oportunamente.

SHOA ORDINARIO N° 13270/24/ERL / Vrs.
FECHA 24 NOV 2015

d.- Conforme a lo dispuesto en el Artículo 17° del Decreto Supremo N° 711, citado en VISTO, al término del estudio el Representante Legal de la Empresa ASESORÍAS ALGORITMOS LTDA., Sr. Claudio Seguel Oliva, deberá remitir al SHOA, una copia de los datos (en medio digital) y un informe escrito de los resultados obtenidos, en consideración a que esta información es de especial interés para el Servicio. Lo anterior, deberá ser efectuado en un plazo no superior de 6 meses.

e.- El Capitán de Puerto de Chañaral, tendrá la facultad de no autorizar la extracción de muestras de sedimentos, si el área de estudio estuviere sometida a un régimen de concesión marítima de acuicultura u otra destinación ya otorgada, bajo la responsabilidad de un concesionario diferente al mandante señalado en el numeral 1 de la presente Resolución.

f.- Lo expuesto y dispuesto en los considerandos anteriores, no podrá bajo ningún pretexto perjudicar o amenazar los derechos de terceros, válidamente constituidos en el área de estudio.

3.- ANÓTESE y comuníquese a quienes corresponda, para su conocimiento y cumplimiento.

POR ORDEN DEL SR. DIRECTOR

FELIPE BARRIOS BURNETT
CAPITÁN DE CORBETA
SUBDIRECTOR SUBROGANTE

DISTRIBUCIÓN:
1.- ASESORÍAS ALGORITMOS LTDA.
2.- GM CALDERA
3.- CP CHAÑARAL
4.- SHOA (TER)
5.- SHOA (SEC)
LMA/rgz

B.- PERMISO SUBSECRETARÍA DE PESCA

MINISTERIO DE ECONOMÍA
FOMENTO Y TURISMO
SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA
PNW 220-2015 DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL AGUA Y SEDIMENTO MARINO, PARQUE NACIONAL PAN DE AZÚCAR, COMUNA DE CHAÑARAL, III REGIÓN DE ATACAMA

DIVISION JURIDICA

AUTORIZA A ASESORÍAS ALGORITMOS SPA PARA REALIZAR PESCA DE INVESTIGACIÓN QUE INDICA.

VALPARAÍSO, 19 NOV. 2015

R. EX. Nº 3137

VISTO: Lo solicitado por Asesorías Algoritmos SpA, mediante carta, C.I. SUBPESCA Nº 13.164, de fecha 05 de noviembre de 2015; lo informado por la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría en Informe Técnico Nº 220/2015, contenido en Memorándum Técnico (P.INV.) Nº 220/2015, de fecha 10 de noviembre de 2015; los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto **"Diagnóstico del Estado Actual del Agua y Sedimento Marino en el Parque Nacional Pan de Azúcar, Comuna de Chañaral, III Región de Atacama"**, elaborados por la peticionaria y aprobados por esta Subsecretaría; lo dispuesto en la Ley Nº 19.880; la Ley General de Pesca y Acuicultura Nº 18.892 y sus modificaciones cuyo texto refundido fue fijado por el D.S. Nº 430 de 1991, el D.F.L. Nº 5 de 1983 y el D.S. Nº 461 de 1995, todos del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

CONSIDERANDO:

Que Asesorías Algoritmos SpA, ingresó mediante carta citada en Visto, una solicitud para desarrollar la pesca de investigación conforme los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto denominado **"Diagnóstico del Estado Actual del Agua y Sedimento Marino en el Parque Nacional Pan de Azúcar, Comuna de Chañaral, III Región de Atacama"**.

Que mediante Memorándum Técnico (P.INV.) Nº 220/2015, la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría, informa que las actividades planteadas en la solicitud califican como pesca de investigación de acuerdo a lo definido en el artículo 2º número 29) de la Ley General de Pesca y Acuicultura, por cuanto es una actividad extractiva sin fines de lucro, cuya finalidad es obtener datos e información para generar conocimiento científico, para proteger la biodiversidad y el patrimonio natural del país.

Que en efecto, la presente solicitud de pesca de investigación se enmarca en el desarrollo de estudios ambientales a ejecutarse en el sector de la Bahía Pan de Azúcar, Comuna de Chañaral, III Región de Atacama.

Que dicha solicitud cumple con las exigencias dispuestas en el D.S. Nº 461 de 1995, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, que establece los requisitos que deben cumplir las solicitudes de pesca de investigación.

Que la pesca de investigación que se solicita es de interés desde la perspectiva de la evaluación de impacto ambiental de actividades antrópicas.

Que de acuerdo a lo anterior y de conformidad a lo dispuesto en los artículos 98° a 102° de la Ley General de Pesca y Acuicultura, corresponde autorizar la pesca de investigación solicitada.

RESUELVO:

1.- Autorízase a Asesorías Algoritmos SpA, R.U.T. Nº 77.007.600-5, con domicilio en Seminario Nº 180, Providencia, Santiago, para efectuar una pesca de investigación, de conformidad con los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto **"Diagnóstico del Estado Actual del Agua y Sedimento Marino en el Parque Nacional Pan de Azúcar, Comuna de Chañaral, III Región de Atacama"**, elaborados por la peticionaria y aprobados por esta Subsecretaría, y el informe técnico citado en Visto, los que se consideran parte integrante de la presente resolución.

2.- El objetivo de la pesca de investigación que por la presente resolución se autoriza, consiste en realizar un análisis de la composición actual de la columna de agua y sedimentos en la Bahía Pan de Azúcar y alrededores de Isla Pan de Azúcar del Parque Nacional Pan de Azúcar, Chañaral III Región.

3.- La pesca de investigación se efectuará por el término de 24 meses contados desde la fecha de publicación de la presente resolución en el Diario Oficial, cuya zona de estudio se emplaza en el sector en la Bahía Pan de Azúcar, Comuna de Chañaral, III Región de Atacama y cuyas coordenadas de referencia son las siguientes:

ESTACIÓN	ESTE	NORTE
E1	333978.00	7107774.00
E2	333165.00	7107782.00
E3	332694.00	7107067.00
E4	332066.00	7106173.00
E5	330694.00	7105842.00
E6	332084.00	7105194.00
E7	332558.00	7105600.00
E8	331608.00	7104391.00
Control 1	331627.00	7103645.00
Control 2	334049.28	7108075.18

4.- En cumplimiento de los objetivos de la presente pesca de investigación, la peticionaria podrá realizar el muestreo y extracción de especie, contenidos en la matriz biológica, según el siguiente detalle:

Matriz Biológica	Arte de Pesca, Equipos o elementos	Características
Macrofauna bentónica fondo blando	Draga Van Veen	De 0.1 m^2) de mordida

2

En el caso de requerir realizar un muestreo dentro de un Área Marina Protegida o de un Área de Manejo de Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) el responsable de la presente solicitud deberá coordinar la actividad con el administrador del Área.

5.- La peticionaria deberá informar a la oficina del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura correspondiente, con a lo menos 48 horas de anticipación, las fechas y lugares en que se realizarán las jornadas de muestro, para su control y fiscalización.

6.- La solicitante deberá elaborar un informe resumido de las actividades realizadas, que contenga a lo menos información de la obtención de muestras, de los materiales y métodos ocupados. Asimismo, se deberá entregar una base de datos, en formato EXCEL, conteniendo: Localización de la red o estaciones de muestreo, número de muestras, número de ejemplares capturados por especie cuando proceda o una cuantificación de la captura y características de los individuos muestreados en el contexto de la autorización.

Lo anterior deberá ser entregado dentro del plazo de 30 días corridos, contados desde la fecha de término del período de pesca autorizado, el cual deberá entregarse impreso por medio de una carta conductora a la cual se le deberá adjuntar un dispositivo de respaldo digital que contenga una copia del informe más la base de datos solicitada.

El incumplimiento de la obligación antes señalada se considerará como causal suficiente para denegar cualquier nueva solicitud de pesca de investigación.

7.- Designase a la Jefa de la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría, como funcionaria encargada de velar por el oportuno y debido cumplimiento de la obligación establecida en el numeral anterior.

8.- Esta autorización es intransferible y no podrá ser objeto o instrumento de negociación o situación de privilegio alguno.

9.- La peticionaria designa como persona responsable de esta pesca de investigación, a su representante legal don Claudio Seguel Oliva, R.U.T. Nº 10.364.408-9, del mismo domicilio.

10.- La peticionaria deberá dar cumplimiento a las obligaciones que se establecen en la presente resolución, y a las establecidas en la Ley General de Pesca y Acuicultura y en el D.S. Nº 461 de 1995, citado en Visto. El incumplimiento hará incurrir a la titular en el término inmediato de la pesca de investigación sin que sea necesario formalizarlo, y sin perjuicio de las sanciones que correspondan de acuerdo a lo dispuesto en la Ley General de Pesca y Acuicultura, ya citada.

11.- La presente resolución es sin perjuicio de las que correspondan conferir a otras autoridades, de acuerdo a las disposiciones legales y reglamentarias vigentes o que se establezcan.

12.- El Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura deberá adoptar las medidas y efectuar los controles que sean necesarios para lograr un efectivo cumplimiento de las disposiciones de la presente resolución.

3

13.- La presente resolución podrá ser impugnada por la interposición del recurso de reposición contemplado en el artículo 59 de la Ley Nº 19.880, ante esta misma Subsecretaría y dentro del plazo de 5 días hábiles contados desde la respectiva notificación, sin perjuicio de la aclaración del acto dispuesta en el artículo 62 del citado cuerpo legal y de las demás acciones y recursos que procedan de conformidad con la normativa vigente.

14.- La presente resolución deberá publicarse en extracto en el Diario Oficial, por cuenta de la interesada, dentro del plazo de 30 días hábiles contados desde su fecha, momento a partir del cual entrará en vigencia.

15.- Transcríbase copia de esta resolución a la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante, al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura y a la División Jurídica de esta Subsecretaría.

ANÓTESE, NOTIFÍQUESE POR CARTA CERTIFICADA Y PUBLÍQUESE EN EXTRACTO EN EL DIARIO OFICIAL POR CUENTA DE LA INTERESADA Y A TEXTO ÍNTEGRO EN EL SITIO DE DOMINIO ELECTRÓNICO DE LA SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA

RAÚL SÚNICO GALDAMES
Subsecretario de Pesca y Acuicultura

cc/ CONTRALORÍA
MINISTERIO DE ECONOMÍA - SUBS. DE PESCA Y ACUICULTURA
DIVISION JURIDICA

4

DIARIO OFICIAL
DE LA REPUBLICA DE CHILE
Ministerio del Interior y Seguridad Pública

I
SECCIÓN

LEYES, REGLAMENTOS, DECRETOS Y RESOLUCIONES DE ORDEN GENERAL

Núm. 43.003 | Jueves 15 de Julio de 2021 | Página 1 de 18

Normas Generales

CVE 1973887

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

APRUEBA PLAN DE RECUPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y GESTIÓN DE GARRA DE LEÓN (LEONTOCHIR OVALLEI)

Núm. 18.- Santiago, 1 de septiembre de 2020.

Vistos:

Lo dispuesto en los artículos 19 número 8 y 32 número 6 de la Constitución Política de la República; en los artículos 37, 70 letra i) y 71 letra f) de la ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente; en el Convenio sobre Diversidad Biológica, promulgado como ley de la República mediante el decreto supremo N° 1.963, de 1994, del Ministerio de Relaciones Exteriores; en la ley N° 18.575 Orgánica Constitucional de Bases Generales de la Administración del Estado; en la ley N° 19.880 que establece las Bases de los Procedimientos Administrativos que Rigen los Actos de los Órganos de la Administración del Estado; en el decreto supremo N° 50, de 2008, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que Aprueba y Oficializa nómina para el segundo proceso de Clasificación de Especies según su Estado de Conservación; en la resolución exenta N° 638, de 12 de julio de 2016, del Ministerio del Medio Ambiente; en el Acuerdo N° 7/2019 del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, adoptado el 24 de enero de 2019; en la resolución N° 7, de 2019, de la Contraloría General de la República, y

Considerando:

1. Que es deber del Estado tutelar la preservación de la naturaleza, así como velar por la protección y conservación de la diversidad biológica del país.

2. Que, conforme lo dispone el artículo 70 letra i) de la ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, es atribución del Ministerio del Medio Ambiente proponer políticas y formular planes, programas y acciones que establezcan los criterios básicos y las medidas preventivas para favorecer la recuperación y la conservación de los recursos hídricos, genéticos, la flora, la fauna, los hábitats, los paisajes, ecosistemas y espacios naturales, en especial los frágiles y degradados, contribuyendo al cumplimiento de los convenios internacionales de conservación de la biodiversidad. Uno de dichos instrumentos son los planes de recuperación, conservación y gestión de especies, referidos en el artículo 37 de la ley N° 19.300.

3. Que los planes de recuperación, conservación y gestión de especies constituyen un instrumento administrativo que contiene el conjunto de acciones, medidas y procedimientos que deberían ejecutarse para recuperar, conservar y manejar especies que hubiesen sido clasificadas en el marco del Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres según Estado de Conservación, de acuerdo al artículo 37 de la ley N° 19.300.

4. Que la Garra de león es una planta endémica, cuya distribución está restringida a la costa de la región de Atacama, principalmente entre los 0 y 100 msnm entre las comunas de Copiapó y Huasco. Actualmente se encuentra clasificada en categoría "En Peligro" (EN) según el decreto supremo N° 50, de 2008 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

5. Que, en conformidad con lo establecido en el artículo 71 letra a) de la ley N° 19.300, el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, mediante el Acuerdo N° 7, de 24 de enero de 2019, acordó unánimemente proponer a S.E. el Presidente de la República, el Plan de Recuperación, Conservación y Gestión de la Garra de león (Leontochir ovallei).

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la ley N°19.799 e incluye sellado de tiempo y firma electrónica avanzada. Para verificar la autenticidad de una representación impresa del mismo, ingrese este código en el sitio web www.diarioficial.cl

Folio013424

Decreto:

Artículo único: Apruébese el siguiente Plan de Recuperación, Conservación y Gestión de Garra de león (Leontochir ovallei).

"Plan de Recuperación, Conservación y Gestión de Garra de León"

Ministerio del Medio Ambiente
Enero 2019

Grupo de Elaboración de acuerdo a la resolución exenta N° 638, de 12 de julio de 2016, del Ministerio del Medio Ambiente: María José Acosta (Ilustre Municipalidad de Huasco), Juan Pablo Troncoso González (Ilustre Municipalidad de Huasco), Betsy Seguel (Ilustre Municipalidad de Copiapó), Víctor Zuleta Serrano (Ilustre Municipalidad de Copiapó), Maritza Argote (Junta de vecinos Moisés Núñez - Carrizal Bajo), Milton Morales (Junta de vecinos de Totoral - Totoral), Gloria Rojas (Herbario de Museo de Historia Natural), Sebastián Rosa (GHD Group), Patricio Pliscoff (Centro del Desierto de Atacama), Pedro León (INIA INTIHUASI), Ana Sandoval (INIA INTIHUASI), Alexandra Stoll (CEAZA-Universidad de La Serena), Francisco Squeo (Universidad de La Serena), Gina Arancio (Universidad de La Serena), Moisés Grimberg (CONAF), Isla Troncoso (CONAF), Pedro Salazar (CONAF), Ricardo Curiqueo (SERNATUR), Rhodia Cornejos (SERNATUR), Leonora Rojas (MMA) y Gerardo Jara (MMA).

1. INTRODUCCIÓN

El presente Plan de Recuperación, Conservación y Gestión de Garra de León, especie clasificada oficialmente como En Peligro (EN) según decreto supremo N° 50, de 2008, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, se enmarca en el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD) y contribuye especialmente al cumplimiento de la meta Aichi número 12, la cual establece que "para 2020, se habrá evitado la extinción de especies en peligro identificadas y su estado de conservación se habrá mejorado y sostenido, especialmente para las especies en mayor declive". Además, en concordancia con lo anterior, la ley N° 19.300 establece en su artículo 37 la obligación de aprobar planes de recuperación, conservación y gestión para especies clasificadas según el Reglamento para la Clasificación de Especies, contenido en el decreto supremo N° 29, de 2011, del Ministerio del Medio Ambiente.

Este documento está estructurado de acuerdo a lo establecido por el Reglamento de planes de recuperación, conservación y gestión de especies, contenido en el decreto supremo N° 1, de 2014, del Ministerio del Medio Ambiente, y surge como un esfuerzo mancomunado de los representantes de instituciones públicas, universidades e investigadores independientes, que conforman el Grupo de Elaboración del Plan. Este Grupo de Elaboración fue conformado por la resolución exenta N° 638, de 12 de julio de 2016, del Ministerio del Medio Ambiente, que da inicio al proceso de elaboración del presente Plan.

2. RESUMEN DE LOS ANTECEDENTES GENERALES SOBRE LA ESPECIE Y FACTORES DE AMENAZA

La Garra de león o Leontochir ovallei (Phil.) es una especie endémica y de distribución restringida a la costa de la Región de Atacama que habita entre los 0 y 100 msnm, entre las comunas de Copiapó y Huasco, específicamente desde el sector de Totoral pasando por Quebrada Honda hasta el Parque Nacional Llanos de Challe. Esta especie posee una distribución geográfica bastante reducida, pero frecuente, aunque muy asociada a precipitaciones que suelen ser muy bajas, discretas e infrecuentes. Los cambios en el régimen de las precipitaciones, y las temperaturas, así como períodos de sequía más intensos asociados al cambio climático, también pueden afectar la distribución de las poblaciones.

En la Región de Atacama los períodos cortos de humedad influyen en la respuesta de la Garra de león, produciendo una menor floración y menor formación de semillas. La ocurrencia de lluvias cada vez menos frecuente y más intensas en la Región, somete a un alto estrés hídrico a la especie, ocasionan aluviones y erosión, con la consiguiente pérdida de la cubierta vegetal y, en ocasiones, la pérdida de poblaciones completas de esta especie. Los períodos prolongados de alta temperatura del aire posiblemente influyan negativamente en la fisiología y tasa reproductiva de la Garra de león.

Por otro lado, un prolongado calentamiento del aire podría afectar su balance hídrico, aumentando el estrés hídrico en la etapa de crecimiento. Este calentamiento probablemente afecte también la tasa de reclutamiento por cuanto se acorta la vida de las plántulas y con ello disminuyen las posibilidades de reemplazo de las poblaciones.

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la ley N°19.799 e incluye sellado de tiempo y firma electrónica avanzada. Para verificar la autenticidad de una representación impresa del mismo, ingrese este código en el sitio web www.diarioficial.cl

Folio013425

Su clasificación vigente, según el Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación, es En Peligro, de acuerdo al decreto supremo N° 50, de 2008, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Dicho estado de conservación se fundamenta en que la especie presenta una extensión de la presencia y un área de ocupación menores a 200 km^2, se conoce sólo en 2 a 3 localidades, se estima que ha experimentado una disminución de lo calidad de su hábitat y en el número de individuos maduros. Además, se encuentra amenazada por herbívoros y por la explotación con fines ornamentales.

Esta especie se encuentra protegida en el Parque Nacional Llanos de Challe, ubicado en la Región de Atacama, Provincia de Huasco, que es administrado por la Corporación Nacional Forestal (CONAF). Sin embargo, la mayor parte de la población de la Garra de león se encuentra en la localidad de Carrizal Bajo, fuera del área protegida señalada. Tanto el Parque Nacional como la localidad de Carrizal Bajo, se encuentran dentro de la zona de protección "Desierto Florido" de acuerdo a la resolución exenta N° 643/29, de agosto 1997, del Gobierno Regional de Atacama, que declara Zona de Protección y Zona de interés turístico a los sitios y lugares de mayor floración de la Región de Atacama. Estos sitios, además, corresponden a Sitios de Prioridad I (urgente), de acuerdo al Libro Rojo de los sitios prioritarios para la conservación de la diversidad biológica en Chile (Ministerio de Agricultura, Corporación Nacional Forestal-CONAF, 1996), ya que constituyen un atractivo particular para esta actividad de intereses especiales asociado a la manifestación del fenómeno del desierto florido. La Garra de león, Leonfochir ovallei, es de alto valor ornamental y paisajístico.

Cabe señalar que no existe ninguna disposición legal que otorgue algún tipo de protección especial o que penalice la extracción de sus flores, una práctica habitual para el Día de los Muertos por parte de las comunidades aledañas así como tampoco se limita la extracción de frutos, rizomas y semillas, que abastecen el mercado informal en torno a esta especie.

3. DIAGNÓSTICO DE LOS FACTORES DE AMENAZA Y SUS EFECTOS

Los factores de amenaza fueron recopilados a partir de diversas fuentes, entre ellas el estudio "Sistematización de antecedentes y formulación de Plan Nacional de Recuperación, Conservación y Gestión de la especie garra de león: Leontochir ovallei, realizado por GHD (2014). Dicho estudio contiene aspectos que fueron revisados y enriquecidos en los talleres presenciales con servicios públicos realizados en Copiapó en noviembre de 2016. Esta información se utilizó como insumo para el trabajo realizado por el Grupo de Elaboración del Plan.

Las amenazas fueron identificadas y calificadas según los criterios de intensidad de la amenaza, gravedad y alcance de la misma, con el fin de determinar el efecto global de cada amenaza sobre la especie. Una vez realizado este análisis el Grupo de Elaboración priorizó las amenazas según su gravedad: 1) Construcción y/o mejoramiento de caminos; 2) Proyectos, actividades y construcciones que no ingresan al SEIA y actividades industriales y generación de energía de gran escala; 3) Asentamientos irregulares en el borde costero en sectores con Garra de león y sectores aledaños; 4) Extracción y/o destrucción de plantas y sus partes y colecta de semillas; 5) Trazados de rallys/raids que se superponen con el área de ocupación de Garra de león; 6) Presencia de ganado doméstico; y 7) Presencia de micro basurales en el área de distribución de la especie.

3.1. CONSTRUCCIÓN Y/O MEJORAMIENTO DE CAMINOS

Existen importantes poblaciones de Garra de león que se encuentran inmediatamente adyacentes a caminos públicos existentes. La ampliación y mantención de estos caminos ponen en riesgo la integridad de estas poblaciones. Acciones como el movimiento de tierra realizado por maquinarias pesadas, movimiento de vehículos de toda índole, la acumulación de áridos como material de relleno o de descarte, la instalación de estructuras provisorias como casetas, patios de acopio, bodegaje, así como el vertimiento de sustancias contaminantes, afecten a individuos poniendo en riesgo la existencia de estas poblaciones. El Grupo de Elaboración identificó como una amenaza inmediata la construcción de la proyectada ruta costera Ruta 1.

Según la clasificación de amenaza, ésta se califica como MUY ALTA.

3.2. PROYECTOS, ACTIVIDADES Y CONSTRUCCIONES QUE NO INGRESAN AL SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y ACTIVIDADES INDUSTRIALES Y GENERACIÓN DE ENERGÍA DE GRAN ESCALA

Actividades productivas que no ingresan al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), tales como extracción de áridos, caminos, pequeña minería, pirquinería y la expansión del territorio destinado para el uso agrícola generan efectos negativos sobre la especie cuando se

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la ley N°19.799 e incluye sellado de tiempo y firma electrónica avanzada. Para verificar la autenticidad de una representación impresa del mismo, ingrese este código en el sitio web www.diarioficial.cl

Folio013426

instalan en el área de las escasa poblaciones existentes, tanto por la intervención directa del sitio, como por externalidades negativas asociadas (vertederos ilegales, por ejemplo).

Por otra parte, las actividades industriales y generación de energía de gran escala que son evaluadas ambientalmente generan un gran impacto sobre las poblaciones de la especie y su hábitat. Estas obras cuentan con infraestructura permanente como corredores, y todo tipo de obras lineales (caminos, tendidos eléctricos y ductos). Se considera una amenaza de gran importancia debido a que, al igual que amenazas anteriores, implica pérdida de hábitat y de individuos dentro del rango de distribución de la especie. Esto conduce inevitablemente a una transformación del paisaje y a la pérdida de ejemplares, junto con las diversas actividades asociadas a estas obras y los distintos tipos de contaminación que producen, afectando directa e indirectamente a la especie.

Según la clasificación de amenaza, ésta se califica como MUY ALTA.

3.3. ASENTAMIENTOS IRREGULARES EN EL BORDE COSTERO EN SECTORES CON GARRA DE LEÓN Y SECTORES ALEDAÑOS

En este Plan se consideran como asentamientos irregulares las tomas de terrenos y las instalaciones de recolectores de algas. Estas últimas son instalaciones de material ligero, que no cuentan con servicios básicos, pero que sirven de albergue a personas en forma temporal y por períodos de tiempo variables. El Grupo de Elaboración consideró que el efecto de estos asentamientos se manifiesta en dos ámbitos. Uno de ellos es la ocupación espacial del área donde se encuentran las plantas, por la ubicación del asentamiento sobre las poblaciones, lo que causa la eliminación de individuos funcionales dentro de la población por la pérdida de rizomas y de la capacidad de los mismos de producir semillas. El segundo ámbito dice relación con el efecto sobre el hábitat de las plantas. Por ejemplo, las personas allí instaladas utilizan la escasa vegetación acompañante como combustible, vegetación que constituye parte del hábitat de la Garra de león. La presencia de estos asentamientos contribuye además a la dispersión de residuos que deterioran la calidad de su hábitat.

Según la clasificación de amenaza, ésta se califica como MUY ALTA.

3.4. EXTRACCIÓN Y/O DESTRUCCIÓN DE PLANTAS Y SUS PARTES Y COLECTA DE SEMILLAS

Las flores y semillas de esta especie son recolectadas, específicamente las flores son cortadas por los lugareños principalmente para las celebraciones del día de los muertos (2 de noviembre). También se ha mencionado que las flores son extraídas para elaboración de terapias alternativas como "flores de Bach". Asimismo, durante la ocurrencia del fenómeno del desierto florido las sub poblaciones de esta especie son visitadas y también recolectadas por los turistas o son afectadas a causa del pisoteo.

Existen antecedentes de oferta on-line de semillas de Leontochir ovallei, tanto a nivel nacional como internacional. Ejemplo de ello se puede encontrar haciendo una búsqueda en Internet, en páginas como http://www.chileflora.com, http://b-and-t-world-seeds.com, http://www.georgiavines.com, http://davesgarden.com (última accesión, 2 de noviembre, 2017), con ofertas de semillas de esta especie. Si bien este tipo de páginas no especifica si las semillas comercializadas provienen de poblaciones naturales o si sólo se ofrecen semillas provenientes de plantas que ellos mismos cultivan, la extracción de semillas es una amenaza latente, debido a que estas compañías buscan enriquecer la base genética de sus colecciones.

Por otro lado, existe una demanda de aficionados a la jardinería y de coleccionistas por obtener semillas en su interés por cultivar estas plantas, que se puede ver reflejada en los foros internacionales en donde se discute acerca de los métodos de siembra y cuidado de las plantas, haciendo referencia incluso a su precario estado de conservación (ejemplo https://davesgarden.com, http://www.pacificbulbsociety.org) (última accesión, 2 de noviembre, 2017).

Según la clasificación de amenaza, ésta se califica como MUY ALTA.

3.5. TRAZADOS DE RALLYS/RAIDS QUE SE SUPERPONEN CON EL ÁREA DE OCUPACIÓN DE GARRA DE LEÓN

El desarrollo de actividades fuera de ruta, como rallys y raids, en áreas de distribución de la especie es otro factor de amenaza, debido a que no existe regulación ni fiscalización sobre la operación de clubes dedicados a estas actividades. Además, la realización de estos eventos recreativos y deportivos convoca la presencia tanto de participantes como de espectadores, quienes no siempre conocen de la existencia de esta especie amenazada o de los efectos que estas actividades generan sobre la flora y la fauna. Aun cuando un porcentaje de estas actividades se encuentren reguladas ya sea por normativas autoimpuestas por los realizadores o por ordenanzas

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la ley N°19.799 e incluye sellado de tiempo y firma electrónica avanzada. Para verificar la autenticidad de una representación impresa del mismo, ingrese este código en el sitio web www.diarioficial.cl

Folio013427

municipales, hay un porcentaje no menor que son efectuadas por personas que no adscriben a grupos organizados y sobre las cuales se dificulta el ejercer control. La amenaza de estas actividades se manifiesta directamente en destrucción de individuos, por pisoteo de vehículos y personas, daño al hábitat por contaminación de residuos domiciliarios y eventuales derrames de combustibles y similares.

Una serie de otras actividades deportivas se están organizando en el área de distribución de Garra de león, como por ejemplo, bicicletas enduro y trail running (carreras en senderos o carreras de montaña) que también causan daño a la flora geófita.

Según la clasificación de amenaza, ésta se califica como ALTA.

3.6. PRESENCIA DE GANADO DOMÉSTICO

Se ha documentado el consumo de flores y hojas por parte de cabras, burros y otro ganado doméstico, el cual es manejado de forma extensiva. Otro efecto de la presencia de este ganado doméstico es el pisoteo que causa la destrucción de las plantas y la compactación del suelo. De acuerdo a la Pacific Bulbs Society las Cabras son las que ejercen la mayor presión de consumo sobre la especie. Estas observaciones son corroboradas por guardaparques del Parque Nacional Llanos de Challe, quienes han observado ganado caprino ramoneando esta especie.

Según la clasificación de amenaza, ésta se califica como MEDIA.

3.7. PRESENCIA DE MICROBASURALES EN EL ÁREA DE DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE

A lo largo del rango de distribución de la Garra de león, se ha detectado la presencia de microbasurales. Esto se debe a la presencia de asentamientos irregulares en el área o a que personas el área urbana depositan escombros y basura en las quebradas. A pesar de que este tipo de intervención antrópica no produce directamente la muerte de especímenes, se debe evaluar el efecto sobre las poblaciones ya que es posible que la alteración del paisaje creada por los microbasurales afecte por ejemplo la comunidad de polinizadores y, consecuentemente, la tasa de polinización de la especie.

Otra consecuencia de los depósitos de basura es la pérdida de valor estético que conlleva a la menor valoración de la zona afectada, lo que genera que se acopie más basura en el lugar. Las acciones de limpieza con maquinaria pesada, con el fin de controlar esta amenaza, también generan un impacto en la especie. Al ser la Garra de león una especie geófita la contaminación del suelo o lixiviación de contaminantes provenientes de depósitos de basura informales podrían afectar las estructuras subterráneas, así como la estructura del suelo, tanto en su componente química como biológica.

Según la clasificación de amenaza, ésta se califica como BAJA.

4. ACTORES RELEVANTES

Para la etapa de implementación del Plan es necesaria la participación de los distintos actores que tienen interés e incidencia en la conservación de la especie y en el uso del territorio en donde se distribuye la Garra de león, tanto del sector público como privado. Los actores relevantes para la implementación del Plan corresponden a las siguientes instituciones:

• Ministerio del Medio Ambiente, a través de su Secretaría Regional Ministerial de la Región de Atacama.
• Ministerio de Agricultura, a través de la Corporación Nacional Forestal, Servicio Agrícola y Ganadero, Instituto de Desarrollo Agropecuario e Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
• Ministerio de Economía, a través de la Subsecretaría de Turismo y el Servicio Nacional de Turismo.
• Ministerio de Bienes Nacionales.
• Ministerio de Obras Públicas.
• Consejo Nacional de la Cultura y las Artes.
• Municipalidad de Copiapó y Huasco.
• Gobierno Regional de Atacama.
• Universidad de La Serena.
• Grandes y pequeños propietarios de predios con presencia de Garra de león.
• Red de jardines botánicos, herbarios.
• Armada de Chile.
• ONGs que realicen acciones de conservación para la Garra de león.
• Junta de Vecinos Totoral, Comunidad Agrícola Totoral, Agrupación Indígena Canto del Agua, Junta de Vecinos Canto del Agua y sindicatos de algueros y pescadores.
• Junta de Vecinos Carrizal Bajo.
• Comité Desierto Florido Región de Atacama.

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la ley N°19.799 e incluye sellado de tiempo y firma electrónica avanzada. Para verificar la autenticidad de una representación impresa del mismo, ingrese este código en el sitio web www.diarioficial.cl

Folio013428

5. VISIÓN

La Garra de león es reconocida como especie única e irremplazable de la Región de Atacama, se encuentra protegida por el Estado, es relevada como elemento identitario de la comunidad local y se posiciona como emblema del patrimonio natural y cultural de Chile.

6. ALCANCE DEL PLAN

Costa de la Región de Atacama, entre los 0 y los 250 msnm, en las comunas de Copiapó y Huasco, desde el sector de Totoral hasta el Parque Nacional Llanos de Challe.

7. META DEL PLAN

En 8 años de ejecución del Plan las poblaciones actuales de la especie habrán mantenido su integridad y habrán aumentado en un 50% el número de poblaciones en su área de distribución.

El indicador de cumplimiento de la meta es el siguiente:

• Porcentaje de aumento de poblaciones de Garra de león al año t respecto al año base.

8. OBJETIVOS DEL PLAN

Objetivo 1. Generar un aumento en la protección y conservación de la Garra de león y su hábitat, a través de la mitigación de amenazas.

Objetivo 2. Desarrollar un programa de conservación ex situ con fines de reintroducción, otras medidas de conservación in situ y protección de hábitat.

9. ESTRUCTURA DEL PLAN DE ACCIÓN

A continuación se detallan las Líneas de Acción para cada objetivo del Plan, y las acciones asociadas a la ejecución de cada una de ellas y su indicador de seguimiento.

9.1. LÍNEAS DE ACCIÓN POR OBJETIVO E INDICADOR DE SEGUIMIENTO

LÍNEAS DE ACCIÓN	INDICADOR DE SEGUIMIENTO
Objetivo 1. Generar un aumento en la protección y conservación de la garra de león y su hábitat, a través de la mitigación de amenazas	
1.1. Restricción a las actividades fuera de ruta que degraden o destruyan ejemplares de la especie y su hábitat	Porcentaje de organizadores de eventos de raids y rallys que suscriben el protocolo (al menos el 70%)
1.2. Incorporación de consideraciones para la protección de garra de león dentro y fuera del SEIA	Aumento en la incorporación de consideraciones para la protección de la especie y su hábitat en proyectos dentro y fuera de SEIA (al menos en el 80% de las nuevas RCA de proyectos que identifican presencia de la especie y al menos en el 20% de los proyectos sectoriales)
1.3. Creación e implementación de un programa de gestión de residuos	Erradicación de microbasurales y cierre de vertederos ilegales (al menos del 50% de los microbasurales y vertederos ilegales identificados en áreas con presencia de garra de león)
1.4. Fomento de prácticas amigables con la conservación de la especie y su hábitat dentro de la actividad ganadera	Porcentaje de comunidades ganaderas identificadas que incorporan buenas prácticas para la conservación de garra de león (al menos el 50%)
1.5 Sensibilización a diversos actores sociales sobre las amenazas que afectan a la garra de león	Aumento de actores sociales sensibilizadas respecto a la conservación de garra de león y sus amenazas (al menos el 60% del público objetivo es sensibilizado)
Objetivo 2. Desarrollar un programa de conservación *ex situ* con fines de reintroducción y otras medidas de conservación *in situ*	
2.1. Establecimiento de áreas protegidas para el resguardo de la especie	Creación de al menos 1 área protegida.
2.2. Análisis, diseño, propuesta e implementación de normativa asociada a la protección de la especie y su hábitat	Nueva normativa de resguardo de la especie y su hábitat aprobada y vigente. (al menos tres normativas elaboradas y dictadas)
2.3. Desarrollo e implementación de un programa de investigación aplicada, para la conservación de la garra de león	Aumento en el conocimiento generado para la conservación de la especie. (al menos el 60% de las investigaciones implementadas)
2.4 Desarrollo e implementación de un programa conservación ex situ y conservación in situ	Ejecución del programa de conservación ex situ e in situ (al menos el 70% del programa implementado)

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la ley N°19.799 e incluye sellado de tiempo y firma electrónica avanzada. Para verificar la autenticidad de una representación impresa del mismo, ingrese este código en el sitio web www.diarioficial.cl

Folio013429

9.2. ACTIVIDADES POR LÍNEA DE ACCIÓN, PLAZOS ASOCIADOS, PRODUCTOS/RESULTADOS Y RESPONSABLES SUGERIDOS

ACCIÓN	AÑO DE INICIO	PLAZOS ASOCIADOS A LA ACCIÓN	PRODUCTOS/RESULTADO	RESPONSABLES SUGERIDOS Y COLABORADORES
Objetivo 1. Generar un aumento en la protección y conservación de la garra de león y su hábitat				
Línea de Acción 1.1. Restricción a las actividades fuera de ruta que degraden o destruyan ejemplares de la especie y su hábitat				
1.1.1. Generar e implementar un programa de coordinación entre servicios con competencias	Año 1	Permanente	Programa implementado	MMA (coordinador)
1.1.2. Generar y formalizar protocolo de aprobación de rallys y raids con el gobierno regional (Copiapó y Huasco) y las asociaciones de rally y raid	Año 1	24 meses	Acuerdo del GORE y asociaciones de rally y raid comunas de Copiapó y Huasco incorporan protocolo de rally	MMA (coordinador), CONAF
1.1.3. Revisar y difundir el protocolo de Rally a servicios públicos y organizadores de estas actividades	Año 1	Permanente (cada 2 años)	Rallys y raids cumplen con el protocolo	MMA (coordinador), CONAF
1.1.4. Establecer áreas de restricción de rallys y raids formalizadas a través de resolución del gobierno regional	Año 1	Permanente (revisión 3 años)	Mapeo asociado a resolución del GORE	MMA (coordinador), CONAF
1.1.5. Generar e implementar una red de colaboración comunitaria y protocolo de denuncia para la protección de la garra de león	Año 2	Permanente	Red de colaboración implementada	MMA (coordinador), CONAF

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la ley N°19.799 e incluye sellado de tiempo y firma electrónica avanzada. Para verificar la autenticidad de una representación impresa del mismo, ingrese este código en el sitio web www.diarioficial.cl

Folio013430

ACCIÓN	AÑO DE INICIO	PLAZOS ASOCIADOS A LA ACCIÓN	PRODUCTOS/RESULTADO	RESPONSABLES SUGERIDOS Y COLABORADORES
1.1.6. Regular actividades de rallys y raids considerando un protocolo de denuncia	Año 3	2 o 3 años	Normativa vigente	MMA (Coordinador), CONAF.
1.1.7 Gestionar ordenanzas municipales que regulen actividades de turismo en zona de desierto florido	Año 3	1 año	Ordenanza gestionada	MMA coordinador
1.1.8 Promover el registro de actividades de turismo de flora y fauna, inspecciones y capacitaciones a guías respecto de la especie	Año 2	permanente	Registro de actividades en el rubro del turismo incluyendo inspecciones y capacitaciones a guías	MMA coordinador, SERNATUR
Línea de Acción 1.2. Incorporación de consideraciones para la protección de garra de león dentro y fuera del SEIA				
1.2.1. Generar e implementar una mesa de trabajo con servicios con competencias e investigadores para acordar criterios y consideraciones de protección de la especie	Año 1	2 años	Informe de avance al año 1 Informe final con criterios y consideraciones al año 2	MMA (coordinador) CONAF

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la ley N°19.799 e incluye sellado de tiempo y firma electrónica avanzada. Para verificar la autenticidad de una representación impresa del mismo, ingrese este código en el sitio web www.diarioficial.cl

Folio013431

ACCIÓN	AÑO DE INICIO	PLAZOS ASOCIADOS A LA ACCIÓN	PRODUCTOS/RESULTADO	RESPONSABLES SUGERIDOS Y COLABORADORES
1.2.2. Revisar el plan nacional de conectividad interna y política de enrolamiento de MOP, así como los Planes de Mantención de la Dirección de Vialidad (MOP) y promover la incorporación del resguardo del patrimonio natural en el área de aplicación del Plan	Año 1	Permanente	Proyectos del MOP no afectan sitios con garra de león	MMA (coordinador), CONAF.
1.2.3. Evaluar y promover la incorporación de consideraciones ambientales y buenas prácticas, respecto de la conservación de la especie en el otorgamiento de permisos sectoriales	Año 1	Permanente	Oficio dirigido a los órganos sectoriales	MMA (coordinador), CONAF
1.2.4. Elaborar guía de exigencias para mitigar los impactos negativos a la especie y su hábitat asociado a proyectos de SEIA	Año 2	2 años	Mesa de trabajo entre instituciones	MMA, (coordinación y ejecución), CONAF
1.2.5. Elaborar e implementar un programa de sensibilización y capacitación a los evaluadores de SEIA, servicios públicos y titulares de proyectos sobre recomendaciones y exigencias necesarias en la evaluación	Año 2	Permanente	Programa de capacitación y sensibilización implementado	MMA, (coordinación), CONAF
1.2.6. Establecer redes de colaboración para la detección y denuncia de impactos sobre la especie	Año 2	Permanente	Número de denuncias de impactos	MMA (coordinación), CONAF.

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la ley N°19.799 e incluye sellado de tiempo y firma electrónica avanzada. Para verificar la autenticidad de una representación impresa del mismo, ingrese este código en el sitio web www.diarioficial.cl

Folio013432

ACCIÓN	AÑO DE INICIO	PLAZOS ASOCIADOS A LA ACCIÓN	PRODUCTOS/RESULTADO	RESPONSABLES SUGERIDOS Y COLABORADORES
1.2.7. Revisar, analizar y modificar criterios para definir zonas de empréstito y botaderos en la etapa de prefactibilidad de proyectos o caminos	Año 2	Permanente	Oficio informando áreas de prohibición de empréstito y botadero	MMA (coordinación), CONAF, otros
1.2.8. Utilizar las herramientas jurídicas pertinentes para denunciar eventuales daños ambientales que afecten a la garra de león	Año 2	Permanente	Protocolo de acción	Municipios
1.2.9 Establecer una mesa de trabajo con el Ministerio de Bienes Nacionales para abordar la problemática de las tomas en áreas con presencia de garra de león	Año 2	1 año	Actas de reuniones y plan de trabajo	MMA (coordinador), Ministerio de Bienes Nacionales
Línea de Acción 1.3. Creación e implementación de un programa de gestión de residuos				
1.3.1. Elaborar e implementar un programa de gestión de residuos en áreas con garra de león	Año 2	Elaboración: 1 año Implementación: permanente	Programa implementado	MMA (coordinación)
1.3.2. Difundir iniciativas de reciclaje entre la comunidad y generar redes de recolección	Año 2	Permanente	Reciclaje activo y manejo de "3R" por parte de la comunidad	MMA (coordinación)
1.3.3. Promover la intervención comunitaria para la recuperación de sitios con microbasurales (limpieza, instalación de letreros, establecimiento de plantas, otros)	Año 2	1 año intervención, monitoreo permanente	Comunidad concientizada Microbasurales erradicados	MMA (coordinación)

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la ley N°19.799 e incluye sellado de tiempo y firma electrónica avanzada. Para verificar la autenticidad de una representación impresa del mismo, ingrese este código en el sitio web www.diarioficial.cl

Folio013433

ACCIÓN	AÑO DE INICIO	PLAZOS ASOCIADOS A LA ACCIÓN	PRODUCTOS/RESULTADO	RESPONSABLES SUGERIDOS Y COLABORADORES
1.3.4. Gestionar planes de cierres de pasivos ambientales (vertederos ilegales Tolorá, Carrizal, quebrada La Higuera)	Año 2	5 años	Planes de cierre ejecutados	MMA (coordinación)
1.3.5. Gestionar creación de ordenanza municipal que sancione la disposición ilegal de residuos	Año 2	12 meses	Ordenanza municipal creada	MMA (coordinación)
1.3.6. Establecer cooperación y mecanismos para la denuncia ciudadana sobre la disposición ilegal de residuos	Año 2	Permanente	Red de colaboración implementada	MMA (coordinación)
1.3.7. Establecer un programa de fiscalización municipal sobre la disposición ilegal de residuos	Año 3	Permanente	Informe de fiscalización	Municipios
Línea de Acción 1.4. Fomento de prácticas amigables con la conservación de la especie y su hábitat dentro de la actividad ganadera				
1.4.1. Elaborar una guía con prácticas ganaderas amigables con la conservación de la especie y su hábitat	Año 1	12 meses	Guía elaborada	MMA (coordinación)
1.4.2. Establecer un programa de capacitación y concientización sobre las buenas prácticas ganaderas	Año 2	Permanente	Gestión ganadera amigable con el entorno	MMA (coordinación)
1.4.3. Gestionar con la comunidad áreas de exclusión y manejo ambiental	Año 2	Permanente	Consenso sobre áreas de exclusión y manejo ambiental.	MMA (coordinación)

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la ley N°19.799 e incluye sellado de tiempo y firma electrónica avanzada. Para verificar la autenticidad de una representación impresa del mismo, ingrese este código en el sitio web www.diarioficial.cl

Folio013434

ACCIÓN	AÑO DE INICIO	PLAZOS ASOCIADOS A LA ACCIÓN	PRODUCTOS/RESULTADO	RESPONSABLES SUGERIDOS Y COLABORADORES
1.4.4. Giras tecnológicas para el intercambio de experiencias sobre buenas prácticas ganaderas en relación con la conservación de la flora	Año 3	Permanente	Comunidad y propietarios desarrollan proyecto de conservación	MMA (coordinación)
Línea de Acción 1.5 Sensibilización a diversos actores sociales sobre las amenazas que afectan a la garra de león				
1.5.1 Elaborar e implementar un programa de interpretación ambiental dirigido a los servicios públicos	Año 1	Permanente	Programa de interpretación ambiental	MMA (coordinador)
1.5.2. Establecer campañas de interpretación ambiental dirigida a la comunidad y clubes de actividades fuera de ruta presentes en el área de distribución de la especie	Año 2	Permanente	No se registran actividades fuera de ruta en el área de distribución de la especie	MMA (coordinador), CONAF
1.5.3 Proponer a la Comisión del Desierto Florido de Atacama un plan de contingencia sobre seguridad y voluntariado en época de floración	Año 2	1 año	Plan de contingencia Voluntarios para apoyar acciones de carabineros y guarda parques en épocas de floración	MMA (coordinador), CONAF
1.5.4 Promover eventos locales que refuercen el sentido de pertenencia e identidad en la localidad con presencia de la especie	Año 2	Permanente	Festival instaurado	ONG (coordinador y ejecutor)

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la ley N°19.799 e incluye sellado de tiempo y firma electrónica avanzada. Para verificar la autenticidad de una representación impresa del mismo, ingrese este código en el sitio web www.diarioficial.cl

Folio013435

ACCIÓN	AÑO DE INICIO	PLAZOS ASOCIADOS A LA ACCIÓN	PRODUCTOS/RESULTADO	RESPONSABLES SUGERIDOS Y COLABORADORES
Objetivo 2. Desarrollar un programa de conservación ex situ con fines de reintroducción, otras medidas de conservación *in situ* y protección de hábitat				
Línea de Acción 2.1. Establecimiento de áreas protegidas para el resguardo de la especie				
2.1.1. Identificar y priorizar sitios con presencia de la especie para la creación o ampliación de áreas protegidas	Año 1	Permanente	Propuesta de sitios priorizados para creación o ampliación de áreas	MMA (coordinador), CONAF, MINVU
2.1.2. Identificar a los propietarios de terrenos con presencia de la especie	Año 2	12 meses	Informe identificación de propietarios	MMA (coordinación)
2.1.3. Convocar y establecer una mesa de trabajo con los propietarios destinada a incentivar iniciativas de conservación privada	Año 2	3 años	Identificar actores para la creación de áreas protegidas	MMA
2.1.4. Evaluar la factibilidad (técnica, política, económica, etc) de la creación de áreas protegidas a partir de sitios priorizados acorde con la Acción 2.1.1	Año 2	12 meses	Informe de factibilidad	MMA (coordinación), CONAF, MINVU
2.1.5. Gestionar asesorías a la comunidad para promover la creación de áreas protegidas privadas (santuarios de la naturaleza)	Año 2	3 años	Comunidad capacitada para administración de áreas protegidas Polígonos de áreas a conservar definidos.	MMA (coordinación), MINVU

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la ley N°19.799 e incluye sellado de tiempo y firma electrónica avanzada. Para verificar la autenticidad de una representación impresa del mismo, ingrese este código en el sitio web www.diarioficial.cl

Folio013436

ACCIÓN	AÑO DE INICIO	PLAZOS ASOCIADOS A LA ACCIÓN	PRODUCTOS/RESULTADO	RESPONSABLES SUGERIDOS Y COLABORADORES
2.1.6. Elaborar expedientes para la creación de áreas protegidas	Año 2	3 años	Expediente elaborado	MMA (coordinación), CONAF
2.1.7. Adquirir terrenos para la creación de áreas protegidas	Año3	Permanente	Terrenos adquiridos	MMA, MINVU
Línea de Acción 2.2. Análisis, diseño, propuesta e implementación de normativa asociada a la protección de la especie y su hábitat				
2.2.1. Revisión del marco normativo aplicable a la especie	Año 2	12 meses	Informe de normativa	MMA (coordinación), CONAF
2.2.2. Conformar mesa de trabajo para validar, adoptar y difundir medidas para la protección de la especie y su hábitat	Año 2	Permanente	Actas de reunión	MMA (coordinación), CONAF
2.2.3. Diseñar, proponer e implementar normativa para la protección de la especie y su hábitat	Año 3	3 años	Normativa propuesta	MMA (coordinación), CONAF
2.2.4. Proponer la designación de la garra de león bajo la figura de Monumento Natural	Año 2	12 meses	Especie declarada monumento	MMA (coordinación), CONAF
2.2.5. Evaluar en conjunto con la Autoridad Administrativa la pertinencia de incluir a la especie dentro del apéndice CITES	Año 2	2 años	Informe sobre la pertinencia o factibilidad de incluir la especie en CITES	MMA, CONAF

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la ley N°19.799 e incluye sellado de tiempo y firma electrónica avanzada. Para verificar la autenticidad de una representación impresa del mismo, ingrese este código en el sitio web www.diarioficial.cl

Folio013437

ACCIÓN	AÑO DE INICIO	PLAZOS ASOCIADOS A LA ACCIÓN	PRODUCTOS/RESULTADO	RESPONSABLES SUGERIDOS Y COLABORADORES
2.2.6. Propiciar la aplicación de artículo 8 del reglamento del SEIA, respecto a criterios de unicidad y escasez, para definir el valor ambiental del territorio	Año 2	4 años	Actividades de capacitación	MMA (coordinación)
2.2.7. Gestionar ordenanzas municipales que contribuyan a la protección de la especie y su hábitat	Año 2	12 meses	Ordenanzas municipales implementadas	MMA (coordinación)
2.2.8. Incluir consideraciones de protección sobre la especie y su hábitat en los instrumentos de planificación territorial	Año 2	Permanente	Instrumentos de planificación que consideren a la especie y su hábitat	MMA (coordinación), MINVU
2.2.9. Establecer un programa de fiscalización de la normativa generada	Año 3	Permanente	Informes de fiscalización	MMA (coordinación), organismos con competencia en fiscalización
Línea de Acción 2.3. Desarrollo e implementación de un programa de investigación aplicada, para la conservación de la garra de león				
2.3.1. Desarrollar investigación sobre la propagación de la especie con fines de conservación	Año 1	5 años	Informes anuales de avance	MMA (coordinador)
2.3.2. Evaluar el impacto de herbivoría por parte del ganado doméstico sobre la especie	Año 2	2 años (asociado a desierto florido)	Informe de evaluación de impacto de herbivoría	MMA (coordinador)
2.3.3. Monitorear y evaluar la frecuencia y abundancia de camanchaca y precipitaciones en el área de distribución de la especie	Año 1	Permanente	Informe final	MMA (coordinador), CONAF

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la ley N°19.799 e incluye sellado de tiempo y firma electrónica avanzada. Para verificar la autenticidad de una representación impresa del mismo, ingrese este código en el sitio web www.diarioficial.cl

Folio013438

ACCIÓN	AÑO DE INICIO	PLAZOS ASOCIADOS A LA ACCIÓN	PRODUCTOS/RESULTADO	RESPONSABLES SUGERIDOS Y COLABORADORES
2.3.4. Realizar estudios de suelo en los sitios con presencia de la especie (caracterización físico-química y microbiológica)	Año 2	12 meses	Informe con resultados del estudio	MMA (coordinador), CONAF
2.3.5. Propiciar otras líneas de investigación que contribuyan a la conservación ex *situ* (genético, polinización, u otros.)	Año 2	Cada 2 años	Informes de actividades de difusión con grupos de investigación y academia	MMA (coordinador)
Línea de Acción 2.4. Desarrollo e implementación de un programa conservación ex *situ* y conservación *in situ*				
2.4.1 Recolectar semillas para ser resguardadas en un banco de germoplasma	Año 1	Permanente	Semillas conservadas	INIA
2.4.2 Implementar un jardín botánico del desierto florido	Año 2	Permanente	Jardín botánico	CONAF
2.4.3 Promover la propagación comunitaria de la especie a través de talleres regionales y locales	Año 2	5 años	Comunidad capacitada en propagación de la especie	MMA (coordinación)
2.4.4. Elaborar un manual práctico para la propagación de la especie	Año 2	12 meses, actualización cada 3 años	Manual elaborado	MMA (coordinación)
2.4.5. Implementar viveros comunitarios (áreas de propagación) para la especie	Año 2	5 años	Viveros en funcionamiento para la propagación de la especie	INIA (coordinación y ejecución) CONAF (ejecución)

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la ley N°19.799 e incluye sellado de tiempo y firma electrónica avanzada. Para verificar la autenticidad de una representación impresa del mismo, ingrese este código en el sitio web www.diarioficial.cl

Folio013439

ACCIÓN	AÑO DE INICIO	PLAZOS ASOCIADOS A LA ACCIÓN	PRODUCTOS/RESULTADO	RESPONSABLES SUGERIDOS Y COLABORADORES
2.4.6. Identificar sitios potenciales para la reintroducción de la especie	Año 2	Permanente	Sitios identificados para reintroducción	MMA (coordinador), CONAF, Investigadores (ejecución), MINVU
2.4.7. Realizar acciones de reintroducción de la especie en los sitios identificados	Año 2	Permanente	50% éxito de establecimiento	MMA (coordinador)
2.4.8. Plantar individuos de la especie provenientes de viveros en cementerios, parques, plazas y otros lugares públicos incorporados al diseño paisajístico en la Región de Atacama	Año 2	Permanente	Áreas públicas con presencia de la especie	MMA (coordinación)
2.4.9. Evaluar la factibilidad e implementar, según corresponda, un programa de enriquecimiento en el área de distribución natural de la especie (técnica, económica, ecológica) de los sitios	Año 2	Permanente	Factibilidad de sitios evaluado	MMA (coordinador), CONAF (ejecutores)

MMA: Ministerio del Medio Ambiente; **MINAGRI:** Ministerio de Agricultura; **MINVU:** Ministerio de Vivienda y Urbanismo; **MINEDUC:** Ministerio de Educación; **BBNN:** Ministerio de Bienes Nacionales; **MOP:** Ministerio de Obras Públicas; **ENERGÍA:** Ministerio de Energía; **CONAF:** Corporación Nacional Forestal; **INIA:** Instituto de Investigación Agropecuaria; **SERNATUR:** Servicio Nacional de Turismo; **SEA:** Servicio de Evaluación Ambiental; **SAG:** Servicio Agrícola y Ganadero; **ONG:** Organización No Gubernamental.

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la ley N°19.799 e incluye sellado de tiempo y firma electrónica avanzada. Para verificar la autenticidad de una representación impresa del mismo, ingrese este código en el sitio web www.diarioficial.cl

Folio013440

10. GRUPO DE SEGUIMIENTO Y PERIODOS DE EVALUACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN

El Grupo de Seguimiento es aquel destinado a realizar el seguimiento de las acciones comprometidas para el éxito del Plan según lo señalado en el procedimiento y periodos de evaluación de su implementación. El Grupo de Seguimiento para el Plan de Recuperación, Conservación y Gestión de la Garra de león está conformado por:

- Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente de la Región de Atacama, en representación del Ministerio del Medio Ambiente.
- Corporación Nacional Forestal.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA).
- Museo Nacional de Historia Natural.
- Gina Arancio, en representación de la Universidad de La Serena.
- Junta de Vecinos de Totoral.
- Junta de Vecinos Moisés Núñez de Carrizal Bajo.

El Ministerio del Medio Ambiente estará a cargo de la coordinación del Grupo de Seguimiento, que sesionará al menos una vez al año para verificar el cumplimiento de las acciones definidas en el Plan. El cumplimiento de estas acciones deberá ser reportado al Ministerio del Medio Ambiente para su correcto seguimiento por parte de él o los órganos, personas jurídicas o personas naturales asignadas para cada acción.

Con esta información, el Ministerio del Medio Ambiente medirá costos de las medidas implementadas en la ejecución del Plan, así como la efectividad de ellas en función de su efecto en los objetivos ambientales del Plan.

La implementación del Plan se llevará a cabo en un horizonte de 8 años, periodo durante el cual, el Grupo de Seguimiento evaluará en cada evento de "Desierto Florido" o según estimen conveniente, replantear aquellas acciones que no estén siendo efectivas para lograr alcanzar las metas propuestas en el Plan.

11. COSTO ESTIMADO PARA IMPLEMENTACIÓN

La implementación del Plan de Recuperación, Gestión y Conservación de Garra de León se estima en 710.437 US dólares[1], considerando un horizonte de 8 años. Este se desglosa en 297.325 US$ para el cumplimiento del objetivo N° 1, y 413.112 US$ dólares en el caso del Objetivo N° 2. La Tabla 1 presenta un resumen de la estimación de costos del plan.

Tabla 1: Costos por meta, objetivo y línea de acción del plan

	Costos ($ USD)
Objetivos del Plan	$ 710.437
Generar un aumento en la protección y conservación de la Garra de León y su hábitat	$ 297.325
Desarrollar un programa de conservación ex situ con fines de reintroducción, otras medidas de conservación in situ y protección de hábitat	$ 413.112

Fuente: Elaboración propia

La estimación de costos calcula el valor presente neto para cada una de los acciones definidas por el plan (62 Acciones), considerando una tasa de inversión social del 6% definida por el Ministerio de Desarrollo Social [2] para proyectos sociales y un periodo variable dependiendo de los plazos definidos para cada acción que van desde 1 año hasta 8.

Los costos presentados en este Plan corresponden a una evaluación de todas las acciones descritas en el mismo, pudiéndose valorar monetariamente 55 acciones que corresponden al 88% del total.

Anótese, tómese razón y publíquese.- SEBASTIÁN PIÑERA ECHENIQUE, Presidente de la República.- Carolina Schmidt Zaldívar, Ministra del Medio Ambiente.- Antonio Walker Prieto, Ministro de Agricultura.

Lo que transcribo para Ud. para los fines que estime pertinentes.- Javier Naranjo Solano, Subsecretario del Medio Ambiente.

[1] Valor del dólar correspondiente al 17-08-2018 (1USD = 666,13 CLP), http://www.sii.cl/pagina/valores/dolar/dolar2018.htm

[2] Precios Sociales 2017. Ministerio de Desarrollo Social (MDS). 2017.

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la ley N°19.799 e incluye sellado de tiempo y firma electrónica avanzada. Para verificar la autenticidad de una representación impresa del mismo, ingrese este código en el sitio web www.diarioficial.cl

Folio013441

Revista de Geografía Norte Grande, 57: 103-121 (2014)
Artículos

Detección del área con desierto florido en el territorio del Mar de Dunas de Atacama, mediante percepción remota[1]

Consuelo Castro Avaria[2], Álvaro Montaña Soto[3], Carlos Pattillo Barrientos[4] y Álvaro Zúñiga Donoso[5]

RESUMEN

El Mar de Dunas de Atacama, situado al noroeste de Copiapó 27ºS, cubre una superficie de 335 kilómetros cuadrados constituyendo un "*erg*" cuya morfología es muy compleja por la influencia topográfica de valles y cerros subyacentes. El espacio natural circundante corresponde a las terrazas marinas de Caldera y a planos inclinados cubiertos por mantos eólicos donde ocurre la floración del desierto. El territorio en conjunto es parte del geopatrimonio de Atacama, cuyo valor científico y natural se incrementa también por la vegetación de niebla existente. Utilizando imágenes satelitales y levantamientos de terreno, se determinó la distribución espacial del fenómeno del desierto florido y de la vegetación de niebla en el territorio próximo al Mar de Dunas. Los resultados junto a la cartografía generada, constituyen una base científica necesaria para las propuestas de ordenación territorial de dicho espacio.

Palabras clave: Mar de Dunas, desierto florido, *tillandsias*, imágenes satelitales, percepción remota.

ABSTRACT

The Atacama Dune Sea is located northwest of Copiapó (27 º S) and covers an area of 335 km^2, constituting an "erg" whose morphology is very complex due to the influence of underlying valley and hill topography. The natural space environment corresponds to Caldera's marine terraces and inclined planes covered by aeolian mantles where desert blooms occur. The entire territory is part of the Atacama's geo-heritage, whose natural and scientific value is increased by the existent fog vegetation. Using satellite imagery and field surveys, we determined the spatial distribution of the blooming desert phenomenon and fog vegetation present in the Dune Sea area. Our results, in conjunction with the cartography generated, constitute a useful and necessary scientific basis for land use planning in this invaluable territory.

Key words: Dune Sea, blooming desert, tillandsias, satellite images, remote sensing.

[1] Agradecimientos a FONDECYT por el financiamiento del Proyecto N° 1100400 y a Francisco Chirino, Jorge Espinoza y Nancy Matus del Gobierno Regional de Atacama, por su dedicada colaboración y apoyo. Artículo recibido el 12 de abril de 2012, aceptado el 13 de junio de 2013 y corregido el 27 de septiembre de 2013.

[2] Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile (Chile). E-mail: consuelo@uc.cl
[3] Centro de estudio y conservación del patrimonio natural, CECPAN (Chile). E-mail: agmontan@uc.cl
[4] Centro de Percepción Remota (Chile). E-mail: carlos. pattillo@cpr.cl
[5] Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile (Chile). E-mail: azunigdo@uc.cl

Folio013442

El medio natural en el área de Caldera y Copiapó, posee variados elementos geomorfológicos, geológicos y paleontológicos que constituyen un geopatrimonio (Murray, 2004: 6) de gran interés científico, educacional y cultural. Dichos lugares, acorde con los postulados de UNESCO (1999), corresponden a geositios destacados de la III Región de Atacama (Castro *et al.*, 2007: 111). Así, la relevancia geopatrimonial del Mar de Dunas de Atacama ha sido señalada en varios artículos científicos que fundamentan su singularidad geomorfológica y sedimentológica, junto con la recomendación de propender a su preservación (Araya-Vergara, 2001: 63; Paskoff *et al.*, 2003: 356; Castro *et al.,* 2012:14).

La relevancia del espacio natural señalado, se acrecienta aún más por la existencia de ecosistemas desérticos originales de vegetación de niebla y por la germinación del desierto florido, cuya biogeografía y especies vegetales han sido expuestas en los trabajos de Cereceda *et al.,* 2000: 38; Luebert *et al.,* 2006: 73; Gutiérrez, 2008: 285; Squeo *et al.,* 2008a: 29; Squeo *et al.,* 2008b: 5; entre otros. En efecto, concurren en dicho territorio un conjunto de condiciones propicias para la germinación esporádica del desierto y la existencia de vegetación de niebla en lugares favorables, todo lo cual incrementa la importancia natural y científica de dicho espacio del desierto costero del norte de Chile.

Por sus atributos paisajísticos y naturales, el Servicio Nacional de Turismo ha delimitado y designado el área del Mar de Dunas como Zona de Interés Turístico (ZOIT; SERNATUR, 2007: 9). En efecto, las dunas y su entorno son el escenario y soporte de actividades turísticas y deportivas extremas como el Raid de Atacama desde 1985 y el Rally Dakar a partir del año 2009. La importancia económica del lugar también se debe a la explotación minera del subsuelo y de las arenas eólicas ricas en hierro. De este modo, concurren en dicho espacio el interés económico con la necesidad de preservar su naturalidad y calidad paisajística debido al interés científico que posee (Paskoff *et al.,* 2003: 355; Araya-Vergara, 2001: 27; Castro *et al.,* 2012: 123; Castro *et al.,* 2013: 64).

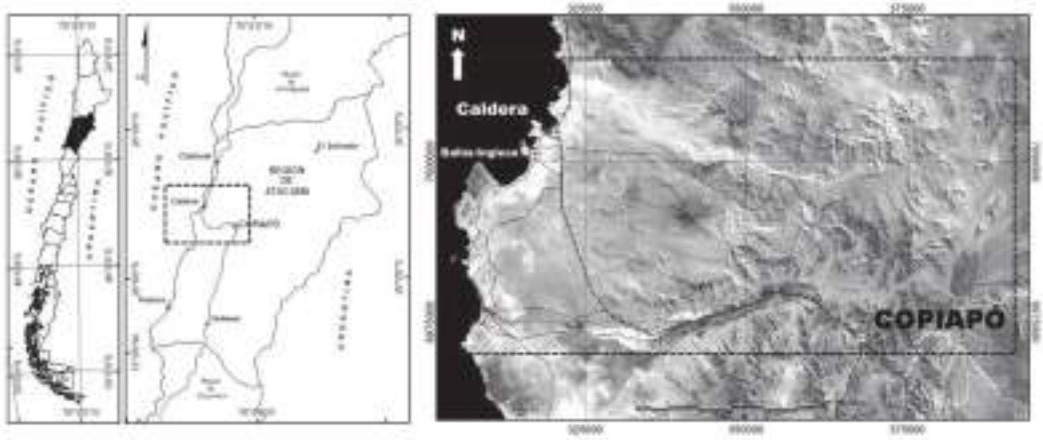
De acuerdo a lo anterior, cabe preguntarse: ¿Cuáles son los sitios donde germina el desierto florido y la vegetación de niebla en el Mar de Dunas y terrenos circundantes? ¿Hay vegetación en las dunas activas? ¿Es adecuado el uso de imágenes satelitales para la detección de la vegetación en un medio arenoso de alta reflectancia? ¿Cómo el estudio espacial de la vegetación contribuye al ordenamiento territorial en el área de estudio?

Así, en este artículo se exponen los resultados de un estudio para determinar la distribución espacial del desierto florido y de la vegetación de niebla en el Mar de Dunas y el territorio aledaño que corresponde a las terrazas marinas de Caldera y los planos inclinados o glacis ver Figuras Nº 1 y N° 2), con el fin de aportar los datos necesarios para un estudio integrado que sirva para entregar recomendaciones para la ordenación territorial del área. En efecto, el análisis de la distribución de la vegetación se efectuó dentro del contexto de una investigación más amplia llevada a cabo con el objetivo de fundamentar la originalidad y relevancia territorial del Mar de Dunas como elemento constituyente del geopatrimonio del desierto de Atacama (Castro, 2005: 114; Castro *et al.,* 2012: 130; Castro *et al.,* 2013: 64). Así, la cartografía del desierto florido y de la vegetación de niebla que se presentan en este artículo, son parte de los datos científicos requeridos para elaborar una propuesta de zonificación del área de emplazamiento del Mar de Dunas, según metodologías de análisis espacial multicriterio (Barredo, 1996: 54; Saaty, 2001: 124). En dicha zonificación, la presencia de vegetación singular es uno de los criterios esenciales de valoración para la determinación de unidades territoriales, el cual se integra con otros criterios relevantes como son la presencia de geositios en el área; su interés geomorfológico; y la existencia de áreas de protección, según se expone en Castro *et al.*, 2013: 58.

Entonces, en este artículo se presentan los antecedentes geográficos del área de estudio; se expone la metodología para el análisis espacial del desierto florido y de la vegetación de niebla; se determinan los factores geográficos de dicha distribución junto al análisis de la cartografía generada y, finalmente, se concluye respecto del interés de la metodología empleada y las características de las áreas de floración del desierto y vegetación de niebla

Folio013443

Figura N°1
Mar de Dunas de Atacama y su entorno, Copiapó.

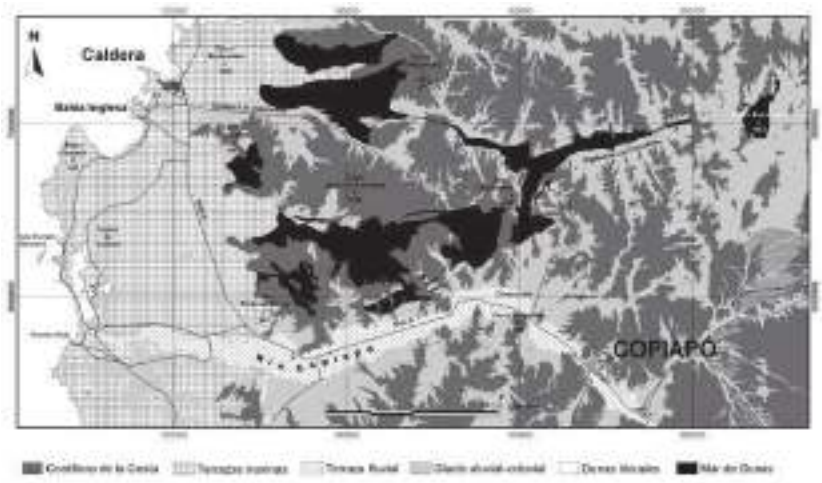


Fuente: Elaboración propia.

en el lugar de emplazamiento del Mar de Dunas de Atacama, Figura Nº 1.

Situado al noroeste de la ciudad de Copiapó, el Mar de Dunas de Atacama corresponde a un vasto conjunto de dunas desérticas continentales que conforman un *erg* (Fryberger *et al.,* 1979: 140; Araya-Vergara, 2001: 31), el cual cubre una superficie de 335 kilómetros cuadrados (Castro *et al.*, 2012:1). La morfología de las dunas está influenciada por la topografía de valles y cerros subyacentes, y se reconocen tipologías de formas dunarias compuestas y complejas (Livingstone *et al.*, 2007: 250; Araya-Vergara, 2001: 62; Paskoff *et al.*, 2003: 356; Castro *et al.,* 2012: 131).

Figura N° 2
Unidades geomorfológicas de la zona costera de Caldera y Copiapó, Atacama.



Fuente: Castro *et al.*, 2012: 124.

Folio013444

El cuerpo principal del *erg* de Atacama se compone de voluminosas dunas activas desprovistas de vegetación; sin embargo, en los márgenes que las delimitan y los terrenos próximos se reconocen diversos tipos de dunas entrabadas por algunas especies vegetales que se disponen dispersas. En efecto, los interfluvios que separan los distintos campos de dunas corresponden a planos inclinados de glacis aluvio-coluviales; laderas de cerros y terrazas marinas cubiertas por mantos de arenas eólicas de escaso espesor (Figura N° 2) (Castro *et al.,* 2011: 53; Castro *et al.*, 2012: 9).

El clima en el área es desértico nuboso de influencia oceánica, con una temperatura promedio de 15° Celsius y una moderada variación térmica diaria y anual. Las lluvias son muy escasas y ocurren en los meses de invierno, alcanzando un promedio anual de 32 mm en Caldera; las lluvias ocasionales que provocan la floración del desierto ocurren en los años de eventos El Niño-Oscilación del Sur como se muestra en el Cuadro N° 1. De acuerdo a Luebert *et al.* (2006: 284), los bioclimas que condicionan la vegetación natural en el sector costero de la Región de Atacama son el Mediterráneo Hiperdesértico (hasta los 28º de latitud) y el Mediterráneo Desértico-oceánico hasta 29º 30′ Sur.

Cuadro N° 1
Lluvias asociadas a eventos El Niño, período 1970-1997 estación Copiapó-Chamonate 27°24′ S / 70°24′ W

Año	mm	Año	mm
1970	3	1984	27,3
1971	0	1985	3,5
1972	s/i	1986	9,8
1973	7,5	1987	60,6
1974	3	1988	1,9
1975	2,5	1989	16,5
1976	3,1	1990	s/i
1977	11,7	1991	59,2
1978	0	1992	38,7
1979	s/i	1993	0
1980	29,3	1994	0
1981	5	1995	0
1982	0,5	1996	0
1983	42,6	1997	138,6

s/i: Sin información.
Fuente: Dirección Meteorológica de Chile, varios años.

Con respecto a las metodologías empleadas para el estudio del medio natural de los desiertos, el uso de las imágenes satelitales ha sido fundamental en las investigaciones geomorfológicas de los *erg*, porque permite una mejor comprensión de la estructura interna y disposición de estos complejos sistemas geomorfológicos. Los trabajos de Livingstone *et al.* (2007: 241) y también Kocurek *et al.* (2005: 95) coinciden en la utilidad de las imágenes de satélites para clasificar las dunas según tipologías geomorfológicas y, particularmente, en la determinación de los patrones internos de organización de los vastos mares de arena continentales.

En relación al estudio de la vegetación de los desiertos a partir de imágenes satelitales, Hesse (2012: 33) y Borthagaray *et al.* (2010: 18), respectivamente, emplean imágenes de alta resolución para el análisis y mapeo de la distribución espacial de la vegetación de niebla en la costa peruana. En Chile, Castro *et al.* (2005: 31), a partir de imágenes Landsat y medición de radiometría de campo en el sector costero de la bahía de Tongoy, determinaron las curvas espectrales características de playas, dunas y distintas especies vegetales, lo cual facilita el reconocimiento, delimitación y clasificación tanto de las formas como de la vegetación. Por otra parte, para los estudios vegetacionales sistemáticos, Tucker *et al.* (1986: 1342) proponen el Índice de Vegetación de Diferencias Normalizadas (NVDI), de utilidad para el análisis de la variabilidad espacio-temporal de la vegetación (Kawabata *et al.*, 2001: 1380; Lee *et al.*, 2002: 2507).

Metodología de detección del desierto florido a partir de imágenes satelitales procesadas

En la investigación desarrollada se utilizaron imágenes satelitales y reconocimiento de terreno como instrumentos metodológicos esenciales para determinar la distribución del desierto florido y de la vegetación de niebla en el territorio circundante al Mar de Dunas de Atacama.

Una importante dificultad para el análisis con imágenes satelitales, es la confusión de la señal espectral de la vegetación con aquella de las arenas de las dunas y de las

Folio013445

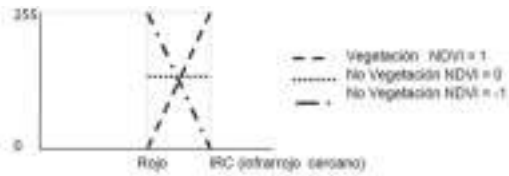
coberturas eólicas presentes en gran parte del territorio en estudio. En efecto, la vegetación de niebla corresponde a especies bromeliáceas cuya distribución es dispersa y sus hojas son duras y de baja reflectancia; por ello, este tipo de vegetación es perceptible en imágenes de satélite de resolución media o baja. Por su parte, las especies vegetales del desierto florido forman una cobertura vegetal más densa con especies de hojas blandas que se caracterizan por tener una alta reflectancia en el espectro visible y muy alta en el infrarrojo cercano. Considerando lo anterior, para detectar el cambio de densidad en la cubierta vegetal se utilizaron imágenes *Landsat* 5-7 y *Aster*, que corresponden a sensores de resolución media; también se utilizaron imágenes tomadas en años secos y en años húmedos.

Basándose en las diferencias de valores de reflectancia entre la banda del Rojo, que tiene mínima reflectancia por absorción de esas longitudes de onda por la clorofila, y la banda del Infrarrojo cercano, se pueden separar los píxeles que tienen vegetación de los que no tienen. Para ello se utilizó el Índice Vegetacional de Diferencias Normalizadas o NDVI cuya expresión es la siguiente:

NDVI = (IRC – Rojo) / (IRC + Rojo)

Donde IRC es la cuenta digital en la banda del Infrarrojo Cercano (de 0 a 255); y Rojo es la cuenta digital en el Rojo (de 0 a 255), el gráfico de la Figura N° 3 representa los valores extremos.

Figura N° 3
Índice Vegetacional de Diferencias Normalizadas (NDVI)



Fuente: Elaboración propia.

Teóricamente, valores de NDVI mayores a 0 corresponden a vegetación; sin embargo en la realidad hay elementos cuya curva espectral también tiene un valor de Rojo menor al infrarrojo, y si ambos son altos su valor tiende a 0 por efecto de la normalización. Por ejemplo, una diferencia de 10 entre el Infrarrojo Cercano IRC y el Rojo, con valores altos, *e.g.* suma de 490 da un NDVI = 0.02 y con valores bajos, *e.g.* suma de 30, la misma diferencia de 10 da un NDVI = 0.3 y lo más probable es que ninguno de estos píxeles sea vegetación.

De lo anterior se deduce que para aplicar este índice se debe previamente analizar el área de estudio y observar los valores mínimos y máximos que se producen en ambas bandas espectrales para los diferentes elementos que cubren la zona, por ejemplo, especies vegetales y densidad de cobertura; o bien, tipos de arena y efectos de la humedad. Dicho análisis permite determinar los rangos de las cuentas digitales que realmente corresponden a vegetación y, por ende, cuáles rangos del NDVI son válidos para separar la vegetación de otros elementos. Entonces, la fórmula se aplica con valores límites en ambas bandas.

Se analizó la imagen *Landsat* del 24 de julio de 2010, con presencia del fenómeno del desierto florido, mediante perfiles espectrales para las bandas del Rojo e IRC y se modificó la fórmula de la siguiente manera:

Al numerador (A) de la fórmula se le puso la condición de que la diferencia, que realmente representa presencia de vegetación, es mayor a 15, es decir A = Si (IRC – Rojo) > 15 entonces vale la expresión (IRC-Rojo), si no el valor es 0. Para el denominador (B), la condición controla que la suma de ambos valores no sea mayor o igual a 170 ya que suma sobre este valor normalmente es arena activa, nubes, nieve o ruido. Entonces B = Si (IRC + Rojo) < 170 entonces (IRC + Rojo) si no 0. Se verifica finalmente que el denominador (B) sea > 0 en el momento de calcular el NDVI = A/B y en el caso de que B sea 0, entonces el NDVI es igual a 0.

Con el fin de llevar estos valores a un rango de 8 bits, se modificó la fórmula de la siguiente manera: NDVI = ((A/B) + 1) * 127. En nuestro caso, el mínimo valor válido para vegetación dio 139 y el máximo 201 (0.1 a 0.58 en valores originales). El efecto importante de este proceso es que se eliminaron automáticamente todas las confusiones de

Folio013446

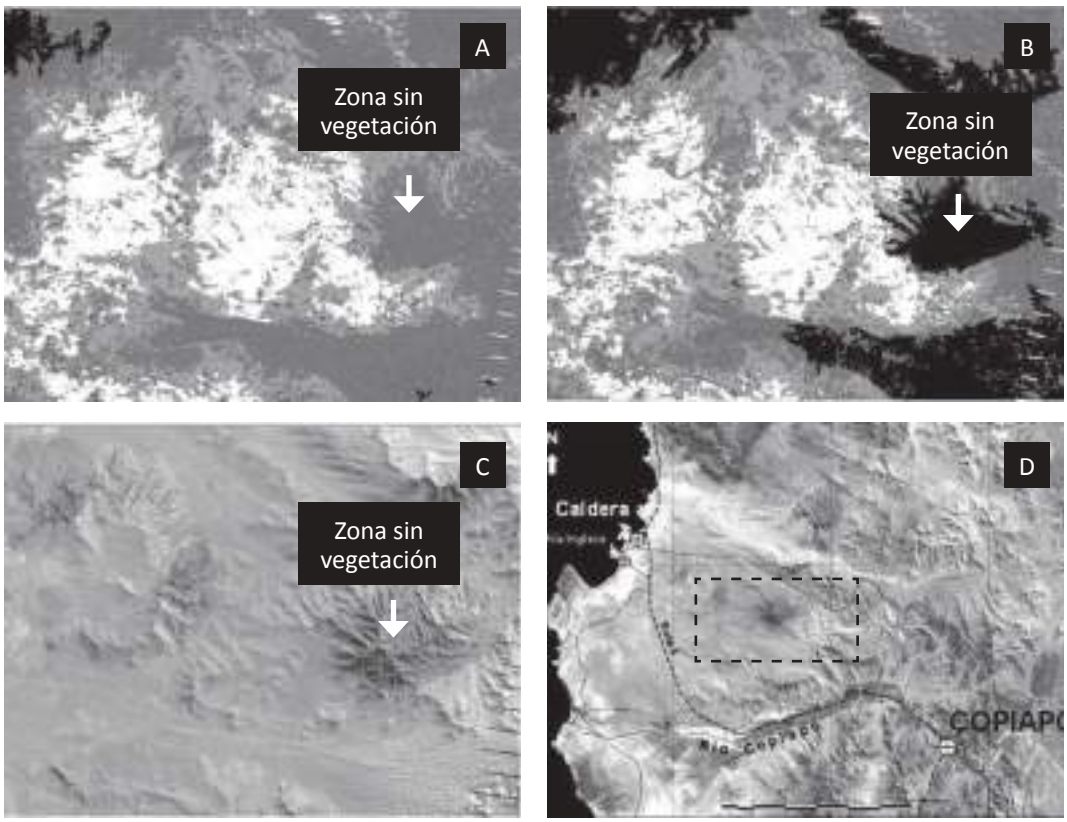
elementos que no eran vegetación, pero que daban también valores entre 0.1 y 1.

En la Figura N° 4 del área de estudio se muestra el resultado del NDVI en su versión original (A), separado en cuatro niveles de grises, donde el negro corresponde a las áreas sin vegetación y el blanco a las zonas más densas y/o fotosintéticamente más activas. Al aplicar las restricciones indicadas, el resultado cambia notablemente como se observa en (B).

Al analizar el resultado, comparándolo con la imagen original en falso color convencional o composición infrarrojo color (vegetación en color Rojo), se aprecia que el resultado con la fórmula modificada se ajusta mucho más a la interpretación visual que realizaría un intérprete (Figura N° 5).

Con el fin de extraer de la imagen resultante la vegetación permanente como cultivos, praderas y matorrales presentes en el valle del río Copiapó, la cual es detectable por el sensor, se procesó la imagen del 24 de julio de 2007, que corresponde a un año seco, sin la presencia del desierto florido como se observa en la Figura N° 5.

Figura N° 4
Comparación de NDVI original y modificado con la imagen original, en el área de emplazamiento del Mar de Dunas de Atacama.

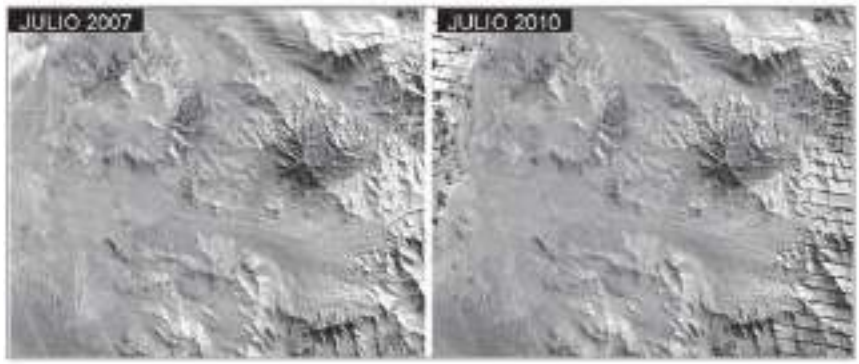


A) NDVI sin modificar; B) NDVI modificado según límites espectrales de la vegetación; C) Imagen Landsat original; D) Mapa de localización área de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

Folio013447

Figura N° 5
Imagen satelital del territorio del Mar de Dunas con y sin desierto florido



Ausencia de desierto florido. Presencia de desierto florido.

Fuente: Elaboración propia.

Siguiendo el procedimiento indicado, se realizó el cálculo del índice vegetacional modificado, con el cual se detectó la vegetación en las áreas de cultivo y en quebradas. Al hacer la diferencia entre ambos resultados, se generan las áreas donde realmente se produce el fenómeno del desierto florido. Con el fin de integrar esta información con el resto de las coberturas tratadas en un sistema de información geográfico, se convierte el producto del procesamiento de la imagen de raster a vector (polígonos) y se aplican filtros para eliminar áreas pequeñas o menores a 5 píxeles. El resultado de esta operación se sintetiza en la Figura N° 8 que muestra la distribución del desierto florido en el área de estudio, la cual se analiza más adelante.

Metodología de identificación de la vegetación de niebla

Se efectuaron campañas de terreno donde se constató que la especie dominante es *Tillandsia landbeckii,* la cual se distribuye en grupos de plantas que se disponen alineadas; así, los campos de *Tillandsia sp*. se identificaron a partir del reconocimiento de los patrones de textura de *tillandsias* vivas y muertas, mediante el análisis visual de imágenes *Digital Globe* disponibles en *Google Earth* y validación en terreno (Figura Nº 6). Se emplearon imágenes satelitales de los años 2002, 2004 y 2011, con las que se creó un fotomosaico digital. El análisis visual abarcó un cuadrante de 40 x 40 km, equivalentes a 1.600 km², cuyas coordenadas UTM son 7.015.00 norte a 6.975.00 norte y 327.400 este a 367.400 este.

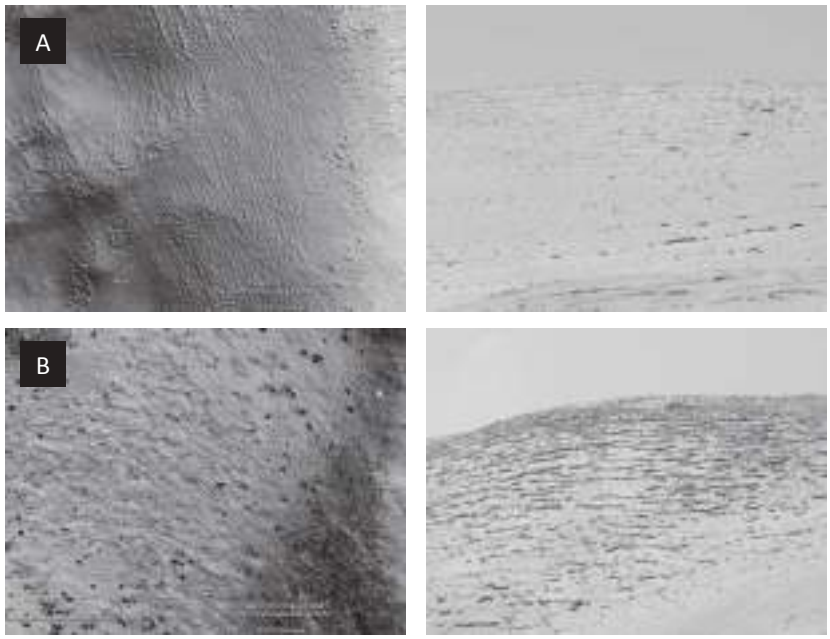
Una vez verificados los patrones texturales de los campos de *tillandsias* en terreno y en imágenes satelitales (Figura N° 6), se realizó una exhaustiva búsqueda a escala 1:5.000 de paños de *tillandsiales* en *Google Earth* y en el fotomosaico digital; así, se digitalizaron en *Arcgis* los contornos de los paños de *tillandsias*, definiendo con ellos una cobertura de polígonos. En base a esta última cobertura se realizó una serie de análisis espaciales para determinar la presencia, ausencia y frecuencia de *tillandsias*, según un Modelo de Elevación Digital SRTM, *Shuttle Radar Topographic Mission*, que se elaboró a partir de datos de radar con resolución espacial de 90 metros y cobertura global. Con dicha base topográfica se determinaron las orientaciones de laderas, altitudes y pendiente, además de las coberturas de geomorfología y formaciones superficiales generadas para la investigación (Castro *et al.,* 2013: 59).

Singularidad de la vegetación en el territorio colindante al Mar de Dunas de Atacama

El territorio en estudio, se sitúa al norte del Sitio Prioritario denominado Desierto Florido de Los Llanos, que abarca una su-

Folio013448

Figura N° 6
Mantos eólicos y Mar de Dunas de Atacama: patrones texturales de *tillandsias* muertas y vivas.



A) Imagen satelital y fotografia de terreno del patrón de *Tillandsias* muertas.
B) Imagen satelital y fotografia de terreno del patrón de *Tillandsias* vivas.
Fuente: Elaboración propia en base a imágenes *Google Earth*.

perficie de 1.746 km² (Squeo *et al.*, 2008a: 37), y se localiza 29 kilómetros al sur de Copiapó. De acuerdo a los autores citados, aquí se encuentra la mayor diversidad florística y vegetacional del evento esporádico del desierto florido, con 241 especies nativas, de las cuales dos de ellas presentan problemas de conservación. También, los autores citados señalan que, fuera de los límites del sitio prioritario, la presencia de flora y vegetación del desierto florido es escasa e irregular en su distribución, localizándose dispersa en llanos arenosos interiores y costeros; como ocurre con el área colindante con el Mar de Dunas que se analiza en el presente artículo.

La floración del desierto es provocada por lluvias esporádicas que permiten la germinación de plantas geófitas y de semillas en estado de latencia (Gutiérrez, J., 2008: 285), que se encuentran en los mantos de arena que cubren la superficie de las terrazas marinas y planos inclinados (Figura N° 2); dicho fenómeno también ha sido descrito en sus aspectos biogeográficos y florísticos por Luebert *et al.,* 2006: 102; Squeo *et al.,* 2008a: 185; Squeo *et al.,* 2008b: 29. Es preciso señalar que estudios como el de Cereceda *et al.* (2000:40) demuestran que no todos los años lluviosos provocan la misma densidad de cobertura del desierto florido, como lo explica dicha autora comparando los eventos de 1991 en que se produjo mayor germinación y floración que en el evento de 1977, donde la distribución de la floración fue muy extensa ocupando hasta más al norte de las terrazas marinas de Caldera, Cuadro N° 1.

Junto a la vegetación esporádica del desierto florido, se desarrollan en el área campos dispersos de comunidades de especies que mayoritariamente pertenecen al género *Tillandsia sp*. En efecto, el farellón costero característico de la costa del norte chileno, no se encuentra en la sección sur del litoral de Atacama, lo que facilita el paso de la niebla costera, por corredores, hacia los llanos interiores de Caldera y las laderas de las serranías en Copiapó. Este es un factor esencial para la existencia de paños de *tillandsias* en

Folio013449

los terrenos próximos al Mar de Dunas en donde las plantas retienen parte de las arenas transportadas por el viento, formando dunas entrabadas sobre la superficie de terrazas marinas y planos inclinados aledaños al gran Mar de Dunas (Figuras Nº 7 y Nº 8). Dichos *tillandsiales* se encuentran mayoritariamente en el piso vegetacional del ecosistema de matorral desértico interior de Cuerno de Cabra, *Skytanthus acutus,* y de Cachiyuyo, *Atriplex desertícola*, según la clasificación de Luebert *et al.* (2006: 84).

Por su parte, los estudios tanto de Cereceda *et al.* (1999: 3) como de Pinto *et al.* (2006: 543) atribuyen la presencia de *tillandsias* al efecto de la camanchaca en sus respectivas áreas de estudio en Iquique y Arica, en el norte de Chile. También Hesse (2012:33), para explicar los extensos *tillandsiales* del desierto costero del sur de Perú, señala que su presencia depende de la humedad de la niebla en aquellas áreas donde esta ocurre con suficiente frecuencia, duración e intensidad, como se observa en el Cuadro N° 3 donde se comparan, según diferentes autores, los factores de localización de *tillandsias* en lugares como Arica, Iquique y Copiapó en Chile; y Pisco en Perú.

Caracterización de la distribución espacial del desierto florido próximo al Mar de Dunas de Atacama

Al analizar las coberturas de vegetación obtenidas a partir de las imágenes satelitales procesadas, según se explicó precedentemente en la metodología, se observa en la Figura N° 8 la distribución del desierto florido circundante al Mar de Dunas. Dicho fenómeno se presenta en los llanos cubiertos con mantos de arenas sobre las terrazas marinas más elevadas que se localizan al interior de Caldera y Bahía Inglesa. Se extiende 35 kilómetros hacia el sur hasta el valle del río Copiapó, cubriendo una superficie total de 487 km^2, con gran continuidad espacial.

Asimismo, de acuerdo a la Figura Nº 7, se distinguen dos sectores con desarrollo del desierto florido, los cuales se disponen separados por un campo de dunas semiactivo. El primer sector se sitúa entre los 300 y 700 metros sobre el nivel del mar, y se extiende al norte del camino de Los Japoneses cubriendo una superficie de 152 km^2. El segundo sector se localiza al sur de dicha vía y su extensión es de 273 km^2, llegando hasta las cercanías de la Ruta 5 y el valle del río Copiapó. Si bien este último sector se caracteriza por una floración muy continua, se destaca en su parte central la presencia de un extenso campo de dunas semiactivas que corresponden a una sección sur del Mar de Dunas. Ambos sectores de floración del desierto presentan hacia sus márgenes un cambio en la continuidad espacial, conformando un conjunto de pequeñas unidades interconectadas o individuales; esta condición se relaciona con la existencia de dunas activas, o bien de substratos rocosos y relieves de los cerros de la cordillera de la Costa en donde el fenómeno del desierto florido se circunscribe a los fondos de pequeños valles. Las unidades pequeñas de superficie inferior a 1 km^2 alcanzan en conjunto aproximadamente 61 km^2 equivalentes al 13% del total del área donde se produce el fenómeno del desierto florido en el territorio del Mar de Dunas. Estos lugares se sitúan junto a los márgenes de las dos unidades de desierto florido en el área, ya descritos.

Asimismo, otros lugares de escasa superficie de floración del desierto, ocurren en los Llanos de Caldera; en los mantos de arenas de las terrazas marinas por debajo de los 150 metros sobre el nivel del mar, y también inmediatamente al norte de la desembocadura del río Copiapó.

Entonces, del análisis de la distribución según rangos altitudinales, se deduce que por debajo de los 100 metros sobre el nivel del mar, la presencia de vegetación del desierto florido es muy escasa y se restringe a sectores aislados de las terrazas marinas más bajas con cubiertas superficiales pedregosas.

Entre 100 y 300 metros sobre el nivel del mar, la extensión de la floración es casi continua, en los sustratos que conforman los mantos de arenas eólicas en la superficie de las terrazas marinas más altas, y también en algunos corredores del tránsito del viento hacia el interior de las serranías.

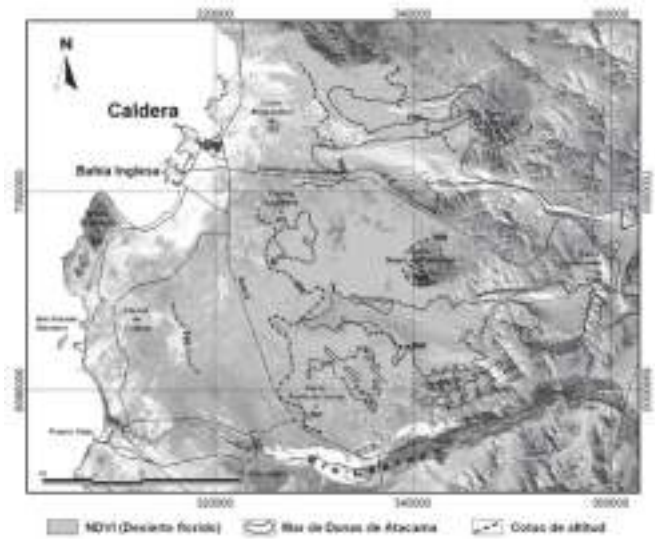
Folio013450

Por sobre los 300 y hasta los 700 metros sobre el nivel del mar se presenta la mayor densidad de cobertura del desierto florido, el cual se extiende en forma continua sobre cubiertas arenosas y depósitos aluviales; también en los piedemontes y quebradas de las serranías costeras.

A mayor altura el desierto florido ocurre en paños dispersos de escasa superficie y se circunscribe a los flancos de las quebradas y serranías, hasta una distancia aproximada de 40 kilómetros de la costa, lo que también permite inferir el máximo avance de la camanchaca proveniente de la orilla litoral. En cotas próximas a los 1.000 metros sobre el nivel del mar, bajo las cumbres de los cerros Negro de Pastene y cerro El Algarrobo, el fenómeno del desierto florido es prácticamente inexistente debido a los afloramientos rocosos, fuertes pendientes y ausencia de substratos arenosos.

En la síntesis del Cuadro N° 2 se muestra que el fenómeno del desierto florido ocurre de preferencia en los substratos arenosos de poco espesor existentes en sitios de topografía subhorizontal correspondiente a la estructura de las terrazas marinas y llanos, y también en los planos inclinados situados en la base de la cordillera de la Costa. El desierto florido también ocurre en las dunas estabilizadas y/o dunas semiestabilizadas, y dicho fenómeno no se desarrolla en el cuerpo de las dunas activas. Lo anterior se establece a partir de límites claramente reconocibles señalados en la cartografía de la Figura N° 7 que muestra las áreas donde se presenta el desierto florido, aledañas a los contornos que delimitan las dunas activas correspondientes a los diferentes sectores del Mar de Dunas.

Figura N° 7
Distribución del desierto florido (NDVI Modificado) en terrazas marinas y planos inclinados en el territorio del Mar de Dunas de Atacama



Fuente: Elaboración propia, procesamiento imagen satelital del año 2010.

Folio013451

Cuadro N° 2
Síntesis de la distribución del desierto florido en torno al Mar de Dunas de Atacama

Localización	El desierto florido se extiende desde Duna Ramadas, situada al norte de Caldera, hasta la desembocadura del río Copiapó. Hacia el este de la Ruta 5 se desarrolla con continuidad espacial hasta 20 kilómetros hacia el interior. La extensión del desierto florido es esporádica en la franja entre la Ruta 5 y la costa, según se observa en la Figura N° 8.
Superficie total áreas de floración	487 km^2
Altitud	Su distribución ocurre entre los 100 y 700 metros, con mayor continuidad espacial entre los 300 y 700 metros sobre el nivel del mar.
Origen	Relacionado con la ocurrencia de lluvias ocasionales intensas, durante eventos El Niño-Oscilación del Sur, según se observa en Cuadro N° 1.
Geomorfología y formaciones superficiales	La floración ocurre de preferencia sobre mantos de arenas eólicas de poco espesor y en menor medida en los substratos pedregosos de los llanos que conforman las terrazas marinas sedimentarias, localizadas entre los 100 y 300 metros sobre el nivel del mar. También ocurre desierto florido en los sustratos de los depósitos aluviales y coluviales de los fondos de valles y en los planos inclinados, respectivamente, situados entre los 300 y 700 metros sobre el nivel del mar, hasta la base de los cerros de la cordillera de la Costa. En forma ocasional, el desierto florido puede ocurrir en algunos valles interiores altos situados a una distancia no mayor de 40 kilómetros de la costa y a una altura no superior a los 900 metros sobre el nivel del mar. El desierto florido también germina en los sustratos de dunas semiestabilizadas y/o estabilizadas, y también en los corredores interdunarios por donde transita el viento. Así, ocurre desierto florido en los márgenes de los campos de dunas activas y no al interior de ellos.
Usos humanos y actividades en el Mar de Dunas	-Tránsito de vehículos todo terreno. -Rutas del Raid Atacama, a través de caminos consolidados o huellas paralelas de decenas de metros de ancho. -Rutas Rally Dakar, a través de caminos consolidados o huellas. -Restos de basuras domésticas y vertedero de Caldera. - Áreas de ejercicios militares. - Instalaciones de faenas de minería extractiva

Fuente: Elaboración propia.

La vegetación de niebla y los factores de su localización en el territorio del Mar de Dunas de Atacama

Utilizando la metodología expuesta precedentemente, se identificaron 211 paños de vegetación de niebla en el territorio aledaño al Mar de Dunas, los que en conjunto constituyen 54 km^2 de comunidades vegetales monoespecíficas de *Tillandsia Landbeckii*. Según se observa en la Figura Nº 8, los campos de *tillandsias* localizados más al oeste se encuentran a 18 kilómetros del borde costero y los más distantes se sitúan a no más de 50 kilómetros de este.

En el entorno inmediato de las grandes dunas se localizan dos extensos paños de *tillandsias*; el primero se sitúa en el sector norte, unos 20 kilómetros al interior de la localidad

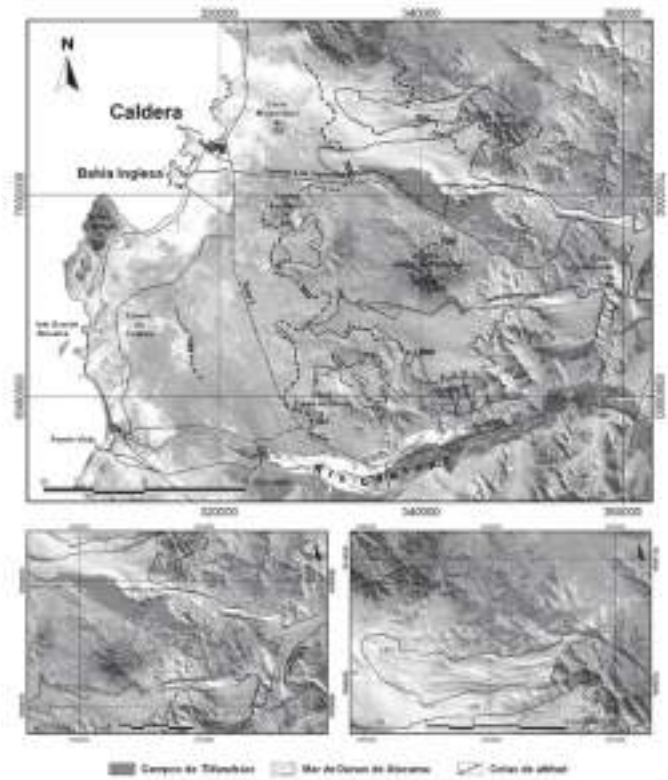
Folio013452

de Rodillo, y tiene una superficie de 9,6 km² ocupando relieves residuales de baja altitud cercanos a las serranías de la cordillera de la Costa. El paño de *tillandsias* sur es más extendido, con 44,7 km² de superficie y se localiza 30 kilómetros al interior de Caldera, próximo al camino de Los Japoneses, con algunos paños aislados hacia el este y el sur. Como se observa en la Figura N° 8, los *tillandsiales* están separados por las vastas extensiones de dunas continentales activas y por serranías.

Los *tillandsiales* se distribuyen entre los 328 y 1.138 metros de altitud, donde el rango comprendido entre los 600 y 1.000 metros agrupa al 70% de los paños de *tillandsias* reconocidos, según se muestra en la Figura N° 10. Dicho segmento de altitud con mayor abundancia de vegetación de niebla es coincidente con lo descrito por Cereceda *et al*. (1999:7) en la Región de Tarapacá, y Hesse (2012: 39) en Perú. Lo señalado indica que la localización de *tillandsiales* bajo los 1.000 metros de altitud se relaciona con la frecuencia espacio-temporal de la gruesa nube estratocúmulo generadora de la camanchaca, como lo precisa Cereceda *et al*. (1999: 9). Así, el límite altitudinal de la presencia de *tillandsias* en el área colindante al Mar de Dunas, está determinado por el umbral mínimo de altitud que permite interceptar la camanchaca proveniente de la costa; y el umbral máximo está condicionado por las mayores alturas de las serranías costeras con cerros de hasta 1.200 metros (Figura N° 9).

La abundancia de *tillandsia* también depende de la orientación de las laderas que interceptan la humedad de la camanchaca transportada por los vientos predominantes

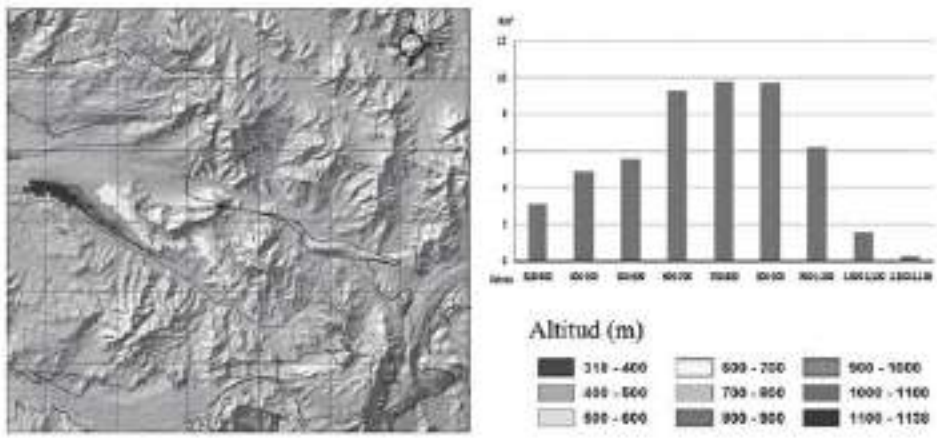
Figura N° 8
Distribución de campos de *tillandsias* en el entorno del Mar de Dunas de Atacama



Fuente: Elaboración propia.

Folio013453

Figura N° 9
Superficie cubierta por *tillandsias sp.*/Rango Altitudinal alrededor del Mar de Dunas de Atacama

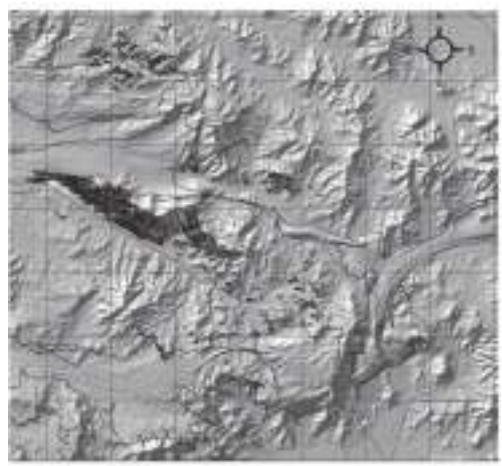


Fuente: Elaboración propia a partir de Modelo Digital de Elevación.

del oeste y suroeste, según los registros del Servicio Meteorológico de la Armada de Chile. En el área de estudio se observa que 77,3% de la superficie de *tillandsiales* se localiza en laderas expuestas a vientos provenientes del oeste, suroeste y sur, como se observa en la Figura N° 10. Así, las laderas de orientación suroeste, expuestas a la dirección de los vientos dominantes, alcanzan el mayor porcentaje de extensión de *tillandsias*. En consecuencia, el control topográfico es también un factor que condiciona la distribución espacial de esta especie vegetal, como también lo establece Hesse (2012:36) para los *tillandsiales* situados entre Pisco y Acarí, en Perú.

De acuerdo a los resultados de otros autores en sus investigaciones sobre *tillandsias*, se puede determinar que la distribución latitudinal de *tillandsiales* en el desierto costero de América del Sur abarca desde los 13ºS en Perú, según Hesse (2012: 34). En el Norte Grande de Chile, los *tillandsiales* situados en las serranías costeras de Iquique (20ºS), son caracterizados por Cereceda (1999: 8-9). Así mismo, los campos de *tillandsias* situados en las quebradas entre Arica (18ºS) y el río Loa (21ºS), son estudiados por Pinto *et al.* (2006: 546-547). Por su parte, el presente estudio establece que dichas comunidades vegetales del desierto costero nuboso, también se encuentran a los 26ºS en su distribución más austral, según se observa en el Cuadro N° 3.

Figura N° 10
Territorio del Mar de Dunas de Atacama, orientación de laderas



Ladera	Superficie (km²)	(%)
Norte (337.5° a 22.5 °)	2,5	4.6
Noreste (22.5° a 67.5°)	1,1	2.0
Este (67.5° a 112.5 °)	0,8	1.5
Sureste (112.5° a 157.5°)	2,7	4.9
Sur (157.5° a 202.5 °)	12,5	23.0
Suroeste (202.5° a 247.5°)	18,5	34.0
Oeste (247.5° a 292.2°)	11,0	20.3
Noroeste (292.5° a 337.5°)	5,1	9.5

Fuente: Elaboración propia a partir de modelo digital de elevaciones SRTM.

Folio013454

Cuadro N° 3
Síntesis comparativa de los factores de localización de *Tyllandsia Landbeckii* en el desierto costero del norte de Chile y sur del Perú

Factores de distribución	Cereceda *et al.*, 1999	Pinto *et al.*, 2006	Hesse, 2012	Castro *et al.*, 2012
Lugar y latitud	Cerro Guatalaya, Iquique 20°17'S	Arica-río Loa 18°20'S-21°25'S	Pisco-Acarí, Perú 13°40'S-15°37'S	Caldera-Copiapó 26°58'S-27°20'S
Altitud (m)	500-1.000	900 -1.200	467 - 1.129	328 - 1.138
Superficie con *tillandsia landbeckii*	-	68,6 km²	605,8 km²	54,3 km²
Superficie área de estudio	-	-	15.777 km²	1.600 km²
Orientación predominante de laderas	Oeste	Suroeste y oeste	Oeste y suroeste	Suroeste y oeste
Distancia máxima a línea de costa	16 km	45 km	65 km	50 km
Geomorfología y Topografía	Laderas cerros	Laderas de quebradas profundas; Llanos arenosos	Lomas	Llanos y planos inclinados
Substrato	Arenas eólicas	Arenosos	-	Mantos arenosos

Fuente: Elaboración propia.

La distribución de la vegetación singular y la zonificación del territorio del Mar de Dunas

Las coberturas de los campos de *tillandsias* y del desierto florido obtenidas, se relacionaron en un sistema de información geográfico, con el fin de integrar los resultados de localización de la vegetación singular existente en el área de estudio. Un primer aspecto a destacar, según se observa en la Figura N° 11, es que dicha vegetación se emplaza en diferentes espacios próximos al Mar de Dunas y que hay escasa superposición espacial de ambas, siendo únicamente los fondos de valles y quebradas los lugares de emplazamiento común para las *tillandsias* y el desierto florido.

Por debajo de los 700 metros sobre el nivel del mar, según se observa en la Figura Nº 11, alternan los espacios ocupados por dunas activas con amplias depresiones interdunarias por donde circula el viento; los substratos corresponden a mantos de arena estabilizados por la vegetación permanente del ecosistema de matorral desértico interior citado precedentemente, y en donde ocurre el desierto florido cuando las condiciones de humedad son propicias.

Los paños de *tillandsias,* en tanto, se ubican en el sector norte del camino Los Japoneses que atraviesa las serranías de la cordillera de la Costa donde se emplaza el Mar de Dunas. Aquí, las cubiertas eólicas y las dunas de diversas morfologías (Castro *et al.,* 2012: 9) cubren parcialmente los cerros, y los *tillandsiales,* que estabilizan parcialmente las dunas, deben su localización a la orientación favorable de las laderas para interceptar la niebla costera y a la topografía con pendientes de hasta 15°.

Folio013455

Figura N° 11
Distribución del desierto florido y vegetación de niebla en el área del Mar de Dunas de Atacama, Copiapó, 27ºS.



Fuente: Elaboración propia.

Por sobre los 700 metros sobre el nivel del mar, las dunas se agrupan en familias de formas de vastas extensiones de arenas tanto semiestabilizadas como activas (Castro *et al.,* 2012: 9-10); aquí no hay germinación de flores y los campos de *tillandsias* se restringen a paños dispersos en los flancos de las quebradas.

La cartografía de la vegetación singular del área de estudio, que se muestra en la Figura Nº 11, constituye uno de los antecedente fundamentales como criterio de valoración del territorio para elaborar una propuesta de zonificación del Mar de Dunas y su entorno, en unidades de gestión para la asignación de usos compatibles, según lo establecido en Castro *et al.,* 2013: 67, a partir de los resultados del estudio de la distribución espacial de la vegetación aquí expuestos.

El geopatrimonio del territorio Mar de Dunas de Atacama en la ordenación territorial

En el sector del desierto de Atacama en estudio, su reconocido valor geopatrimonial (Castro *et al.,* 2011: 52; Castro *et al.*, 2012: 123) y natural presentado en el marco del presente artículo, suscita una demanda turística significativa en la zona costera siendo reconocida por el Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR, 2011) al determinar 32 atractivos turísticos de diferente jerarquía entre el granito orbicular por el norte y la playa Puerto Viejo por el sur. Dichos atractivos se agrupan en el área turística prioritaria "Caldera-Bahía Inglesa" (SERNATUR, 2011: 18). De igual forma, varios de dichos atractivos turísticos se ubican en terrenos al interior de Bienes Nacionales protegidos, como figura de protección de predios fiscales (Ministerio de Bienes Nacionales), el cual procura la conservación ambiental y el manejo sostenible de recursos en predios fiscales.

Si bien las áreas turísticas prioritarias no son un instrumento de planificación territorial, ellas permiten espacializar la gestión de SERNATUR, por lo que el área de desierto florido identificada podría ser catalogada como atractivo de jerarquía internacional, de acuerdo a la jerarquía de atractivos turísticos de SERNATUR (2011), titulado "Homologación y Actualización de Bases Georreferenciadas de Atractivos Turísticos para el SIG Sernatur"; tal es el caso del área de desierto florido de

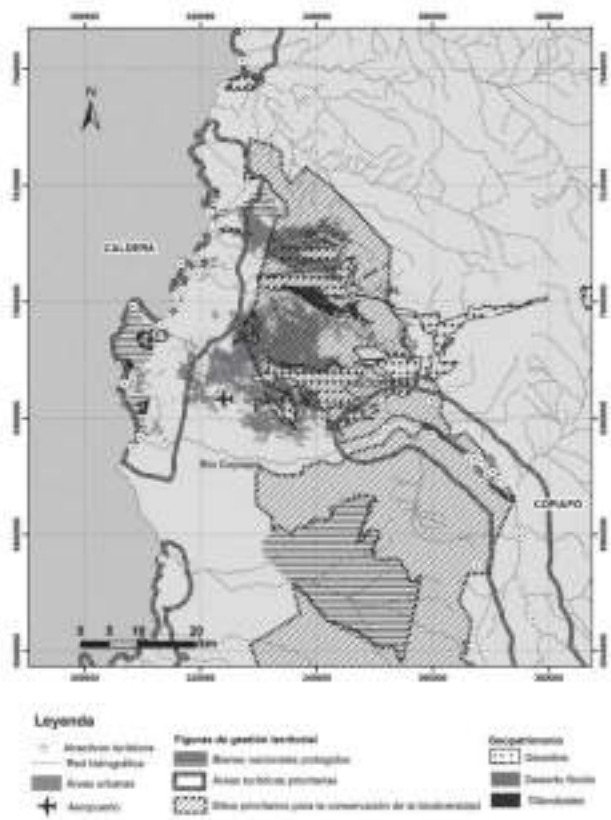
Folio013456

Llanos de Caldera, situada al sur del río Copiapó; como también, ser incluida dentro del área turística prioritaria "Caldera-Bahía Inglesa" (Figura Nº 12).

El valor ecológico del área en estudio, es reconocido por el Ministerio de Medio Ambiente mediante la declaración del Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad "Desierto florido" (Ministerio del Medio Ambiente, 2012), el cual incluye prácticamente la totalidad de los *tillandsiales* identificados; sin embargo, en dicho espacio no se consideran los sectores de desierto florido identificados en la presente investigación, como por ejemplo en torno al aeropuerto de Copiapó (Figura Nº 12), en el sector de Monte Amargo, al sur del área de estudio, área que, por lo demás, es identificada por Squeo *et al.,* 2008b; y Squeo *et al.,* 2008c, como futuro sitio prioritario de conservación de la biodiversidad dada la presencia de especies nativas de flora vulnerables y en peligro.

De acuerdo a lo expuesto en el área del Mar de Dunas de Atacama y su entorno, se reconoce la existencia de una superposición espacial de figuras de conservación y desarrollo turístico. Dichas áreas son susceptibles de ser redelimitadas al tomar en consideración los nuevos antecedentes aportados por este artículo; con ello, se procura favorecer el ámbito espacial de la toma de decisiones en materias de planificación y gestión del territorio; y en particular, la conservación del patrimonio natural que puede sustentar actividades recreativas, científicas, educativas y de conservación.

Figura N° 12
Figuras de gestión y ordenación territorial, Caldera-Copiapó, 27ºS, Atacama



Fuente: Elaboración propia.

Folio013457

Conclusiones

La distribución espacial del desierto florido y de la vegetación de niebla en el área de estudio está fuertemente condicionada por las estructuras geomorfológicas. En efecto, en las llanuras con sustratos arenosos correspondientes a las terrazas marinas y los piedemontes por debajo de los 700 metros sobre el nivel del mar, germina el desierto florido. La vegetación de niebla, en cambio, se distribuye en los fondos de valles y laderas de orientación sur y oeste de las serranías de la cordillera de la Costa entre los 700 y 1.100 sobre el nivel del mar. El grado de estabilización de los substratos arenosos es otro factor condicionante ya que, en aquellos substratos de escasa movilidad o estabilizados, germina el desierto florido y la vegetación de niebla, no así sobre las acumulaciones eólicas activas del Mar de Dunas de Atacama. Asimismo, no se observa desarrollo de vegetación en los sectores desprovistos de mantos eólicos.

El procesamiento de imágenes satelitales a partir del cálculo del Índice Vegetacional de Diferencias Normalizadas (NVDI) constituye un método eficiente para la determinación de la distribución de tipos de vegetación en ambientes desérticos con substratos arenosos. Al mismo tiempo, es un complemento a los métodos tradicionales de reconocimiento de patrones texturales de la vegetación obtenidos a través de fotografías aéreas, imágenes y observaciones de terreno. En cuanto al establecimiento de la delimitación de los contornos de los mares de arenas, son concordantes los resultados obtenidos utilizando los métodos de observación convencionales, con aquellos obtenidos a partir de percepción remota espacial, todo lo cual ratifica la eficiencia y utilidad de esta última.

La definición de la distribución espacial de la vegetación de niebla y del desierto florido permite establecer áreas y delimitaciones naturales muy claras y acotadas en el territorio en estudio; dichos sitios coinciden con la localización de otros elementos del geopatrimonio en torno al Mar de Dunas de Atacama, y también, con algunas figuras de protección como los Sitios Prioritarios de Atacama o las áreas propuestas por los autores como Geositios en trabajos anteriores. En conjunto, todos estos elementos potencian el valor de dicho territorio y a la vez, determinan su fragilidad natural para acoger diversas actividades y usos humanos. En consecuencia, los resultados obtenidos contribuyen a los procesos de ordenamiento y gestión del territorio de la Tercera Región, los cuales deben difundirse y darse a conocer en los distintos servicios regionales para ser considerados en los estudios de elaboración de los planes regionales de desarrollo.

Finalmente, se continuará con la divulgación científica de los resultados obtenidos en las instancias científicas, administrativas, políticas y educacionales que corresponda, con el fin de promover, ante UNESCO, la solicitud de la nominación de la categoría de Geoparque para dicho territorio del sur del desierto de Atacama.

Referencias Bibliográficas

ARAYA-VERGARA, J. Los Ergs del desierto marginal de Atacama, Chile. *Revista Investigaciones Geográficas Chile*, 2001, Nº 35, p. 27-66.

BARREDO, J.I. *Sistemas de Información Geográfica y Evaluación multicriterio*. Madrid: Editorial Ra-Ma, 1996.

BORTHAGARAY, A.I.; FUENTES, M.E. & MARQUET, P.A. Vegetation pattern formation in a fog-dependent ecosystem. *Journal of Theoretical Biology*, 2010, N° 265, p. 18-26.

CASTRO, C. Geositios de valor patrimonial en Isla Grande de Atacama. En: GOBIERNO DE CHILE; GEF MARINO y PNUD. *Áreas marinas y costeras protegidas de múltiples usos*. Santiago de Chile: Ocho Libros Ediciones, 2007, p. 110-115.

CASTRO, C.; PATTILLO, C. y ZÚÑIGA, A. Mar de Dunas de Atacama, Copiapó: geopatrimonio y desarrollo territorial. En: PRIMER SIMPOSIO SOBRE GEOPARQUES. *Actas*. Melipeuco: Actas del primer simposio sobre geoparques, 2011, p. 52-55.

CASTRO, C.; PATTILLO, C. y ZÚÑIGA, A. Geomorfología y geopatrimonio del Mar de Dunas de Atacama, Copiapó (27°S) Chile. *Revista de Geografía Norte Grande,* 2012, Nº 53, p. 123-136.

Folio013458

CASTRO, C.; PATTILLO, C.; RIVERA, J. y ZÚÑIGA, A. Valoración territorial del geopatrimonio de la zona costera del sur del Desierto de Atacama, Chile (27°S). *Investigaciones Geográficas*, 2013, 45, p. 51-72.

CASTRO, C.; PATTILLO, C. y ZÚÑIGA, A. Radiometría de campo en zonas costeras: el sistema geomorfológico de la bahía de Tongoy (30º 15' S), Chile. *Terra Australis*, 2005, N° 50, p. 17-31.

CERECEDA, P.; LARRAÍN, H.; OSSES, P.; LAZARO. P.; GARCÍA J.L. y HERNÁNDEZ, V. El factor clima en la floración del desierto en los años "El Niño" 1991 y 1997. *Revista de Geografía Norte Grande*, 2000, N° 27, p. 37-52.

CERECEDA, P.; LARRAÍN, H.; LÁZARO, P.; OSSES, P.; SCHEMENAUER, R.S. y FUENTES, L. Campos de tillandsias y niebla en el desierto de Tarapacá. *Revista de Geografía Norte Grande*, 1999, N° 26, p. 3-13.

GUTIÉRREZ, J. El Desierto Florido en la Región de Atacama. En: SQUEO, F.A.; ARANCIO, G. y GUTIÉRREZ, J.R. *Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama*. La Serena: Ediciones Universidad de La Serena, 2008, p. 285-291.

HESSE, R. Spatial distribution of and topographic controls on Tillandsia fog vegetation in coastal southern Peru: Remote sensing and modeling. *Journal of Arid Environments,* 2012, N° 78, p. 33-40.

KAWABATA, A.; ICHII, K. & YAMAGUCHI, Y. Global monitoring of interanual changes in vegetation activities using NDVI and its relationships to temperature and precipitation. *Journal of Remote Sensing*, 2001, Vol. 22, Nº 7, p. 1377-1382.

KOCUREK, G.; RYAN, C. & EWING, R.C. Aeolian dune field self-organization, implications for the formation of simple versus complex dune-field patterns. *Geomorphology,* 2005, N° 72, p. 94-105.

LIVINGSTONE, I.; GILES, F.; WIGGS, C. & WEAVER, M. Geomorphology of desert sand dunes: A review of recen progress. *Earth-Science Reviews*, 2007, N° 80, p. 239-257.

LEE, R.; YU, F.; PRICE, K.; ELLIS, J. & SHI, P. Evaluating vegetation phonological patterns in Inner Mongolia using NDVI time-series analysis. *Journal of Remote Sensing*, 2002, Vol. 23, Nº 12, p. 2505-2512.

LUEBERT, F. y PLISCOFF, P. *Sinopsis Bioclimática y Vegetacional de Chile*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria, 2006.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. *Infraestructura de datos espaciales. Servicios de mapas del Ministerio del Medio Ambiente*. Chile: Sinia, 2012.

MURRAY, G. *Geodiversity*. London, England: Ed. Wiley, 2004.

PASKOFF, R.; CUITIÑO, L. y MANRÍQUEZ, H. Origen de las arenas dunares de la región de Copiapó, Desierto de Atacama, Chile. *Revista Geológica de Chile*, 2003, Vol. 30, N° 2, p. 355-361.

PINTO, R.; BARRÍA, I. & MARQUET, P.A. Geographical distribution of Tillandsia lomas in the Atacama Desert, northern Chile. *Journal of Arid Environment,* 2006, N° 65, p. 543-552.

SAATY, T.L. & GONZÁLEZ, L. *Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process*. Boston: Kluwer Academic, 2001.

SERVICIO METEOROLÓGICO DE LA ARMADA DE CHILE. *Anuarios Meteorológicos Capitanía de Puerto de Caldera*. Santiago de Chile: Directemar, 2005; 2006; 2007; 2008; 2009 y 2010.

SQUEO, F.A.; ARANCIO, G.; LETELIER, L.; LÓPEZ, D. y ESTÉVEZ, R.A. Antecedentes de los sitios prioritarios para la Conservación de la Flora Nativa Amenazada de la Región de Atacama. En: SQUEO, F.A.; ARANCIO, G. y GUTIÉRREZ, J.R. *Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama*. La Serena: Ediciones Universidad de La Serena, 2008a, p. 185-200.

Folio013459

SQUEO, F.A.; ARANCIO, G.; LETELIER, L.; ARROLLO, M.; LEÓN LOBOS, P. y RENTERÍA-ARRIETA, L. Flora Amenazada de la Región de Atacama y Estrategias para su Conservación. En: SQUEO, F.A.; ARANCIO, G. y GUTIÉRREZ, J.R. *Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama*. La Serena: Ediciones Universidad de La Serena, 2008b, p. 29-44.

SQUEO, F.A.; LETELIER, L.; ESTÉVEZ, R.A.; CAVIERES, L.; MIHOC, M.; LÓPEZ, D.; y ARANCIO, G. Definición de los Sitios prioritarios para la conservación de la flora nativa de la región de Atacama. En: SQUEO, F.A.; ARANCIO, G. y GUTIÉRREZ, J.R. *Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama*. La Serena: Ediciones Universidad de La Serena, 2008c, p. 152-153.

TUCKER, C.J. & SELLERS, P.J. Satellite remote sensing of primary production. *Journal of Remote Sensing*, 1986, Vol. 7, Nº 11, p. 1395-1416.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (UNESCO). *Global geoparks network. Guidelines and Criteria for national geoparks seeking UNESCO's assistance to join the Global Geoparks Networks*. Paris: UNESCO World Heritage Centre, 2008.

SERVICIO NACIONAL DE TURISMO (SERNATUR). *Zonas y Centros de Interés Turístico Nacional. Antecedentes básicos para una Estrategia de Ordenamiento Territorial*. Santiago de Chile, Sernatur, 2007.

SERVICIO NACIONAL DE TURISMO (SERNATUR). *Áreas turísticas prioritarias de Chile*. Santiago de Chile: Sernatur,2011.

Folio013461

Plant Systematics and Evolution (2021) 307:56
https://doi.org/10.1007/s00606-021-01781-0

ORIGINAL ARTICLE

Soil bacterial community structure of fog-dependent *Tillandsia landbeckii* dunes in the Atacama Desert

Fernando D. Alfaro[1,2] · Marlene Manzano[1] · Cristian Almiray[1] · Juan-Luis García[3] · Pablo Osses[3] · Camilo del Rio[3] · Constanza Vargas[3] · Claudio Latorre[2,4] · Marcus A. Koch[5] · Alexander Siegmund[6,7] · Sebastian Abades[1]

Received: 15 February 2021 / Accepted: 8 August 2021 / Published online: 28 August 2021
© The Author(s), under exclusive licence to Springer-Verlag GmbH Austria, part of Springer Nature 2021

Abstract

The interplay between plants and soil drives the structure and function of soil microbial communities. In water-limited environments where vascular plants are often absent and only specialized groups of rootless plants grow, this interaction could be mainly asymmetric, with plants supporting nutrients and resources via litter deposition. In this study, we use observational approaches to evaluate the impact of local distribution of *Tillandsia landbeckii* across elevation on soil bacterial community structure and composition in the Atacama Fog Desert. *Tillandsia landbeckii* is a plant without functional roots that develops on meter-scale sand dunes and depends mainly on marine fog that transports resources (water and nutrients) from the Pacific Ocean. Our data show that soil bacterial abundance, richness, and diversity were significantly higher beneath *T. landbeckii* plants relative to bare soils. However, these differences were not significant across *T. landbeckii* located at different elevations and with different input of marine fog. On the other hand, bacterial community composition was significantly different with *T. landbeckii* plants across elevations. Further, samples beneath *T. landbeckii* and bare soils showed significant differences in bacterial community composition. Around 99% of all operational taxonomic units (OTUs) were recorded exclusively beneath *T. landbeckii*, and only 1% of OTUs were observed in bare soils. These findings suggest that the presence of *T. landbeckii* promotes significant increases in bacterial abundance and diversity compared with bare soils, although we fail to demonstrate that local-scale changes in elevation can affect patterns of soil bacterial diversity and abundance beneath *T. landbeckii*.

Keywords Desert · Marine fog · Plant/soil feedback · Rootless

Introduction

The interplay between plants and soils is a canonical phenomenon for terrestrial ecosystem ecology (Wardle et al. 2004; Bardgett et al. 2005; De Deyn and Van der Putten 2005; Wardle 2006). The plant/soil feedback (hereafter PSF)

Handling editor: Dietmar Quandt.

Contribution to "Living at its dry limits - Tillandsiales in the Atacama Desert".

✉ Fernando D. Alfaro
fernando.alfaro@umayor.cl

[1] Faculty of Interdisciplinary Studies, GEMA Center for Genomics, Ecology & Environment, Universidad Mayor, Camino La Piramide 5750, Huechuraba, Santiago, Chile

[2] Instituto de Ecología & Biodiversidad (IEB), Casilla 653, Santiago, Chile

[3] Instituto de Geografía & Centro UC Desierto de Atacama, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

[4] Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas & Centro UC Desierto de Atacama, Pontificia Universidad Católica de Chile, Alameda 340, Santiago, Chile

[5] Centre for Organismal Studies (COS) Heidelberg, Biodiversity and Plant Systematics, Heidelberg University, 68120 Heidelberg, Germany

[6] Heidelberg Center for the Environment HCE, Heidelberg University, 69120 Heidelberg, Germany

[7] Department of Geography – Research Group for Earth Observation, Heidelberg University of Education, 69115 Heidelberg, Germany

Folio013462

describes the interplay wherein plants alter soil features (biotic and abiotic), which in turn generates feedbacks that affect plant performance (Klironomos 2002; Mangan et al. 2010; Bauer et al. 2015; Smith-Ramesh 2018). The PSF is a generalized phenomenon in ecology that links aboveground and belowground systems through direct and indirect interactions, ultimately driving ecosystem functions (Bennett and Klironomos 2019; Crawford et al. 2019). A critical ecological and evolutionary feature of PSF is the plastic nature of interactions between aboveground and belowground components (Klironomos 2002; De Long et al. 2019), which depending on environmental conditions (e.g., aridity) and ecological interactions (e.g., competition and facilitation), and that can oscillate between negative and positive PSF (Bukowski et al. 2018; De Long et al. 2019; Lekberg et al. 2018). For example, for rootless terrestrial plants, these interactions are expected to be asymmetric because the plant controls the input of resources via photosynthesis and litter deposition, whereas physicochemical and microbial features of soils (if these are present) are in turn expected to have a minimal impact on plant fitness (e.g., plant pathogens control). However, how asymmetric interactions can shape soil microbial communities still poorly understood.

Fog-dependent plant systems are unique and constitute a natural laboratory to study the development of strategies that are key for survival and growth in extreme environments (Westbeld et al. 2009; Latorre et al. 2011; Raux et al. 2020) where advective coastal fog is the most important source of resources and nutrients (i.e., water, carbon, nitrogen, phosphorus) (Weathers 1999; González et al. 2011a; Templer et al. 2015; Weathers et al. 2020). Several species of Tillandsia (a rootless plant genus) occur along the coastal cordillera of the Atacama Desert (Rundel et al. 1997; Cereceda et al. 1999; Koch et al. 2019, 2020), often forming monospecific patches that depend on water and, organic and inorganic compounds supplied by fog (González et al. 2011a; Latorre et al. 2011). Often, only specific hillsides on the landscape are covered by *Tillandsia* plants, forming extended fields "Tillandsia fields" of orthogonal bands to SW wind direction and distributed along a vertical gradient to intercept fog (Rundel et al. 1997; Westbeld et al. 2009; Latorre et al. 2011). Water and nutrients (e.g., N and P) are supplied from the ocean by fog (Gonzalez et al. 2011; Latorre et al. 2011). However, this input is heterogeneous and varies in response to physiography, slope, elevation, and wind dynamics (Wolf et al. 2016; del Río et al. 2018).

Tillandsia plants have leaves with specialized traits (e.g., large umbrella-shaped trichomes) to collect and absorb fog droplets (Rundel et al. 1997; Raux et al. 2020) which also supplies nutrients and other resources required for these highly specialized plants that use the Crassulacean acid metabolism (CAM) for assimilation of carbon (Rundel et al. 1997). As a typical plant surviving in a water-limited environment, *Tillandsia* has pubescent and perennial leaves, with high leaf mass per area (LMA) and very low rates of decomposition. However, this creates a low-quality litter (i.e., high C/N ratios) which is the primary source of C and nutrients for soil microbial communities. Plant nutrient content of *T. landbeckii* is associated with the supply of N and P in fog, notably N (Gonzalez et al. 2011); therefore, spatial variation in leaf and litter nutrient content is expected along the fog-input gradient, which ultimately could drive change in the structure and composition of local bacterial communities.

Here, we evaluated the relative importance of the geographic location of *Tillandsia landbeckii* dune ecosystems on soil bacterial community structure and composition. Specifically, we hypothesized that the *T. landbeckii* position across the elevation gradient (~100 m) within the *Tillandsia* field will be associated with changes in the structure (i.e., diversity) and composition of soil bacterial communities beneath *T. landbeckii*, as the amount of fog exposure and associated input of nutrients is positively correlated with elevation. Furthermore, we hypothesized that *T. landbeckii* will promote the development of soil microbial communities; thus, differences in community structure and composition will be expected between microhabitats (i.e., beneath *T. landbeckii* and open soils). To test these hypotheses, we evaluated soils from a large patch ecosystem of *T. landbeckii* plants located in the Atacama Desert known to be affected by advective coastal fog.

Material and methods

Study site

Our study site is a large *T. landbeckii* field called Cerro Oyarbide (20° 25′ 08.81 S; 70° 04′ 47.05 W) at 1140–1210 m a. s. l. (Fig. 1a). Mean annual precipitation (MAP) is ~ 2 mm, and the mean annual temperature (MAT) is 16.5 °C. Along the slopes of Cerro Oyarbide, plants spatially arrange, forming distinctive banding patterns, which are typically perpendicular to the main axis of fog entrance and wind direction (Koch et al. 2019, 2020). Bands are separated by approximately 8–10 m of bare soil between them (Fig. 1b). Water and elements (i.e., C, N, and P) are obtained from coastal fog throughout the year (Gonzalez et al. 2011; Latorre et al. 2011), reaching a peak of fog activity between June and October (del Río et al. 2018). Fog-input seems to increase with elevation in the Oyarbide field (Zanetta et al, 2016) from 0,25 $L*m^{-2}*Month^{-1}$ in low-side to 1,75 $L*m^{-2}*Month^{-1}$ in high elevations, a feature that is typical

Folio013463

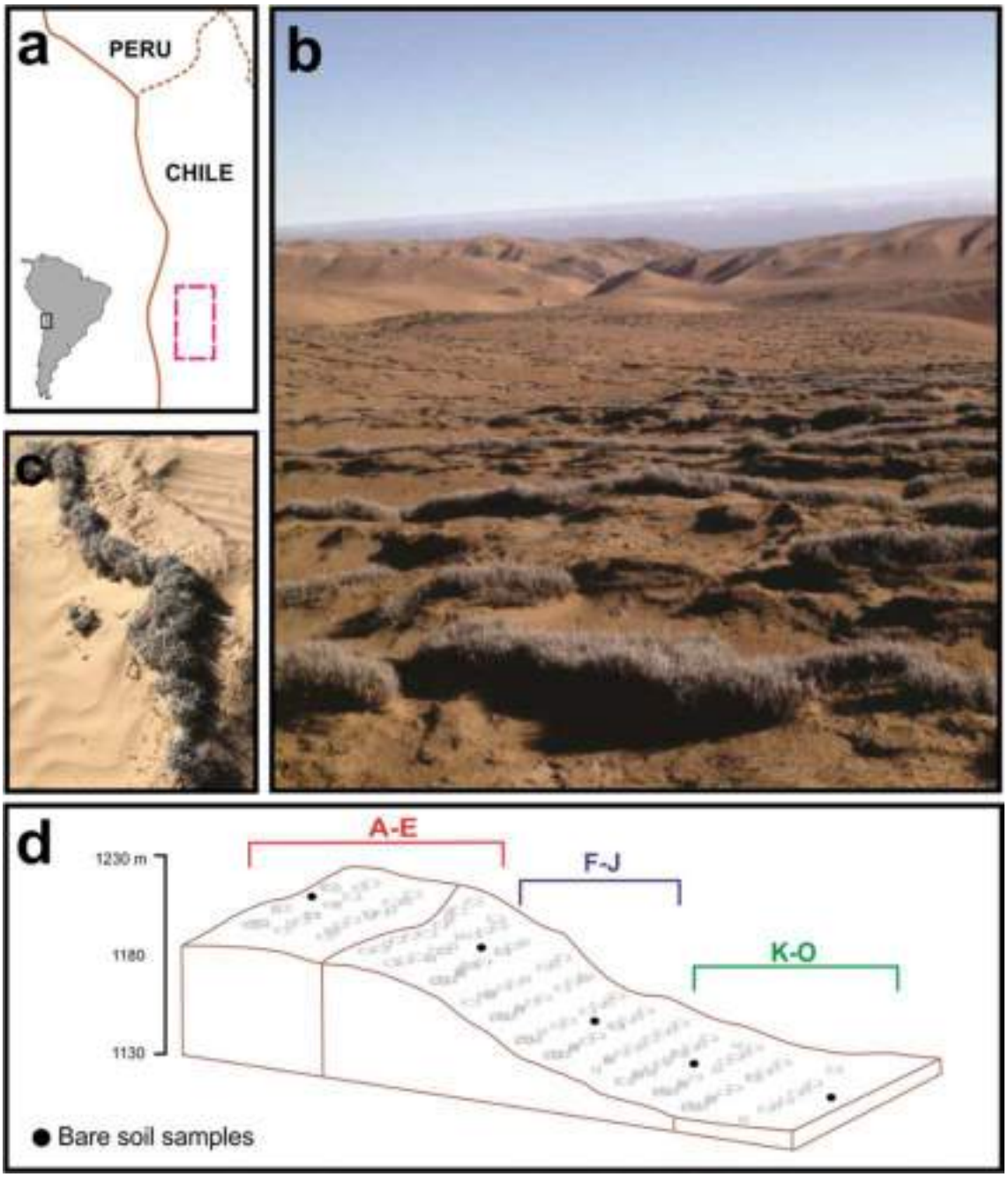


Fig. 1 Study site. **a** Map of the study site, **b** Oyarbide field (view from the top), **c** photography of a typical band of *T. landbeckii* on dunes, and **d** scheme of the linear arrangement of *T. landbeckii* across the elevation gradient in the Oyarbide field [colored lines and letters indicate the three groups of bands located at different elevations (Red A-E: corresponds to the five bands of the topside in the Oyarbide field; Blue F-J: corresponds to the five bands at intermediate elevations of the Oyarbide field; Green K–O: corresponds to the five bands at the downside of the Oyarbide field. Black circles show the sites (inter-bands) from which soil samples of bare soil were collected]

of most *Tillandsia* fields in northern Chile (Latorre et al., 2011; Jaeschke et al. 2019). Correlated with increased elevation and slope, *Tillandsia* vegetation density is increasing, and also increasing plant fitness has been recorded along these elevational gradients (Koch et al. 2019, 2020).

Folio013464

Sampling design

We selected the 15 bands of *T. landbeckii* previously used for Koch et al. (2019) for *T. landbeckii* genetic characterization. We used this design because it facilitates evaluating the effects of resource inputs (via fog transport) across the elevational gradient, which ultimately may drive changes in soil microbial patterns. Based on elevation, we grouped these 15 bands into three height categories (each with five bands): high (topside of field) with higher fog supply; middle (central dunes); and low (downside of field) with lower fog supply (Fig. 1). The bands in the high segment are between ~ 1180 and 1230 m, the middle segment is between ~ 1140 and 1180 m, and the low segment is between ~ 1120 and 1140 m (Table S1). Across each band, a total of 10 subsamples of 50 g of soil beneath *T. landbeckii* were collected every 50 m linear distance, using sterilized spatulas, and were pooled and homogenized into a single sample. We selected undisturbed individuals of *T. landbeckii* with similar size, cover (%), and exposition in all three segments of the Cerro Oyarbide field for sampling. On the other hand, to assess the bacterial community structure and composition in soils without plants, ten subsamples of 50 g of bare soils were collected every 50 m linear distance from five inter-band segments across the elevation gradient (Fig. 1d). These 10 subsamples of bare soils were collected following the same procedure for samples beneath *T. landbeckii* plant and were pooled into a single sample. All subsamples were collected using a core sampling tool from the 0–10 cm layer beneath *T. landbeckii*.

All materials used during sample collection, preservation, and transport to the laboratory were sterilized previously. Larger gravel and organic material were removed through a 2-mm mesh, then bulked, and stored in plastic bags and kept in cold storage for transport to the laboratory before DNA extraction.

Soil analysis and DNA extraction

Soil samples were used for the determination of total carbon (TC) and total nitrogen (TN) content, and isotopic composition (δ13C and δ15N) in soils were determined using a Thermo Delta V Advantage IRMS, coupled with a Flash2000 Elemental Analyzer at the Biogeochemistry Lab (LABASI), Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

DNA was extracted from 500 mg soil, using the FastDNA Spin Kit for Soil Kit (BIO101, MP Biomedical, Solon, OH, USA), according to the manufacturer´s instructions. The soils samples were lysed in FastPrep Instrument, a single 40 s run at a speed setting of 6.0. DNA concentration was estimated using a Nanodrop ND-2000c (Thermo Scientific, Wilmington, USA), and DNA integrity was evaluated on an agarose gel. After extraction, purified DNAs were stored at − 80 °C.

Targeted library preparation

Samples were processed and analyzed with the ZymoBIOMICS® Targeted Metagenomic Sequencing Service for Microbiome Analysis (Zymo Research, Irvine, CA). Bacterial 16S ribosomal RNA gene-targeted sequencing was performed using the Quick-16S™ NGS Library Prep Kit (Zymo Research, Irvine, CA). Primers from the V3-V4 region have been custom-designed by Zymo Research to provide the best coverage of the 16S gene for archaea and bacteria while maintaining high sensitivity. The final PCR products were quantified with qPCR fluorescence readings and pooled together based on equal molarity.

Sequencing and bioinformatics analysis

The final library was sequenced on Illumina® MiSeq™ with a v3 reagent kit (600 cycles). The sequencing was performed with > 10% PhiX spike-in. Unique amplicon sequences were inferred from raw reads using the DADA2 pipeline (Callahan et al. 2016). Chimeric sequences were also removed with the DADA2 pipeline. Taxonomy assignment was performed using Uclust from Qiime v.1.9.1 with the Zymo Research Database, a 16S database that is internally designed and curated, as reference (Caporaso et al. 2010).

Statistical analysis

To assess the effect of the geographic location of dunes on soil features and soil bacterial community structure (i.e., abundance and diversity), we used a one-way ANOVA followed by the assessment of pairwise differences with Tukey's HSD (honestly significant difference) post hoc test. All data were tested and standardized, if necessary, to meet ANOVA assumptions. The diversity of bacterial communities was estimated by using the Shannon diversity index (H′). Differences in bacterial composition between dunes were evaluated by redundancy analysis (RDA) and one-way PerManova test. Network analysis with a circular algorithm based on the Bray–Curtis similarity index and 50% of Edge Cutoff was used to graphically analyze bacterial community composition along with the band system. In addition, to evaluate the potential effect of the geographic distance between dunes on bacterial community composition patterns, we used the Bray–Curtis Similarity Index and the Euclidean distance between dunes. All statistical procedures were performed using R software version 4.0.0 (R Development Core Team, 2020).

Folio013465

Results

Differences in soil TC and TN soils along different elevations in the Oyarbide field

Soil TC was similar in all three elevation categories in the Oyarbide field; however, significant differences were observed between soil samples from the middle elevations and bare soils (Fig. 2a). We were able to compare soil properties between plants (beneath *T. landbeckii*) in all categories of elevation and bare soils because we did not observe any relationship between changes in elevation and bare soil properties (Table S2). In turn, soil TN beneath *T. landbeckii* increased with elevation, with higher values observed at higher elevations (Fig. 2b, Table S2). Samples from bare soils showed TN values like those observed at high and middle elevations and higher than soils from low elevations (Fig. 2b). Significant changes in soil TN beneath *T. landbeckii* across elevation gradient affected the C:N ratio; thus, it was observed that this ratio increased with elevation, although no significant changes in soil CT were observed (Table S2). On the other hand, values of δ13C underneath *T. landbeckii* plants were similar in all elevations, and these values were significantly lower (c. 1.5 ‰) than δ13C values measured on samples collected on bare surfaces (Fig. 2c). Soil δ15N values underneath plants along multiple elevations in the Oyarbide field were similar; although, samples from the middle elevations were significantly higher than samples from bare soils (Fig. 2d).

Changes in soil bacterial diversity along the Oyarbide field

A total of 633 OTUs were recorded in both microhabitats (i.e., beneath *T. landbeckii* and bare soils), of which 626 OTUs corresponded to samples of soils beneath *T. landbeckii* and only seven OTUs to samples from bare soils (supplementary material). These significant differences in OTUs between microhabitats were corroborated by rarefaction analysis, in which the rarefaction curves for bare soil samples, bacteria saturated at very low OTUs number, whereas samples from soils beneath *T. landbeckii* saturated at 350 OTUs (Fig. S1). In soils beneath *T. landbeckii*, were identified 12 phyla, of which the most abundant were Actinobacteria (70.5%), Bacteroidetes (10.3%), Firmicutes (13.0%), and Proteobacteria (5.1%), whereas, in bare soils,

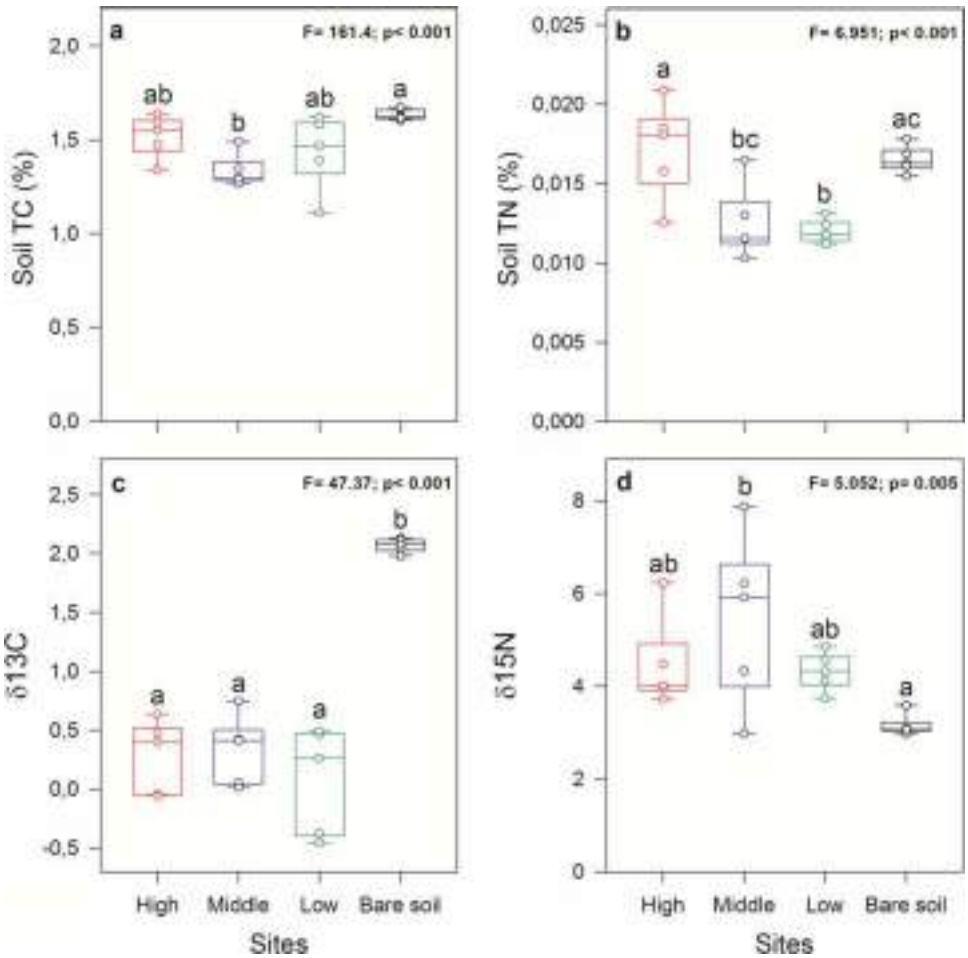


Fig. 2 Changes in soil elemental composition across the elevation gradient in the Oyarbide field. Color code follows Fig. 1d. **a** Changes in soil Total Carbon (TC), **b** Total Nitrogen (TN), **c** δ13C, and **d** δ15N (F and P value for one-way ANOVA)

Folio013466

the dominant phyla were Actinobacteria (20.0%) and Proteobacteria (75.3%).

The OTUs number and bacterial diversity beneath *T. landbeckii* were similar at all elevations (Fig. 3a), and these patterns were consistent even in the dominant phyla (Table S3). However, Proteobacteria diversity decreased with increasing elevation (Table S3). The number of OTUs and diversity beneath *T. landbeckii* were significantly higher than for bare soils (Fig. 3a, b). Around 99% of OTUs were exclusively found beneath *T. landbeckii*, whereas only around 1% of OTUs were observed in bare soils. Relative abundance of dominant phyla beneath *T. landbeckii* was similar along elevations; however, significant differences were observed between samples beneath *T. landbeckii* and bare soils (Fig. 3c, Fig. S2). However, these changes were not related to the change in any soil variable.

Changes in soil bacterial community composition along the Oyarbide field

Significant differences were observed in bacterial compositions beneath *T. landbeckii* plants between high and low elevations and high and middle elevations, although these differences were not significant between middle and low elevations (PerManova test, Table 1). In turn, bacterial community similarity decreased with geographic distance underneath *T. landbeckii* plants (Fig. 4a, Table S4). These differences in bacterial composition underneath *T. landbeckii* plants were associated with changes in soil TN and δ15N across elevation gradient (RDA, Fig. 4b), whereas no differences in composition were observed for bacterial communities of bare soil along the elevation gradient. The differences in bacterial composition between bare soils and underneath *T. landbeckii* plants were associated with changes in soil TC and δ13C values (RDA, Fig. 4b). Around 26% of bacterial OTUs occurred at all elevations of the Oyarbide field, whereas ~ 46% of OTUs were recorded only at one of the three elevations within the Oyarbide field (Fig. 4c). Network analysis based on co-occurrence patterns summarizes these results, where bacterial community composition underneath *T. landbeckii* plants showed high similarity within each elevation category along the Oyarbide field (Fig. 4d).

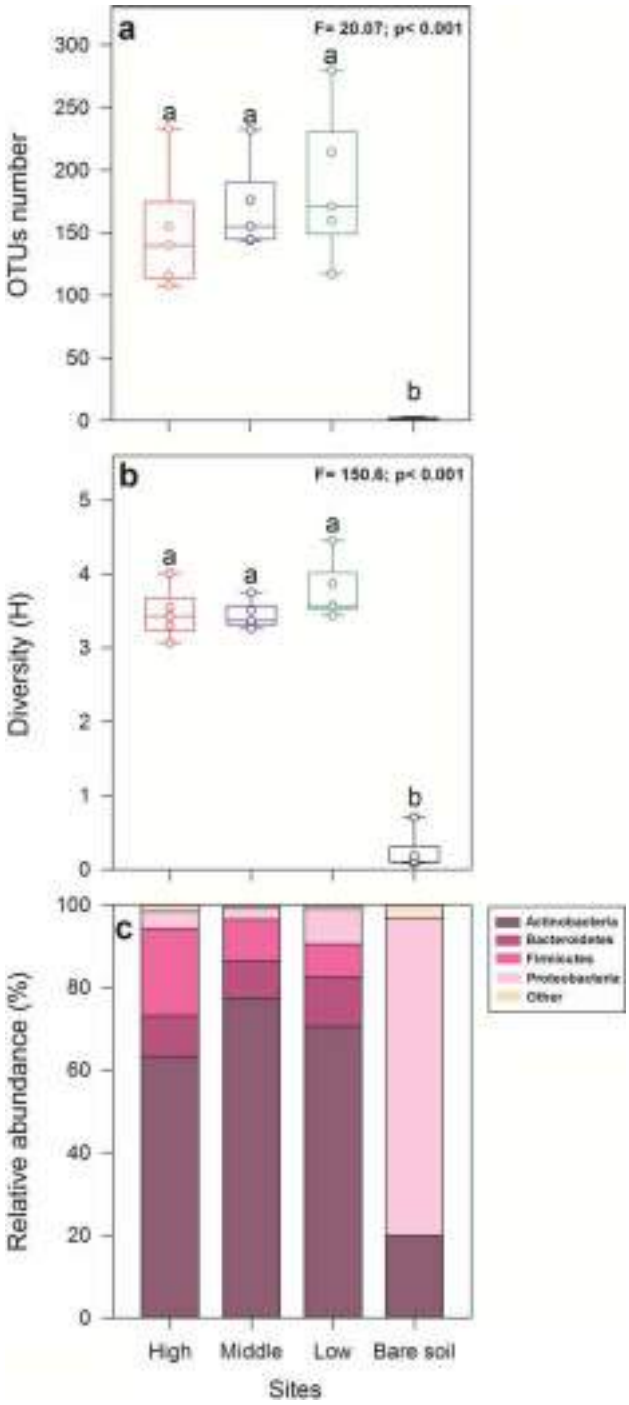


Fig. 3 Changes in soil bacterial community structure across the elevation gradient in the Oyarbide field. **a** Changes in soil bacterial OTUs, **b** diversity, and **c** relative abundance (F and *P* value for one-way ANOVA). Color codes follow Fig. 1d for elevation classes

Discussion

Effect of microhabitat on soil bacterial community structure and composition

We found that soil TC beneath *T. landbeckii* at intermediate elevations was significantly lower than bare soils (Fig. 2a). Unlike soil TC, soil TN increased significantly with elevation (Fig. 2b, Table 1). These patterns are consistent with studies indicating that in these *Tillandsia* systems, TN content in soils is directly related to fog-input, while TC content would be more associated with dry deposition from the atmosphere (Gonzalez et al. 2011; Latorre et al. 2011). In turn, no significant association was found between elevation

Folio013467

Table 1 One-way PerManova test for soil bacterial community composition (*P* values for Sequential Bonferroni Significance) across different elevations in the Oyarbide field

Factor	High	Middle	Low	Bare soil
High	–	**0.031**	**0.047**	**0.008**
Middle		–	0.067	**0.008**
Low			–	**0.009**
Bare soil				–

Values in bold indicate statistical significance at $P < 0.05$

gradient and any soil feature of bare soils (Table S2). On the other hand, high values of soil δ13C reflect the hyperarid conditions of the study system. Soil δ15N beneath *T. landbeckii* and bare soils (Fig. 2c) showed low values compared with other studies in the Atacama Desert (Díaz et al. 2016), which may be associated with low organic matter in these soils.

Bacterial diversity and OTUs richness were notoriously higher in soils beneath *T. landbeckii*, a pattern that becomes evident even at short distances between the protecting zone beneath plants and the surrounding bare soils. Accordingly, around 99% of OTUs were recorded beneath *T. landbeckii* and only 1% in bare soils. Bare soils of the Atacama Desert have low bacteria diversity and abundance relative to other hot deserts (Warren-Rhodes et al. 2006; Makhalanyane et al. 2015), often are dominated by Actinobacteria species (Connon et al, 2007; Crits-Christoph et al. 2013). These large differences in bacterial community structure and composition between microhabitats (bare soils vs. beneath *T. landbeckii*) highlight the critical role played by *Tillandsia* plants on microbial diversity patterns in the Atacama Desert, similar to other plant species with functional roots that increases in abundance after sporadic and infrequent rainfall events in the Atacama Desert (Araya et al. 2020; Astorga-Eló et al. 2020). These soils are exposed to extreme water limitation most of the year (Latorre et al, 2011), high ultraviolet irradiance (Cordero et al. 2018), and alkaline conditions (Crits-Christoph et al. 2013; Wang et al. 2015) that restricts microbial activity and growth, ultimately constraining abundance and diversity patterns in soils.

As is the case for the nurse effect (sensu: Niering et al. 1963) shown by shrubs and cushion plants in dry

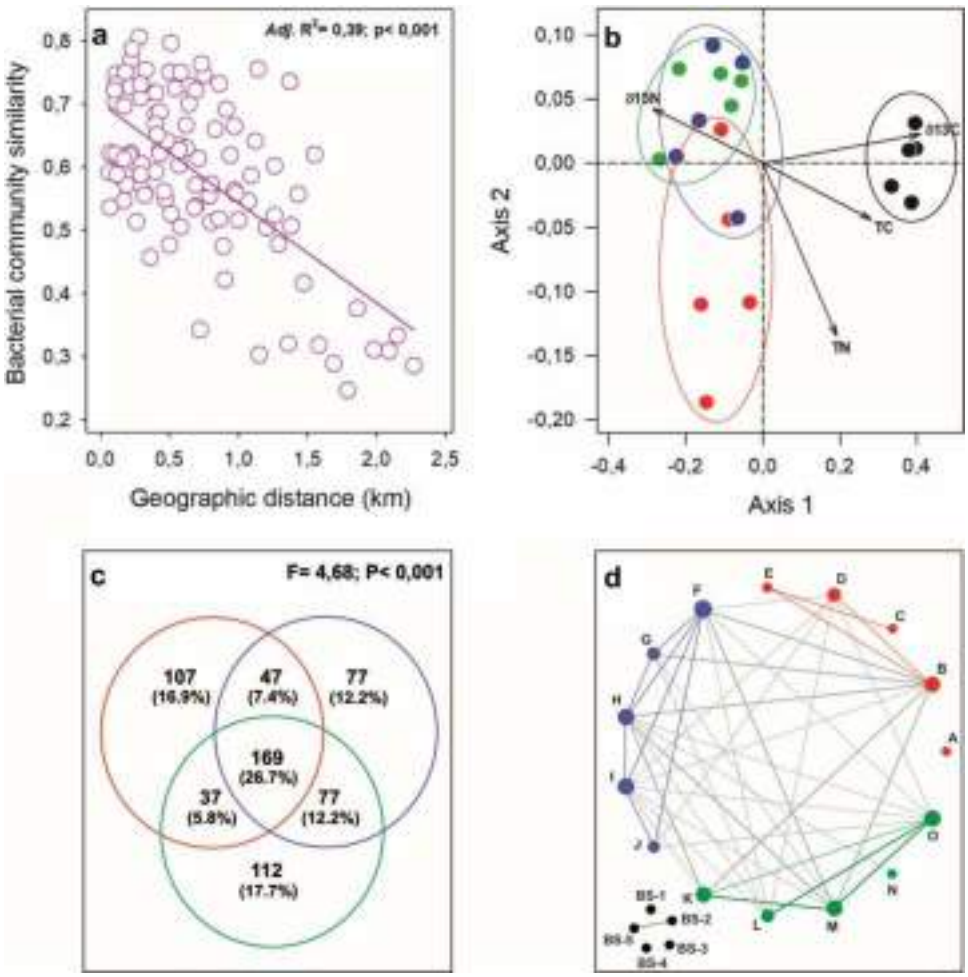


Fig. 4 Changes in soil bacterial community composition across the elevation gradient in the Oyarbide field. **a** Relationship between geographic distance and bacterial similarity, **b** Redundancy Analysis (RDA) of bacterial composition and soil features (TC: total carbon; TN: total nitrogen; δ13C: delta 13 carbon; and δ15N: delta 15 nitrogen) **c** Venn diagram and one-way PerManova (*F* and *P* values at 9999 permutations) based on Bray–Curtis similarity index of bacterial composition across the elevation gradient in the Oyarbide field, and **d** Network analysis based on Bray–Curtis similarity index (Edge cutoff 50%), *Tillandsia* bands are indicated as A-O and bare soil as BS. Color codes follow Fig. 1d for elevation classes (thickness of each line indicates the taxonomic similarity between bands, thicker lines indicate greater similarity)

Folio013468

environments, our results suggest that *Tillandsia* plants also play a role in facilitating the growth and development of microbial communities that otherwise could not occur in these extreme soils. *Tillandsia* fields represent an oasis for the development of soil microbial communities, which increases the environmental heterogeneity and promotes biodiversity, ultimately increasing the functional soil diversity of the hyperarid Atacama Desert. Therefore, changes in *Tillandsia* growth and cover due to human activities and climate change could have a dramatic negative impact on soil microbial species occurrence and abundance in this extreme environment. Vice versa, *T. landbeckii* fitness values (growth performance, flowering frequency) correlate with elevation (and fog occurrence) along altitudinal gradients (Koch et al. 2019, 2020), which may allow a tentative conclusion that bacterial community composition has only a minor direct positive effect on *Tillandsia* fitness. The bacterial communities had a very low representation of free-living Cyanobacteria, which may have served as major local nitrogen-fixating (N_2) source (~ 0.01 of abundance), and also among Actinobacteria we found that putatively nitrogen-fixating taxa only represented around 3% of abundance. These patterns of Cyanobacteria, however, are relatively common in soils of the Atacama Desert (Astorga-Eló et al. 2020), although recent evidence from other arid systems subsidized by fog suggests that Cyanobacteria may be transported from the ocean to desert soils (Evans et al. 2019).

Across the elevation gradient, six Actinobacteria OTUs were dominant, accounting for approximately 46% of microbial abundance. This small set of OTUs occurred in all samples and was consistently dominant. The two more abundant OTUs were *Modestobacter marinus* and *Blastococcus saxobsidens*, both members of the Geodermatophilaceae family (Sghaier et al. 2016). These two OTUs are highly specialized to growth under extreme conditions of aridity, UV radiation, and metal-contaminated environments (Sghaier et al. 2016); however, these OTUs were only recorded in soils beneath *T. landbeckii* and not found in bare soils. *Kocuria polaris* (Micrococcaceae) was another dominant OTU in soils beneath *T. landbeckii.* The genus *Kocuria* can grow in extreme environments, reminiscent of Mars-like conditions (Cheptsov et al. 2018). The presence of this kind of microbial groups suggests that the harsh conditions in bare soils of the Atacama Desert could be even more adverse than expected for the growth and development of bacterial groups.

Effect of elevation on soil bacterial community structure and composition beneath *Tillandsia landbeckii*

The absence of significant differences in bacterial diversity beneath *T. landbeckii* along the elevation gradient suggests that changes in fog input do not affect the structure of soil bacterial communities. These patterns are consistent with recent studies in the Atacama Desert, which indicate that the diversity of soil bacteria changes are not related to any soil feature (Araya et al. 2020). On the other hand, significant changes in species composition, even over the small spatial scale, suggest that distinct communities coexist beneath *T. landbeckii* along the elevation gradient. We suggest two explanations for the observed changes in bacterial structure and composition beneath *T. landbeckii*, (1) in environments of the Atacama Desert, diversity could be strongly limited by adverse conditions, such as limited resources (water and nutrients) and high UV radiation (Cordero et al. 2018; Orellana et al. 2018). In particular, alpha-diversity is low in soils of the Atacama Desert (Neilson et al. 2012; Araya et al. 2020; Reverdy et al. 2020). Thus, the species pool from which local communities receive new species is scarce, and this could determine that a high beta-diversity is present in soil bacterial communities, which would be associated with the compositional changes we observed in our study system; and (2) in addition to nutrients transported by the fog (notably N), plants may show variations in leaf and litter quality and chemistry along gradients of resource availability (e.g., water and nutrients). For example, González et al. (2011a) found that the supply of nutrients transported in fog could affect plant stoichiometry, particularly the N content; which can ultimately control availability for consumers (González et al. 2011b), including some heterotrophic soil groups. These changes in plant stoichiometry could affect the chemistry of litter that reaches the soil, affecting soil bacterial community patterns. However, these changes in litter quality are expected to mainly affect bacteria composition through soil features changes, notably soil pH (Lauber et al. 2008).

The PSB in the hyperarid Atacama Desert

We found that plants promote a significant increase in bacterial abundance and diversity and large differences in community composition between bare soils and soils beneath plants. The positive effect of *Tillandsia* plants on microbes is evident; however, the specific mechanisms that promote the growth and development of bacteria are unclear. We suggest that plants promote the accumulation of soil microbial groups by modifying soil biogeochemical features and increasing soil heterogeneity. On the other hand, the potential effect of soil microbial communities on plant fitness is completely unknown in this environment and poses a new avenue to understand how soil microbial organisms supply key nutrients to plants.

Folio013469

Conclusions and perspectives

The findings of this observational study provide for first time evidence of the effect of *T. landbeckii* on soil bacterial community structure and composition in the Atacama Desert. Soil bacterial diversity and species turnover increased significantly in the presence of *T. landbeckii*, highlighting the importance of *Tillandsia* plants as promoters of soil biodiversity and biotic heterogeneity in this arid ecosystem. No effect of elevation on bacterial diversity beneath *T. landbeckii* was observed, whereas differences in bacterial composition increased significantly with elevation. The presence of *Tillandsia* drives increases in soil TN content with elevation, although these changes in soil N were not associated with increases in soil bacterial diversity but were associated with changes in bacterial species composition. In turn, these patterns of high turnover in bacterial composition (even the narrow spatial range considered in this study) strongly suggests that at each elevation, site-specific microbial communities can be found beneath *T. landbeckii,* with a specific set of species, not shared with other *T. landbeckii* plants along the elevation gradient.

These uncommon and highly asymmetric PSF should be further investigated in-depth to understand the relative contribution of plant and soil microbial communities to ecosystem functioning in extreme and limited environments. Future research directions should aim to determine the relative importance of fog and overall marine moisture on plants and microbial interaction in the soil and to establish and quantify the effect of soil microbial communities on the growth and development of *Tillandsia* plants.

Information on Electronic Supplementary Material

Online Resource 1. Elevational distribution of *Tillandsia landbeckii* bands along the Oyarbide field.
Online Resource 2. Ordinary least squares (OLS) regression for assessing the effect of change in band and inter-band elevation on soil features and bacterial diversity beneath *Tillandsia landbeckii* and bare soils across the elevation gradient in the Oyarbide field.
Online Resource 3. Rarefaction curves of observed OTUs of soil bacterial communities beneath *Tillandsia landbeckii* and bare soils across the elevation gradient in the Oyarbide field.
Online Resource 4. Ordinary least squares (OLS) regression for assess the effect of change in elevation on soil bacterial diversity (at phylum level) beneath *Tillandsia landbeckii* and bare soils across the elevation gradient in the Oyarbide field.
Online Resource 5. Phyla relative abundance in soils beneath *Tillandsia landbeckii* across the elevation gradient in the Oyarbide field.
Online Resource 6. Mantel and Partial Mantel test of bacterial community composition and geographic distance corrected by changes in soil TC across different elevations in the Oyarbide field.

Supplementary Information The online version contains supplementary material available at https://doi.org/10.1007/s00606-021-01781-0.

Acknowledgements This study was supported by FONDECYT 11180538, Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID), Chile and the Start-Up grants of the Vicerrectoría de Investigación (VRI), Universidad Mayor, Chile. F.D.A and S.A. were supported by FONDECYT 1170995. We thank Centro UC Desierto de Atacama for logistic and technical support.

Authors' contribution FDA conceived the project and the experiments. FDA and CV conducted the sampling, MM and CA analyzed soil samples, JLG, PO, CDR, CL, and MAK assisted with data analysis and site information, and FDA and SA drafted the manuscript. All authors contributed to the final manuscript draft.

Declarations

Conflict of interest The authors declare that they do have no conflict of interest.

References

Araya JP, González M, Cardinale M, Schnell S, Stoll A (2020) Microbiome dynamics associated with the Atacama flowering desert. Frontiers Microbiol 10:3160. https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.03160

Astorga-Eló M, Zhang Q, Larama G, Stoll A, Sadowsky MJ, Jorquera MA (2020) Composition, predicted functions and co-occurrence networks of rhizobacterial communities impacting flowering desert events in the Atacama Desert, Chile. Frontiers Microbiol 11:571. https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.00571

Bardgett RD, Bowman WD, Kaufmann R, Schmidt SK (2005) A temporal approach to linking aboveground and belowground ecology. Trends Ecol Evol 20:634–641. https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.08.005

Bauer JT, Mack KM, Bever JD (2015) Plant-soil feedbacks as drivers of succession: evidence from remnant and restored tallgrass prairies. Ecosphere 6:1–12. https://doi.org/10.1890/ES14-00480.1

Bennett JA, Klironomos J (2019) Mechanisms of plant–soil feedback: interactions among biotic and abiotic drivers. New Phytol 222:91–96. https://doi.org/10.1111/nph.15603

Bukowski AR, Schittko C, Petermann JS (2018) The strength of negative plant–soil feedback increases from the intraspecific to the interspecific and the functional group level. Ecol Evol 8:2280–2289. https://doi.org/10.1002/ece3.3755

Callahan BJ, McMurdie PJ, Rosen MJ, Han AW, Johnson AJA, Holmes SP (2016) DADA2: high-resolution sample inference from Illumina amplicon data. Nature Meth 13:581–583. https://doi.org/10.1038/nmeth.3869

Caporaso JG, Kuczynski J, Stombaugh J, Bittinger K, Bushman FD, Costello EK, Fierer N, Peña AG, Goodrich JK, Gordon JI, Huttley GA, Kelley ST, Knights D, Koenig JE, Ley RE, Lozupone CA, McDonald D, Muegge BD, Pirrung P, Reeder J, Sevinsky JR, Turnbaugh PJ, Walters WA, Widmann J, Yatsunenko T, Zaneveld J, Knight R (2010) QIIME allows analysis of high-throughput community sequencing data. Nature Meth 7:335–336. https://doi.org/10.1038/nmeth.f.303

Cereceda P, Larrain H, Lázaro P, Osses P, Schemenauer RS, Fuentes L (1999) Campos de tillandsias y niebla en el desierto de Tarapacá. Revista Geogra Norte Grande 26:3–13

Folio013470

Cheptsov V, Vorobyova E, Belov A, Pavlov A, Tsurkov D, Lomasov V, Bulat S (2018) Survivability of soil and permafrost microbial communities after irradiation with accelerated electrons under simulated Martian and open space conditions. Geosciences 8:298. https://doi.org/10.3390/geosciences8080298

Connon SA, Lester ED, Shafaat HS, Obenhuber DC, Ponce A (2007) Bacterial diversity in hyperarid Atacama Desert soils. J Geophys Res-Biogeo 112:G04S17. https://doi.org/10.1029/2006JG000311

Cordero RR, Damiani A, Jorquera J, Sepúlveda E, Caballero M, Fernandez S, Feron S, Llanillo PJ, Carrasco J, Laroze D, Labbe F (2018) Ultraviolet radiation in the Atacama Desert. Antonie van Leeuwenhoek 111:1301–1313. https://doi.org/10.1007/s10482-018-1075-z

Crawford KM, Bauer JT, Comita LS, Eppinga MB, Johnson DJ, Mangan SA, Queenborough SA, Strand AE, Suding KN, Umbanhowar J, Bever JD (2019) When and where plant-soil feedback may promote plant coexistence: a meta-analysis. Ecol Lett 22:1274–1284. https://doi.org/10.1111/ele.13278

Crits-Christoph A, Robinson CK, Barnum T, Fricke WF, Davila AF, Jedynak B, McKay CP, DiRuggiero J (2013) Colonization patterns of soil microbial communities in the Atacama Desert. Microbiome 1:1–13. https://doi.org/10.1186/2049-2618-1-28

De Deyn GB, Van der Putten WH (2005) Linking above-ground and belowground diversity. Trends Ecol Evol 20:625–633. https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.08.009

De Long JR, Fry EL, Veen GF, Kardol P (2019) Why are plant–soil feedbacks so unpredictable, and what to do about it? Funct Ecol 33:118–128. https://doi.org/10.1111/1365-2435.13232

del Río C, Garcia JL, Osses P, Zanetta N, Lambert F, Rivera D, Siegmund A, Wolf N, Cereceda P, Larrain H, Lobos F (2018) ENSO influence on coastal fog-water yield in the Atacama Desert, Chile. Aerosol Air Qual Res 18:127–144. https://doi.org/10.4209/aaqr.2017.01.0022

Díaz FP, Frugone M, Gutiérrez RA, Latorre C (2016) Nitrogen cycling in an extreme hyperarid environment inferred from δ 15 N analyses of plants, soils and herbivore diet. Sci Rep 6:1–11. https://doi.org/10.1038/srep22226

Evans SE, Dueker ME, Logan JR, Weathers KC (2019) The biology of fog: results from coastal Maine and Namib Desert reveal common drivers of fog microbial composition. Sci Tot Environ 647:1547–1556. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.045

González AL, Fariña JM, Pinto R, Pérez C, Weathers KC, Armesto JJ, Marquet PA (2011a) Bromeliad growth and stoichiometry: responses to atmospheric nutrient supply in fog-dependent ecosystems of the hyper-arid Atacama Desert, Chile. Oecologia 167:835–845. https://doi.org/10.1007/s00442-011-2032-y

González AL, Fariña JM, Kay AD, Pinto R, Marquet PA (2011b) Exploring patterns and mechanisms of interspecific and intraspecific variation in body elemental composition of desert consumers. Oikos 120:1247–1255. https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.19151.x

Jaeschke A, Böhm C, Merklinger FF, Bernasconi SM, Reyers M, Kusch S, Rethemeyer J (2019) Variation in δ15Nof fog-dependent Tillandsia ecosystems reflect water availability across climate gradients in the hyperarid AtacamaDesert. Global and Planetary Change 183: https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2019.103029

Klironomos JN (2002) Feedback with soil biota contributes to plant rarity and invasiveness in communities. Nature 417:67–70. https://doi.org/10.1038/417067a

Koch MA, Kleinpeter D, Auer E, Siegmund A, del Rio C, Osses P, Garcia JL, Marzol MV, Zizka G, Kiefer C (2019) Living at the dry limits: ecological genetics of *Tillandsia landbeckii* lomas in the Chilean Atacama Desert. Pl Syst Evol 305:1041–1053. https://doi.org/10.1007/s00606-019-01623-0

Koch MA, Stock C, Kleinpeter D, Del Rio C, Osses P, Merklinger FF, Quandt D, Siegmund A (2020) Vegetation growth and landscape genetics of *Tillandsia* lomas at their dry limits in the Atacama Desert show fine-scale response to environmental parameters. Ecol Evol 10:13260–13274. https://doi.org/10.1002/ece3.6924

Latorre C, González AL, Quade J, Fariña JM, Pinto R, Marquet PA (2011) Establishment and formation of fog-dependent *Tillandsia landbeckii* dunes in the Atacama Desert: Evidence from radiocarbon and stable isotopes. J Geophys Res Biogeosci 116:1–12. https://doi.org/10.1029/2010JG001521

Lauber CL, Strickland MS, Bradford MA, Fierer N (2008) The influence of soil properties on the structure of bacterial and fungal communities across land-use types. Soil Biol Biochem 40:2407–2415. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2008.05.021

Lekberg Y, Bever JD, Bunn RA, Callaway RM, Hart MM, Kivlin SN, Klironomos J, Larkin BG, Maron JL, Reinhart KO, Remke M, van der Putten WH (2018) Relative importance of competition and plant–soil feedback, their synergy, context dependency and implications for coexistence. Ecol Lett 21:1268–1281. https://doi.org/10.1111/ele.13093

Makhalanyane TP, Valverde A, Gunnigle E, Frossard A, Ramond JB, Cowan DA (2015) Microbial ecology of hot desert edaphic systems. FEMS Microbiol Rev 39:203–221. https://doi.org/10.1093/femsre/fuu011

Mangan S, Schnitzer S, Herre EA, Mack KML, Valencia MC, Sanchez EI, Bever JD (2010) Negative plant–soil feedback predicts tree-species relative abundance in a tropical forest. Nature 466:752–755. https://doi.org/10.1038/nature09273

Neilson JW, Quade J, Ortiz M, Nelson WM, Legatzki A, Tian F, LaComb M, Betancourt JL, Wing RA, Soderlund CA, Maier RM (2012) Life at the hyperarid margin: novel bacterial diversity in arid soils of the Atacama Desert, Chile. Extremophiles. 16:553–566. https://doi.org/10.1007/s00792-012-0454-z

Niering WA, Whittaker RH, Lowe CH (1963) The Saguaro: A population in relation to environment. Science 142:15–23. https://doi.org/10.1126/science.142.3588.15

Orellana R, Macaya C, Bravo G, Dorochesi F, Cumsille A, Valencia R, Rojas C, Seeger M (2018) Living at the frontiers of life: extremophiles in Chile and their potential for bioremediation. Frontiers Microbiol 9:2309. https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02309

Raux PS, Gravelle S, Dumais J (2020) Design of a unidirectional water valve in Tillandsia. Nature Commun 11:1–7. https://doi.org/10.1038/s41467-019-14236-5

Reverdy A, Hathaway D, Jha J, Sullivan J, Michaels G, Mac-Adoo DD, Riquelme C, Chai Y, Godoy VG (2020) Insights into the diversity and survival strategies of soil bacterial isolates from the Atacama Desert. bioRxiv 2020:09.24.312199. https://doi.org/10.1101/2020.09.24.312199

Rundel PW, Palma B, Dillon MO, Sharifi MR, Nilsen ET, Boonpragob K (1997) *Tillandsia landbeckii* in the coastal Atacama Desert of northern Chile. Revista Chilena Hist Nat 70:341–349

Sghaier H, Hezbri K, Ghodhbane-Gtari F, Pujic P, Sen A, Daffonchio D, Boudabous A, Tisa LS, Klenk HP, Armengaud J, Normand P, Gtari M (2016) Stone-dwelling Actinobacteria *Blastococcus saxobsidens*, *Modestobacter marinus* and *Geodermatophilus obscurus* proteogenomes. ISME J 10:21–29. https://doi.org/10.1038/ismej.2015.108

Smith-Ramesh LM (2018) Predators in the plant–soil feedback loop: aboveground plant-associated predators may alter the outcome of plant–soil interactions. Ecol Letters 21:646–654. https://doi.org/10.1111/ele.12931

Templer PH, Weathers KC, Ewing HA, Dawson TE, Mambelli S, Lindsey AM, Webb J, Boukili VK, Firestone MK (2015) Fog as a source of nitrogen for redwood trees: evidence from fluxes and stable isotopes. J Ecol 103:1397–1407. https://doi.org/10.1111/1365-2745.12462

Wang F, Michalski G, Seo JH, Granger DE, Lifton N, Caffee M (2015) Beryllium-10 concentrations in the hyper-arid soils in the

Folio013471

Atacama Desert, Chile: Implications for arid soil formation rates and El Niño driven changes in Pliocene precipitation. Geochim Cosmochimi Acta 160:227–242. https://doi.org/10.1016/j.gca.2015.03.008

Wardle DA, Bardgett RD, Klironomos JN, Setälä H, Van Der Putten WH, Wall DH (2004) Ecological linkages between aboveground and belowground biota. Science 304:1629–1633. https://doi.org/10.1126/science.1094875

Wardle DA (2006) The influence of biotic interactions on soil biodiversity. Ecol Lett 9:870–886. https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00931.x

Warren-Rhodes KA, Rhodes KL, Pointing SB, Ewing SA, Lacap DC, Gomez-Silva B, Amundson R, Friedmann EI, McKay CP (2006) Hypolithic cyanobacteria, dry limit of photosynthesis, and microbial ecology in the hyperarid Atacama Desert. Microbial Ecol 52:389–398. https://doi.org/10.1007/s00248-006-9055-7

Weathers KC (1999) The importance of cloud and fog in the maintenance of ecosystems. Trends Ecol Evol 6:214–215. https://doi.org/10.1016/S0169-5347(99)01635-3

Weathers KC, Ponette-González AG, Dawson TE (2020) Medium, Vector, and Connector: Fog and the Maintenance of Ecosystems. Ecosystems 23:217–229. https://doi.org/10.1007/s10021-019-00388-4

Westbeld A, Klemm O, Grießbaum F, Sträter E, Larrain H, Osses P, Cereceda P (2009) Fog deposition to a *Tillandsia* carpet in the Atacama Desert. Ann Geophys 27:3571–3576. https://doi.org/10.5194/angeo-27-3571-2009

Wolf N, Siegmund A, Del Río C, Osses P, García JL (2016) Remote Sensing-Based Detection and Spatial Pattern Analysis for Geo-Ecological Niche Modeling of Tillandsia SPP. In the Atacama, Chile. Int Arch Photogramm Remote Sensing Spatial Inform Sci 2:251–256

Zanetta N; del Río C, Osses P, García JL, Luengo Y, Wolf N, Siegmund A (2016) Spatio-temporal variability of fog water and its meteorological conditions in the coastal Atacama Desert, Chile. In: M Błaś, M Sobik (eds) 7th International Conference on Fog, Fog Collection and Dew. Wroclaw, Poland, 24 – 29 July, Proceedings book. FFCD, Wroclaw, pp 122–125

Publisher's Note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Folio013472

Plant Systematics and Evolution (2021) 307:58
https://doi.org/10.1007/s00606-021-01782-z

ORIGINAL ARTICLE

Spatial distribution and interannual variability of coastal fog and low clouds cover in the hyperarid Atacama Desert and implications for past and present *Tillandsia landbeckii* ecosystems

Camilo del Río[1,2] · Felipe Lobos-Roco[3,4] · Claudio Latorre[2,7,9] · Marcus A. Koch[5,6] · Juan-Luis García[1,2] · Pablo Osses[1,2] · Fabrice Lambert[1,11] · Fernando Alfaro[8,9] · Alexander Siegmund[6,10]

Received: 11 March 2021 / Accepted: 8 August 2021 / Published online: 15 September 2021
© The Author(s) 2021

Abstract

The hyperarid Atacama Desert coast receives scarce moisture inputs mainly from the Pacific Ocean in the form of marine advective fog. The collected moisture supports highly specialized ecosystems, where the bromeliad *Tillandsia landbeckii* is the dominant species. The fog and low clouds (FLCs) on which these ecosystems depend are affected in their interannual variability and spatial distribution by global phenomena, such as ENSO. Yet, there is a lack of understanding of how ENSO influences recent FLCs spatial changes and their interconnections and how these variations can affect existing *Tillandsia* stands. In this study, we analyze FLCs occurrence, its trends and the influence of ENSO on the interannual variations of FLCs presence by processing GOES satellite images (1995–2017). Our results show that ENSO exerts a significant influence over FLCs interannual variability in the Atacama at ~ 20°S. Linear regression analyses reveal a relation between ENSO3.4 anomalies and FLCs with opposite seasonal effects depending on the ENSO phase. During summer (winter), the ENSO warm phase is associated with an increase (decrease) of the FLCs occurrence, whereas the opposite occurs during ENSO cool phases. In addition, the ONI Index explains up to ~ 50 and ~ 60% variance of the interannual FLCs presence in the *T. landbeckii* site during summer and winter, respectively. Finally, weak negative (positive) trends of FLCs presence are observed above (below) 1000 m a. s. l. These results have direct implications for understanding the present and past distribution of *Tillandsia* ecosystems under the extreme conditions characterizing our study area.

Keywords Chile · ENSO · Fog ecosystems · GOES · Interdecadal Pacific Oscillation · Southeast Pacific Ocean

Handling editor: Marcus Koch.

Contribution to "Living at its dry limits - Tillandsiales in the Atacama Desert".

✉ Camilo del Río
cdelriol@uc.cl

1 Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

2 Centro UC Desierto de Atacama, Santiago, Chile

3 Departamento de Ingeniería Hidráulica Y Ambiental, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

4 Meteorology and Air Quality Group, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands

5 Centre for Organismal Studies, Heidelberg University, 69120 Heidelberg, Germany

6 Heidelberg Center for the Environment HCE, Heidelberg University, 69120 Heidelberg, Germany

7 Departamento de Ecología, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

8 GEMA Center for Genomics, Ecology and Environment, Universidad Mayor, Camino La Piramide 5750, Huechuraba, Santiago, Chile

9 Instituto de Ecología & Biodiversidad (IEB), Casilla 653, Santiago, Chile

10 Research Group for Earth Observation (rgeo), Department of Geography, Heidelberg University of Education, Heidelberg, Germany

11 Center for Climate and Resilience Research, Santiago, Chile

Folio013473

Introduction

The Atacama Desert, located along the western margin of the Andes Cordillera from southern Perú to northern Chile, is one of the oldest and driest places on Earth (Hartley et al. 2005; Clarke 2006). Its hyper-aridity has supposedly existed for at least 10 million years (Jordan et al. 2014; Armijo et al. 2015). However, the evidence of the variations of such an extreme climate is present at multiple timescales in the Andes and the Atacama central depression, where phases of increased moisture or anomalous precipitation events have been observed during the Pliocene (Amundson et al. 2012), Pleistocene, and Holocene (Gayo et al. 2012; Latorre et al. 2013; Santoro et al. 2017; McRostie et al. 2017; Pfeiffer et al. 2018).

Along the Atacama coast, climate variations have been associated not only with the infrequent rainfalls (Ortlieb, 1995; Houston 2006) but also with changes in the moisture inputs coming from the Pacific Ocean and, more specifically, with fluctuations of water inputs from marine advective fog (Latorre et al. 2011).

Fog and low clouds (FLCs) in the coastal Atacama are a consequence of complex oceanic-atmospheric interactions and the existence of high and pronounced coastal ridges that intersects the moist marine boundary layer. On the one hand, here we find cold coastal sea surface temperatures (SSTs) resulting from the northward-flowing Humboldt current and the upwelling of cold, nutrient-rich water masses (Thiel et al. 2007). On the other hand, the large-scale subsidence of warm and dry air masses typical of subtropical regions determines the formation of the Southeast Pacific Anticyclone (SEPA). This phenomenon triggers the formation of a strong thermal inversion layer (TIL) and therefore promotes the presence of a spatial-spread low-clouds deck within the marine boundary layer (MBL) (Serpetzoglou et al. 2008; Garreaud et al. 2011; Wood et al. 2011). When this extensive Stratocumulus cloud (Sc-cloud) deck intersects the Atacama Coastal Cordillera, it produces a highly dynamic advective marine fog (See Fig. 1a and 1b) (Cereceda et al. 2002; Garreaud et al. 2008; Muñoz et al. 2016; Lobos et al. 2018; del Río et al. 2018; 2021). Thus, the occurrence of FLCs in the study area results from the interactions between large-scale and local factors, such as the land-sea heat fluxes. Variations of air subsidence intensity and coastal SSTs are the main factors that determine the formation of the MBL and the strength of the TIL. Therefore, their variations in time and space define both the seasonal cycles and the synoptic and interannual variability of the FLCs frequency (Garreaud et al. 2007).

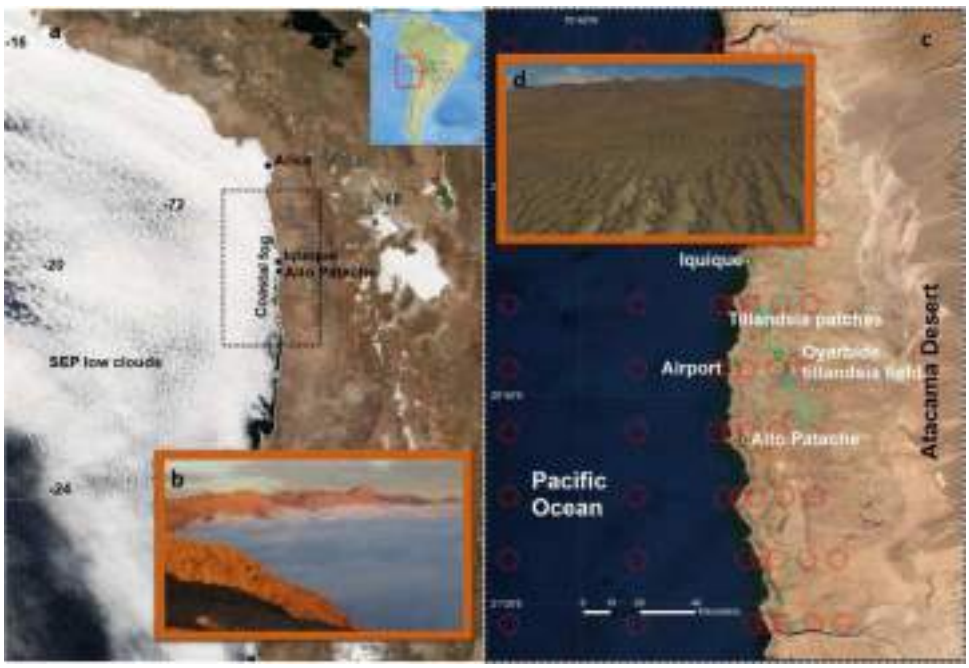


Fig. 1 The geographical context of the study area. **a** Low clouds over the south-east Pacific (SEP) along the coastal Atacama Desert (MODIS image 01–09-2017). The black dotted rectangle corresponds to the area analyzed by the GOES satellite; **b** advective fog intersecting the pronounced Coastal Cordillera at Alto Patache; **c** distribution of *Tillandsia landbeckii* patches (in green) along the Coastal Cordillera. This representation is based on a Google Earth interpretation. The red circles represent the sampling areas used to characterize the distribution and variability of fog and low clouds. Longitudinally, they are located at 65, 20, 5 km offshore, over the coastline, and at 5, 15 and 25 km inland; latitudinally every 21 km; **d** typical "banded distribution" of *Tillandsia landbeckii* ecosystems at Cerro Oyarbide

Folio013474

Over the last decade, various authors have analyzed the recent climatology and trends of the FLCs presence along the coast of northern Chile (Garreaud et al. 2008; Muñoz et al. 2011; 2016; Schulz et al. 2011a; 2011b; Seethala et al. 2015; del Río et al. 2018). For instance, Muñoz et al. (2016), using observations taken at airports located along the northern Chilean coast, suggested that there have been no changes in low cloud cover during summers over the last 30 years. However, this same dataset revealed a slight increase in low clouds cover in winter and early spring. These trends are consistent with the results of Seethala et al. (2015), who showed an increase in the annual average low clouds presence trend in the southeast Pacific for the period 1984–2009. However, these observations do not necessarily indicate the presence of fog or its interaction with the surface but rather correspond to Sc clouds presence over the Southeast Pacific Ocean and the coastal plain. This uncertainty makes it difficult to fully understand fog climates' temporal and spatial variations occurring on the Coastal Cordillera.

At the synoptic scale, the potentially significant influence of El Niño Southern Oscillation (ENSO) and the Interdecadal Pacific Oscillation (IPO) on FLCs interannual and decadal variabilities has been barely discussed. For the interannual timescales, del Río et al. (2018) showed higher fog presence and fog water yields during summer for strong-to-extreme El Niño years in the tropical and hyper-arid coastal northern Chile (~ 20° S). The opposite has been observed more south, in the semiarid region (~ 30° S), where higher fog presence occurs during spring in La Niña years (Garreaud et al. 2008). For the interdecadal timescales, an intensification of La Niña years has occurred over the last decades (during the current negative IPO phase) (Meehl et al. 2021; Sohn et al. 2013). This phenomenon has resulted in cooler sea-surface and air temperatures within the MBL and the intensification of the SEPA (Schulz et al. 2011a; Muñoz et al. 2016). These circumstances led to atmospheric stability and conditions which are presumably favorable to fog formation. Increased air subsidence is also related to the negative IPO and the consequent SEPA intensification. In addition, Schulz et al. (2011a) observations, based on radiosonde measurements, show a TIL altitude weak negative trend of the order of 90 m between 1960 and 2009 in Antofagasta. Also, the study of Muñoz et al. (2016) shows similar trends for the last three decades, together with a cloud base altitude decrease of the order of 100 m per decade. In recent decades, variations of the inversion base height and the cloud thickness have likely changed the FLCs distribution. While some regions may now lie above the typical fog range, other regions may be characterized by increasing FLCs occurrence. Thus, a space–time climate analysis of the FLCs phenomenon is relevant for climate studies and ecological purposes since FLCs have a crucial role in supporting "fog oasis" ecosystems (Rundel and Dillon, 1998).

The regular presence of a fog climate along the coastal Atacama also facilitates highly specialized ecosystems capable of surviving scarce water availability (Rundel and Dillon, 1998; Latorre et al. 2011; Koch et al. 2019; 2020). A significant component of these coastal fog-oases is the bromeliad plant of the genus *Tillandsia* (see Fig. 1c and d), in particular, *Tillandsia landbeckii,* a well-adapted, functionally rootless desert plant that forms discrete vegetation patches on the coastal relief of the Atacama (Masuzawa, 1985; Rundel and Dillon 1998; Muñoz-Schick et al. 2001; Pinto et al. 2006; Borthagaray et al. 2010; Latorre et al. 2011; Koch et al. 2019; 2020). As *T. landbeckii* depends mainly on fog for both water and nutrients provision, its spatial distribution is limited to small areas covered by coastal fog with sufficient frequency (Hesse, 2012). Therefore, this species could be used as an indicator of fog-climate changes such as FLCs distribution and water input variability. Based on this assumption, Latorre et al. (2011) and Jaeschke et al. (2019) analyzed radiocarbon and stable isotopes in buried *T. landbeckii* to relate variations of fog-water input to *T. landbeckii* presence and distribution during the late Holocene.

Manrique et al. (2010) discussed the effects of ENSO on fog oases of coastal Peru and Chile over the last few decades. The researchers obtained contradictory results regarding ENSO influences, as increased fog (together with its potential water-input) during La Niña years could be balanced by rains or drizzle conditions characterizing El Niño years. Furthermore, different authors have related FLCs spatial changes to climatic variations, observing how such changes are leading many diverse and fragile ecosystems to a state of vulnerability, mainly due to variations of the previously granted water input (Muñoz-Schick et al. 2001; Pinto et al. 2006; Schulz et al. 2011b; Koch et al. 2020).

The insufficient understanding of the FLCs dynamics along the coastal Atacama Desert leads to a series of research questions. Within this context, the present study focuses on exploring what drives the interannual variability of FLCs frequency in the Atacama. What is the role played by ENSO concerning FLCs presence and the vertical variations of the inversion layer? What is the spatial expression of these interannual variations? How do these variations impact fog-water input to *Tillandsia* ecosystems? To answer these research questions, we (1) characterize and analyze the spatiotemporal distribution of FLCs over recent decades (1995–2017) to detect significant trends and variations; (2) we assess the relationship between interannual variabilities of FLCs and ENSO anomalies; and (3) we describe the relation between recent FLCs spatial changes and the current distribution of *Tillandsia landbeckii*.

Folio013475

Methods and datasets

This study is chiefly based on fog and low clouds (FLCs) characterization using the Geostationary Operational Environmental Satellite (GOES) images. Furthermore, we compared sea surface temperature (SST) anomaly indexes to FLCs variations. Also, the marine boundary layer (MBL) vertical structure and the influence of ENSO phases on FLCs vertical distribution are both characterized using radiosonde datasets. Finally, we completed our analyses with high-resolution spatial mapping of *Tillandsia* ecosystems at Cerro Oyarbide. The discussion of the relationship between fog ecosystems and FLCs interannual variations is based on previous studies (Latorre et al. 2011; Koch et al. 2019, 2020).

Satellite data

We analyzed data obtained from the GOES to identify and characterize the FLCs coverage, spatial variability and significative trends. GOES satellite images were downloaded from the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) and the Comprehensive Large Array-data Stewardship System (CLASS) (https://www.avl.class.noaa.gov/saa/products/welcome). We used GOES images from the sensors Imager 8 and 13, with a spatial resolution of 1 and 4 km for their visible and thermal ranges, respectively.

First, we selected GOES satellite data related to a representative area for the hyper-arid sector of the Atacama Desert, between 19°S–21°50´S and 71°W–69°W (Fig. 1a and c). Then, GOES images were processed and analyzed to determine the percentage of FLCs frequency during September (from 1995 to 2017) and February (from 1997 to 2017). These 2 months were selected to obtain an annual overview since they represent the high and low FLCs seasons in the study area. September presents the maximum and February the minimum monthly values of fog water yields (L m^{-2} $month^{-1}$), which have been collected using a standard fog collector (SFC) (Schemenauer and Cereceda 1994) since 1997 at the Universidad Católica's Alto Patache field station (20° 49' S–70° 09` W, 850 m a. s. l.; see Fig. 1c) (Larraín et al. 2002; Cereceda et al. 2008; del Río et al. 2018). We analyzed five images per day, captured at 03:39, 07:39, 10:39, 15:39 and 21:39 UTC (00:39, 04:39, 07:39, 12:39 and 19:39 local time, respectively). The five selected observation daytimes are representative of the advective fog daily cycle since these correspond to its usual daily maximum (night) and minimum (noon), and its inflections at dawn and sunset (Farías et al. 2005). For a more fluent reading of this paper, local time hours will be used from now on. As the availability of images does not fully cover the years and specific analyzed daytimes, we applied a search buffer of ± 60 min. On some occasions, extended high clouds coverage impedes the correct detection of low clouds. For this reason, images with high cloud coverage above 20% were discarded from our analysis. In terms of representability, since the main temporal unit of this analysis is the month, a minimum of 15 images per selected daytime has been considered valid and representative of the monthly coverage. February 1995 and 1996 did not meet the minimum criteria for the number of images. Therefore, these months were excluded from our analysis. Finally, the images discarded due to the presence of high clouds correspond to 2 and 6% for February and September, respectively. For nighttime (see Table 1), images have been processed through the widely used method based on the brightness temperature differences between short (3.8 µm) and long (10.9 µm) infrared wavelengths (Eyre et al. 1984; Ellrod, 1995; Lee et al. 1997; Anthis and Cracknell 1999; Bendix 2002; Underwood et al. 2004; del Río et al. 2018; 2021). For the thermal difference results, we set a threshold of −2 K (adapted from Lee et al. 1997) so that images presenting lower values were classified as low clouds conditions and the ones presenting higher values as cloud-free ones. Then, pixels classified as low clouds were tested through two more filters. First, we detected whether the cloud top temperature, estimated based on its brightness temperature at 10.9 µm wavelength, is above or below the 273 K threshold (Torregrosa et al. 2015). Pixels under the temperature threshold were classified as high clouds and those above the threshold as low

Table 1 Satellite classification for the observed daytimes. The first column indicates the algorithm used for February and September (day or night). The second column shows the thresholds used for day and night thermal differences classification. Finally, the third column reports the probability of detection (POD) as a classification performance indicator

	Used algorithm		Threshold		POD	
Local time	Feb	Sep	Feb	Sep	Feb	Sep
0:39	Night	Night	−2 K	−2 K	1	1
4:39	Night	Night	−2 K	−2 K	1	0.967
7:39	Day	Night	−3 rad	−2 K	0.964	1
12:39	Day	Day	−5.5 rad	−5 rad	1	0.971
19:39	Day	Night	−5 rad	−2 K	0.958	0.833

Folio013476

clouds. Second, we performed a spatial variability analysis to validate the FLCs presence based on the homogeneity of the cloud deck. A similar validation method was successfully applied in the Namib Desert by Andersen and Cermak (2018). Furthermore, we conducted a segmentation analysis based on the variance similarity of the thermal band difference. We formed pixel groups with a minimum of 100 km^2. Then, within each segmented pixel group, those with one standard deviation (SD) were classified as low clouds, while those groups with a higher than one SD were classified as no clouds, assuming that these correspond to desert soil, salt flats or local radiative fog produced inland.

For daytime (see Table 1), images were processed through change-detection techniques using the visible range and their thermal temperatures at 10.9 µm wavelength (Jedlovec and Laws, 2003; Torregrosa et al. 2015). First, for the visible range (0.55–0.75 µm), a clear sky image (100% absence of clouds) was selected for February and September at each analyzed daytime. Then, every visible image was compared to the corresponding and previously selected clear-sky one to identify, by contrast, areas with or without cloud presence. We set a threshold of ± -5 radiance (see Table 1) for these results so that lower values were considered to indicate low clouds presence, while higher values were associated with a cloud-free condition. For the nighttime observations, the second method used to differentiate high and low clouds images is based on whether their brightness temperature at 10,9 µm wavelength is above or below the 273 K threshold (Torregrosa et al. 2015).

Finally, we validated night and daytime pixels identified as low clouds for February and September 2017 by comparing them with ground truth observations (taken by the Ground Optical Fog Observation System GOFOS) (del Río et al. 2021). The correlation between GOFOS results and the corresponding satellite data showed a 96% agreement for nighttime and 93% agreement for daytime, with a root mean square error (RMSE) of 0,051 and 0.103 for February and September, respectively. In addition, Table 1 provides information concerning the applied algorithm (day or night one) and the corresponding classification thresholds for the brightness temperature (night) and optical differences (day) for each analyzed daytime. Moreover, in Table 1, we also report a performance indicator of the classification process based on the comparison between results obtained by GOFOS and GOES. Here, we included the probability of detection (POD), expressed by values between 0 and 1, where 1 corresponds to a perfect FLCs detection (Cermak, 2012; Andersen and Cermak, 2018).

The satellite results were analyzed through two different spatial approaches to observe the FLCs' interannual variability and trends and relate these with oceanic indices. First, we defined systematic sample areas for the FLCs interannual variability. These ~ 35 km^2 sample areas keep a latitudinal distance between them of 21 km approximately (see red circles in Fig. 1c). From West to East, these areas are located at 65 km offshore, 20 km offshore, 5 km offshore, over the coastline, 5 km inland, 15 km inland and 25 km inland. Second, to correlate FLCs interannual variations with oceanic indices, a chain-cluster analysis was applied (Jensen 2005) to areas with a similar FLCs frequency of presence. We identified four clusters for each analyzed month (February and September) based on the FLCs presence dataset.

Sea surface temperature anomalies

Sea surface temperature (SST) data were obtained from the Oceanic Niño Index (ONI) to assess the relationship between interannual SST anomalies and FLCs variability. The analyzed index corresponds to a 3-month running mean of SST anomalies in the central Pacific zone 3.4 (5°N–5°S; 120°W–170°W). These datasets were downloaded from the Climate Prediction Center of the NOAA/ National Weather Service (https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php). Then, monthly SST values were compared with monthly satellite estimates of FLCs presence for the same time period.

Marine boundary layer characterization

We characterize the marine boundary layer (MBL) vertical structure over the study area by analyzing the radiosoundings' observations from the Chilean Meteorological Service (Dirección Meteorológica de Chile). Such radiosoundings are launched daily at 12:00 UTC (08:00 local time) from the Antofagasta airport (23.45361° S, 70.44056° W). To complete the MBL vertical characterization, we also analyze the sea surface temperature (SST) for the coastal Atacama Desert (19.5–24.5 S, 150 km offshore). The SST data were obtained from the NOAA AVHRR satellite product using the Google Earth Engine platform (Gorelick et al. 2017). We analyzed data of February and September between 1995 and 2017, which corresponds to the same period analyzed through GOES satellite imagery. We performed a two-steps analysis. First, we described the statistics of the MBL-thermal structure along with its surface and free tropospheric processes during ENSO phases. During this phase, we analyzed the SST, the MBL potential temperature (θ), the MBL height (h), the thermal inversion layer ($\Delta\theta$) and the free tropospheric thermal gradient ($\gamma\theta$). Then, once we obtained a robust statistic of the MBL structure, we describe the vertical profiles of potential temperature (θ) and specific humidity (q) during extreme ENSO phases observed in February and September. In doing so, we stretch the differences among these results to obtain an interpretation that correlates the fog frequency observed by the satellite and the MBL vertical structure observed during ENSO phases.

Folio013477

Results and discussions

The presentation and discussion of the results are structured according to the three main goals set out in the introduction of this article. First, we analyze the fog and low clouds (FLCs) spatiotemporal distribution, characterizing its frequency of presence, seasonal and daily cycles, interannual variability and trends. Second, we discuss our results regarding the influence of ENSO on FLCs interannual variations. Finally, we consider how our results on recent spatiotemporal FLCs changes relate to the past and present spatial distribution of *Tillandsia landbeckii.*

Fog and low cloud spatiotemporal distribution

Seasonal and diurnal FLCs presence cycles

To assess FLCs seasonal and diurnal cycles, we derived average FLC presences from the Geostationary Operational Environmental Satellite (GOES) images for February and September. To study seasonal differences, all five-observation daytimes are considered. As expected for this latitude (~ 20°S), February (summer) presents the minimum Sc-clouds presence (e.g., ~ 15% over the ocean areas and ~ 4% over coastline areas), while September (early spring) is characterized by the maximum Sc-clouds occurrence (e.g., ~ 75% over the ocean areas and ~ 55% over coastline areas). Here, FLCs spatial distribution is highly determined by local topography considering that the prominent Coastal Cordillera (with elevations > 1300 m a. s. l.) acts as a natural barrier for fog penetration. In February, in the presence of FLCs, the base of the thermal inversion layer is higher, and the scarce FLCs summer subsistence is only occasionally able to reach farther inland (Fig. 2a). Conversely, September's dataset shows a high FLCs presence in areas between the coast and 1000 m a. s. l., with values gradually decreasing for higher elevations (Fig. 2b). In September, the base of the thermal inversion layer is at ~ 1000 m a. s. l. (del Río et al. 2021); thus, a high percentage of the advective low stratus clouds is forced by the coastal ridges to stay at 1000 m a. s. l. or below. At the same time, the presence of fog corridors is associated with areas with lower reliefs through which the fog access inland, consistently with the observations of Farias et al. (2005). For September, Fig. 2b shows an apparent decrease of FLCs presence from West to East. Within the first ~ 15 km onshore, an area considered representative of the advective fog belt, we found an average FLCs presence of 50–20%, characterized by high spatial variability.

Figure 3 shows the FLCs presence anomalies reported in Fig. 2 for the five-observation daytimes in February and September. These anomalies resulted from the different FLCs average between the selected hour and the five-observation daytimes. In September, we observe higher FLCs presence over the ocean and the first ~ 15 km onshore at night and early morning, when surface temperatures over the ocean do not significantly contrast with the ones at land, generating calm wind conditions (Lobos-Roco et al. 2021). Within these conditions facilitating the air condensation and limiting the inland transport, the FLC deck stays steady above the ocean while it causes higher radiative cooling. During the night and early morning, the elevated MBL moisture, the ocean–land low thermal contrast and the bounded MBL

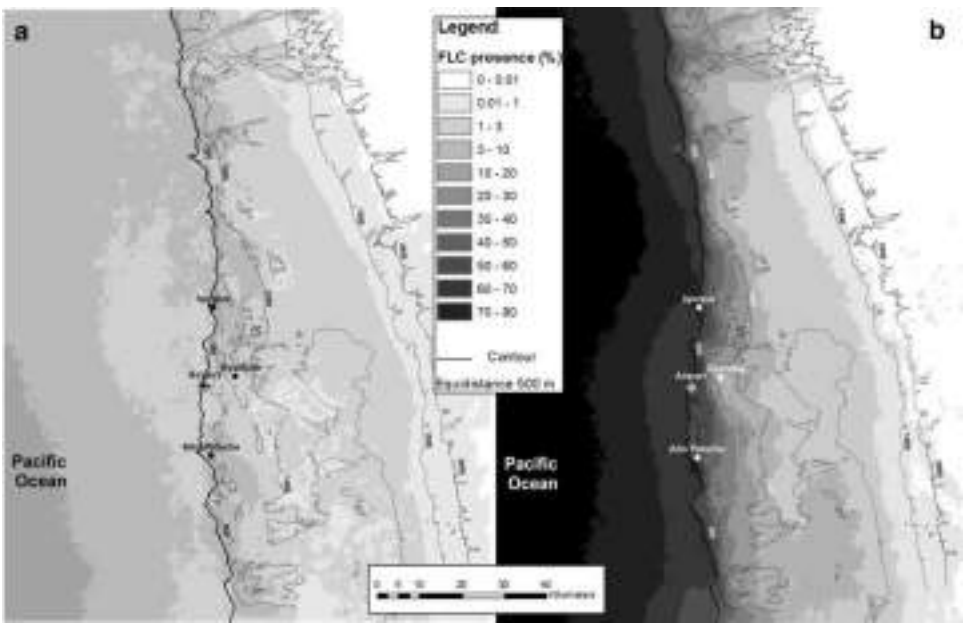


Fig. 2 Percentages of FLCs presence (**a**) for February and (**b**) for September during the study period (1995–2017). Adapted from del Río (2020)

Folio013478

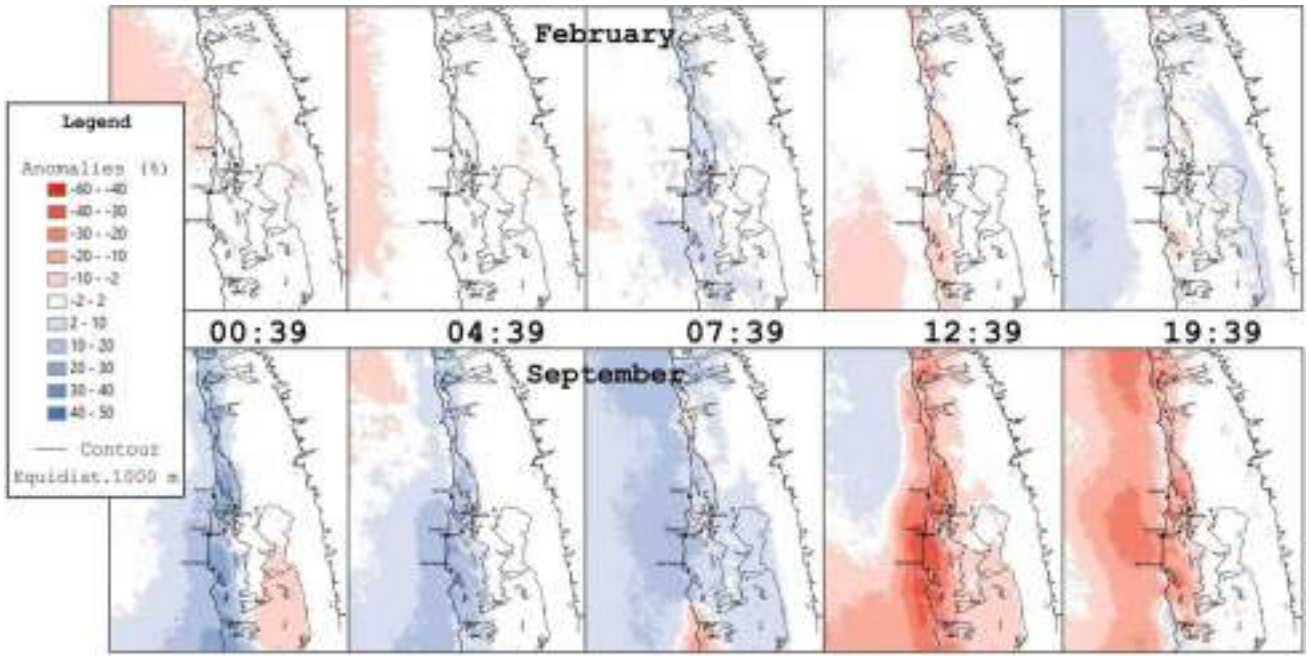


Fig. 3 February and September fog and low clouds (FLCs) presence anomalies, in percentage related to the daily mean, for the different analyzed hours (local time) within the study period (1995–2017). Red and blue shades show FLCs presence negative and positive anomalies, respectively. White shades indicate no variation

depth increase FLCs formation over the ocean and onshore areas, until reaching the Coastal Cordillera that obstacles MBL influx to inland areas. At 00:39, 04:39 and 07:39, we observed a higher FLCs presence until a 1000 m a. s. l. altitude. Then, FLCs gradually disappear in the morning as solar radiation increases, dissipating the cloud presence during the daytime. The FLCs morning dissipation over the land is related to two processes. First, the increased land temperature (solar radiation) provoke a stratification in the interphase ocean–land that inhibits the MBL well-mixed (Lobos et al. 2018). Second, the diurnal circulation observed over the Atacama Desert returns the airflow described by Rutllant et al. (2003), increasing the subsidence and dry air advects and therefore contributing to dissipate the FLCs. From noon to the evening, southerly winds face those areas where the coastline has a southwest orientation and a high elevation. These conditions provoke the rise of air masses, which cool and condense forming orographic fog (Cereceda et al. 2002). This phenomenon can be observed in the September 19:39 image of Fig. 3. Areas with a regular presence of orographic fog have been associated with the location of unique fog oases (e.g., Alto Patache) (Muñoz-Schick et al. 2001).

In February, the maximum FLCs presence occurs during the night and especially at dawn (07:39) when lower air temperatures prevail. At noon, inland FLCs presence is almost null due to the desert heating. At the same time, very low FLCs are observed in the offshore area close to the coast. According to Rutllant et al. (2003), the FLCs absence during the noon-afternoon is caused by the enhanced air subsidence over the coast due to the convection created by the heating of the western slopes of the Andes.

Fog and low clouds interannual variability

The interannual variability of the FLCs presence is described under spatial and temporal perspectives for the sampling areas (offshore and inland, see Fig. 1c) throughout the study period (1995–2017). First, we analyzed the relationships among the FLCs presence variations of different sampling areas. Second, we observed the interannual variability, based on the FLCs presence monthly averages and expressed in standard deviation (SD). Table 2 reports the percentages of FLCs presence's hourly and daily means for February and September, together with their interannual variability. February presents a similarly high FLCs presence variability of the same order as the mean itself for the different analyzed areas and times because of the low FLCs presence during summer. However, the lowest interannual variations are detected at 65 km offshore for all the observation daytimes, while the highest interannual variations are found in nearshore areas. During September, the FLCs presence interannual variability is significantly lower than the one observed in February. Hourly and daily means of this variability present similar patterns characterized by lower variations offshore and higher variations inland.

Folio013479

Table 2 February and September FLCs presence percentages (%) for the period 1995–2017 and FLCs interannual variability in standard deviations (SD), estimated based on monthly FLC averages

	0:39		4:39		Local time 7:39		12:39		19:39		Daily mean	
	%	SD	%	SD	%	SD	%	SD	%	SD	%	SD
February												
65 km offshore	7.1	5.8	6.1	5.8	7.9	6.7	7.9	7.8	15.9	7.8	9.0	5.9
20 km offshore	2.3	2.4	3.2	3.9	4.7	5.2	2.6	3.0	5.6	4.3	3.7	3.1
5 km offshore	1.4	2.1	2.3	3.3	4.7	5.9	2.5	3.2	4.0	3.5	3.0	2.8
Coastline	2.3	2.4	2.9	3.5	5.5	6.0	1.6	2.3	3.8	3.5	3.2	2.7
5 km inland	3.6	3.0	4.0	4.1	7.0	6.5	1.2	1.8	3.5	3.2	3.8	2.8
15 km inland	3.1	2.6	2.7	2.9	6.6	6.2	0.7	1.1	2.4	2.2	3.0	2.1
25 km inland	0.7	0.9	0.9	2.0	3.3	4.9	0.7	1.0	2.3	2.1	1.6	1.5
September												
65 km offshore	74.5	10.7	76.1	10.6	81.2	10.3	74.6	9.8	71.3	12.3	74.7	9.5
20 km offshore	71.6	11.1	73.5	11.8	79.9	9.9	68.4	10.8	49.6	12.6	67.6	9.9
5 km offshore	66.9	11.2	64.4	11.6	64.2	9.0	35.5	12.3	46.6	13.5	54.8	9.5
Coastline	65.2	10.2	61.0	10.7	57.6	9.1	35.1	11.7	45.3	14.2	52.3	8.4
5 km inland	54.7	8.9	48.9	8.0	41.9	8.7	14.5	6.7	24.0	11.1	36.4	5.5
15 km inland	27.9	6.5	24.6	4.9	20.6	7.6	1.0	1.0	6.5	5.3	15.9	3.2
25 km inland	8.9	4.3	9.2	3.3	10.6	6.0	0.2	0.4	2.9	3.6	6.2	2.1

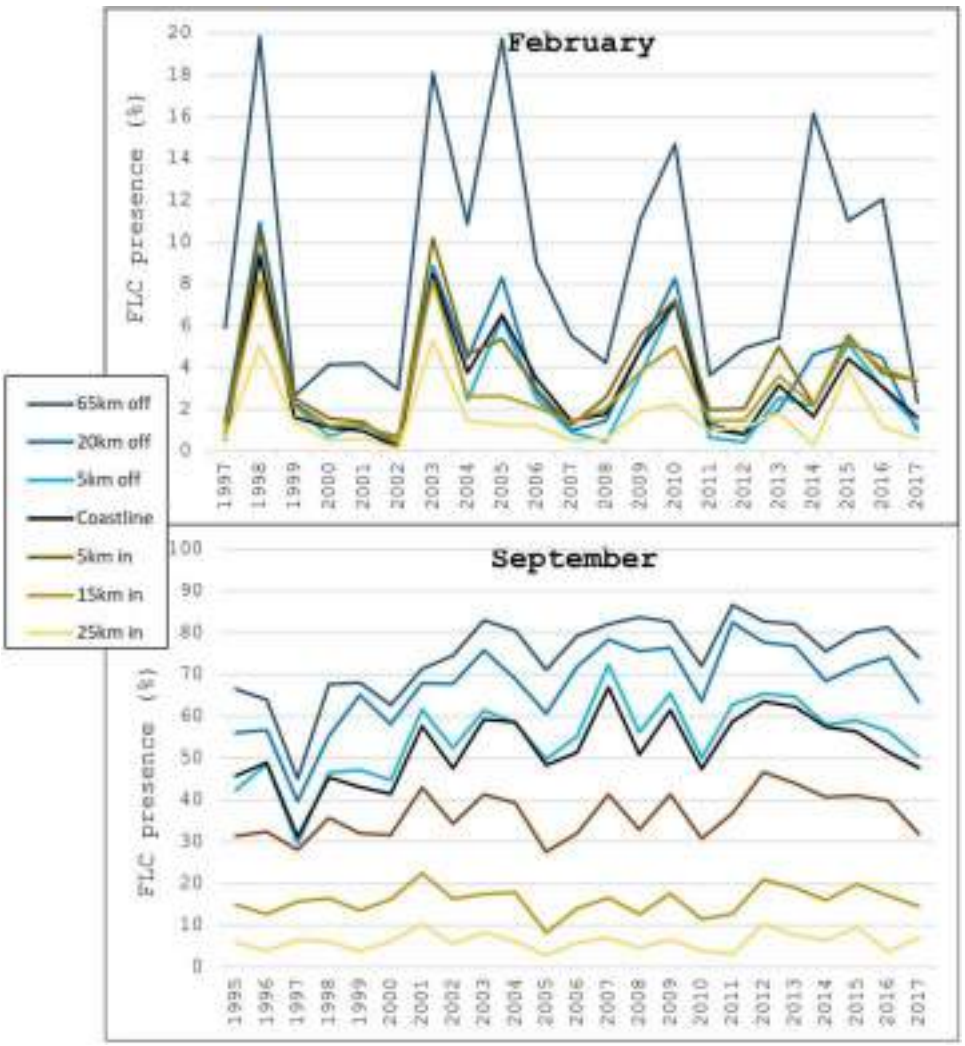


Fig. 4 February and September mean FLCs presence and its interannual variability. "off" and "in" are the abbreviations for offshore and inland, respectively. Adapted from del Río (2020). Note that the *y*-axes show different magnitudes of FLCs presence: the February *x*-axis (top) starts in 1997 and September (bottom) starts in 1995

Folio013480

FLCs presence interannual variations of offshore and onshore areas are significantly correlated to each other in February. At the same time, the correlation between the FLCs presence 65 km offshore and in the other sampling areas decreases toward the coast. For example, there is a correlation of $r = +0.85$ and $r = +0.62$, with a 99% confidence level ($p < 0.001$) between observations taken 65 km offshore and 5 km offshore and 25 km inland, respectively (Fig. 4). Here, the higher altitude of the thermal inversion layer (TIL) during February generates a scarce FLCs presence and the influence of the relief over FLCs spatial distribution is lower. In Fig. 4, February's results show that the highest values for FLCs presence occur in the years 1998, 2003, 2005, 2010, and 2014–2016, while the lowest ones are observed in the years 1999–2002, 2008, 2011–2012 and 2017.

For September, no significant correlations emerged between FLCs presence in onshore areas (especially those located 15 km and 25 km inland) and offshore ones. Moreover, minimum and maximum FLCs frequency years do not correspond for onshore and offshore areas (see Fig. 4). September also shows a large interannual variability, but a clear FLCs presence trend is observed at the same time. This trend moved from a period of lower (1995–2000) to one of maximum (2007–2012) FLCs presence, and finally decreased (2013–2017) (Fig. 4).

FLCs interannual variations observed for different daytimes in February (Fig. 5) show slight differences compared to the FLCs daily mean (Fig. 4). Results referring to all the observed daytimes show that the most significant FLCs average variability is found in areas close to the coast. In the ocean (20 and 5 km offshore areas), the highest FLCs interannual variability is detected at 04:39 and the lowest at 19:39. Over the coastline and 5 km onshore, the highest FLCs interannual variability occurs at noon and the lowest is again at sunset. This pattern recurs for 15 and 25 km inland areas. The years in which maximum and minimum FLCs presence occurred are characterized by a high agreement among their FLCs daily observations. As expected, the FLCs interannual variability observed for the five selected daytimes in September shows similar patterns compared to the correspondent daily mean, with a lower relative variation over the ocean and near shore areas, and higher relative variation in the inland ones (see Fig. 5). Despite the FLCs variations characterizing the sampled daytimes, the variability was higher at noon and sunset for all the sample areas, particularly from 5 km offshore toward the inland. Conversely, lower FLCs variability was observed at dawn and night.

Fog and low clouds trends

The FLCs satellite identification for September and February within the study period (1995–2017) provides us evidence to determine FLCs presence tendencies. Based on the cluster areas (shown in Fig. 7) and using daily averages, it is possible to observe differing trends between observations corresponding to the ocean surface, nearshore areas (both onshore and offshore), and inland ones.

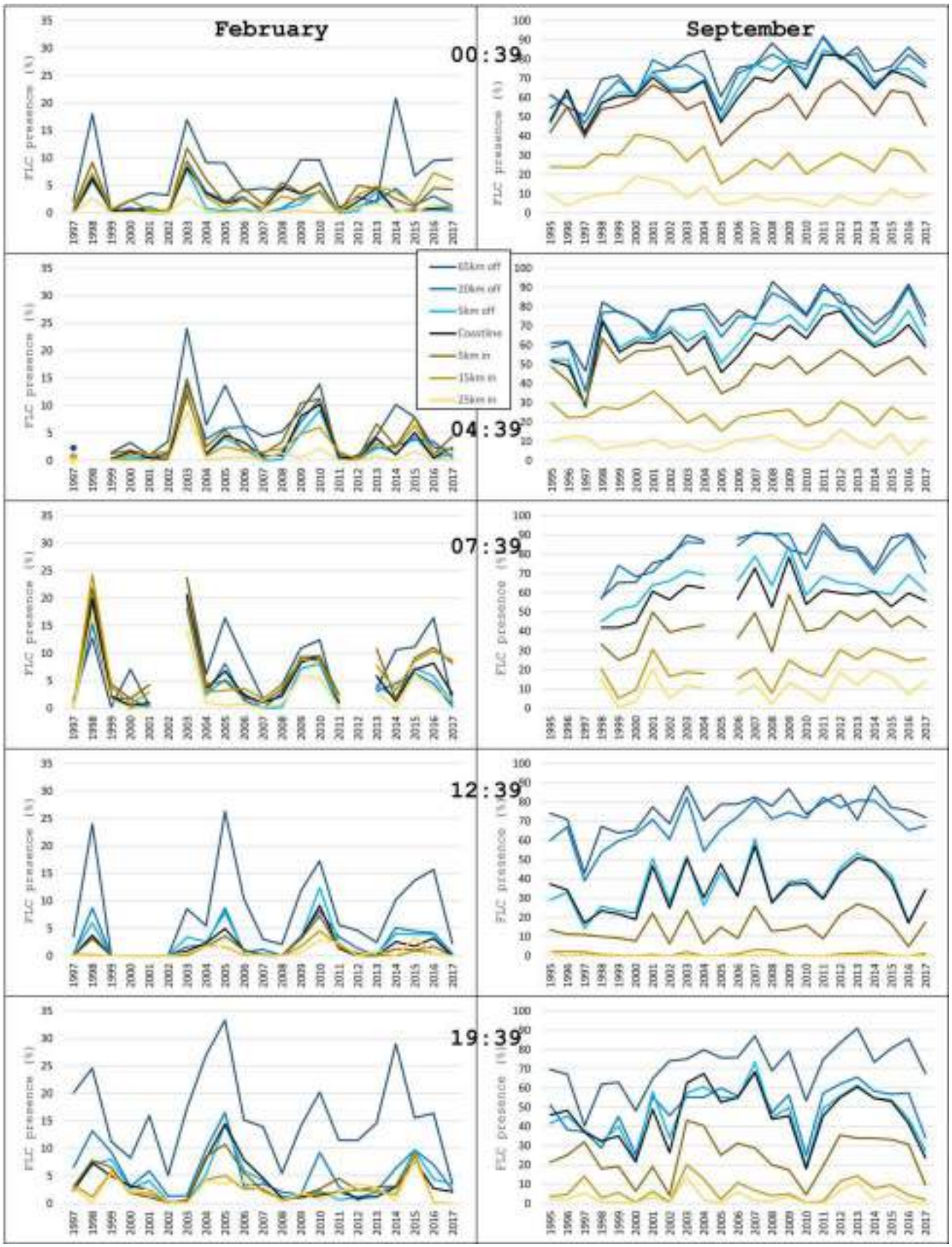
In September, by applying linear regression, FLCs daily presence average changes over the ocean (cluster 1) showing a weak, yet statistically significant, positive trend (1%/annual; $p < 0.001$). The same trend is also present in cluster 2 (0.9%/annual; $p < 0.001$), which mainly covers the nearshore areas, both offshore and onshore. This trend reveals that the average FLCs presence in clusters 1 and 2 increased by ~ 20% between 1995 and 2017. In the onshore and inland areas (clusters 3 and 4), the trend showed again to be weak and positive (0.8%/annual; $p < 0.002$). However, cluster 4 is not expected to be statistically significant due to the continuous very low FLCs presence in this area.

Figure 6 shows the FLCs presence trend based on monthly averages for the study period, using the Theil–Sen method for a pixel-by-pixel scale of analysis. Within this figure, differences are visible between ocean areas, nearshore areas and inland ones. Figure 6 also shows that between the coastline and ~ 1000 m a. s. l., a weak-positive trend prevails, whereas above this altitude (1000 m a. s. l.) some limited areas present a weak-negative trend (e.g., over the Oyarbide *Tillandsia* field). These results, consistent with those described by Schulz et al. (2011a), highlight the interplay between FLCs presence trends, the thermal inversion layer altitude and the topography of the study area. These findings are particularly relevant when considering that the areas characterized by a decreasing FLCs trend, corresponding to the location of *Tillandsia* fields, might be affected by a decreasing presence of fog, provider of water and nutrients inputs. Figure 6 also reveals that the areas with a weak and negative trend are not found along the entire 1000 m contour line, but rather in those areas where the altitudes near 1000 m a. s. l. are closer to the coast and with an S-SW orientation, opposite to the predominant wind direction (Muñoz and Garreaud, 2005). The latter highlights the influence of these factors on fog occurrence and, consequently, the presence and geographical distribution of Tillandsia fields (Pinto et al. 2006).

In February, a higher FLCs fragmentation indicates low FLCs presence and less regular cloud deck formation. This results in an almost null FLCs presence trend over the study period, with no statistical significance in any studied areas (ocean, nearshore and inland ones).

The null FLCs presence trends detected during February within the different cluster areas are consistent with those observed by Muñoz et al. (2016) at the Iquique Airport, where FLCs summer presence results equivalent to its average over the last 30 years. A similar condition occurs during winter–early spring when we detected a weak-positive trend over the ocean and in nearshore areas,

Folio013481



Folio013482

◂**Fig. 5** February and September analyzed daily hourly-means of fog and low clouds (FLCs) frequency and its interannual variability. "off" and "in" are the abbreviations for offshore and inland, respectively. Adapted from del Río (2020)

consistently with the Airport observations. Moreover, in agreement with our results, Seethala et al. (2015) showed an increase of the low clouds annual average trend in the southeast Pacific (SEP) for 1984–2009 based on global satellite data. Despite the accordant results obtained by the latter study, these should be interpreted with caution, as the research mainly addressed low clouds over the Pacific Ocean on a synoptic scale, not necessarily capturing the coastal-land influences on these clouds. Conversely, the studies of Schulz et al. (2011a) and Quintana and Berrios (2007), also based on the Iquique Airport observations, show negative trends in cloud cover. However, these researchers applied different methodological approaches, based on observations made at specific daytimes, and using different criteria for what we have defined as "low cloud" in this article. On the other hand, they analyzed a more extended time series compared to our study, including the decade of the 1970s when a significant increase in low cloud presence occurred.

We have not found prior results to compare with the FLCs cover weak-negative trend that we observed above ~ 1.000 m a. s. l. in the Coastal Cordillera during September. In this month, while FLCs presence increases in the ocean and nearshore areas, it decreases in higher reliefs. In the area next to the Oyarbide Tillandsia fields, del Río et al. (2021) estimated a mean altitude of the thermal inversion layer of 1060 m a. s. l. with a 1000 m a. s. l. mode and ± 150 m of variability for September 2016 and 2017. Such results, derived by the analysis of satellite images, suggest a decreased FLCs presence for these areas. However, local factors such as topography, wind speed and wind direction can influence fog distribution in ways that are still not sufficiently understood. Furthermore, these factors could counteract a decline in the thermal inversion layer. The dieback in fog-dependent vegetation observed by Schulz et al. (2011b) is a possible evidence of this negative trend since less fog coverage leads to less water input and a consequent decreasing presence of these species.

The resulting trends must be interpreted in a decadal time frame during which La Niña cold conditions have characterized the Pacific basin considering that both the Interdecadal Pacific Oscillation (IPO) and the Pacific Decadal Oscillation (PDO) indexes show a cooling climate since the late 1990s (Sohn et al. 2013; Witiw and LaDochy, 2015). La Niña pattern entails oceanic-atmospheric conditions characterized by an intensification of the SEPA, which is related to higher air subsidence in the subtropical region, a strengthening of the thermal inversion layer, a shallower MBL, and cooler temperatures (Garreaud et al. 2008; Muñoz et al. 2016). Various authors have observed physical variations caused by La Niña. For example, Falvey and Garreaud (2009) and Vuille et al. (2015) documented a cooling of surface temperatures along the northern Chilean coast during the last decades. This phenomenon is associated with a strong vertical stratification of air temperatures over central and northern Chile and implies an intensified thermal inversion layer, determining increased temperatures above and cooler ones below it. These conditions are propitious for FLCs formation and therefore consistent with the tendency we observed.

Additionally, we must consider the influence of global warming on these trends. Seethala et al. (2015) suggest that the observed SEP FLCs formation trends may be related to natural variations and not necessarily to systematic responses to global warming. Contrarily, Vuille et al. (2015) suggest that the time and magnitude similarities between temperature changes and trends in the Andes and the west coast of South America are unlikely to occur due to natural cycles only and are better correlated with an average rise in global warming. Although various climate models' projections for the coastal Atacama do not correctly detect the recent MBL cooling (Falvey and Garreaud 2009), nor properly characterize its physics and dynamics (Seethala et al. 2015), climate models agree that the temperature over the thermal inversion will continue to rise (Vuille et al. 2015) and that the SEPA will continue to strengthen (Falvey and Garreaud., 2009). Higher temperatures above the thermal inversion layer, together with an enhanced SEPA, would imply a strengthening of the inversion layer itself, leading to increased stability between the atmosphere layers. Consequently, favorable conditions for the FLCs formation might persist or increase. This assumption could only be confirmed by analyzing longer time-series datasets.

ENSO influences on FLCs variability

In this section, we describe and discuss ENSO influence on FLCs presence and the MBL growth in summer and winter, two seasons corresponding to the lowest and the highest FLCs occurrence, respectively.

ENSO influences on FLCs presence

To analyze the SST influence on the FLCs formation, we assessed the relationship between ONI (an indicator of ENSO phases) and the estimated FLCs presence within the cluster areas (indicated in Fig. 7). February FLCs interannual variability is closely related to ENSO 3.4 SST anomalies, especially in cluster areas 1 and 2, which correspond to the ocean and onshore areas close to the coast (Fig. 7a). The results related to these areas show significant correlations between FLCs presence and ONI (Pearson's: $r = +0.66$

Folio013483

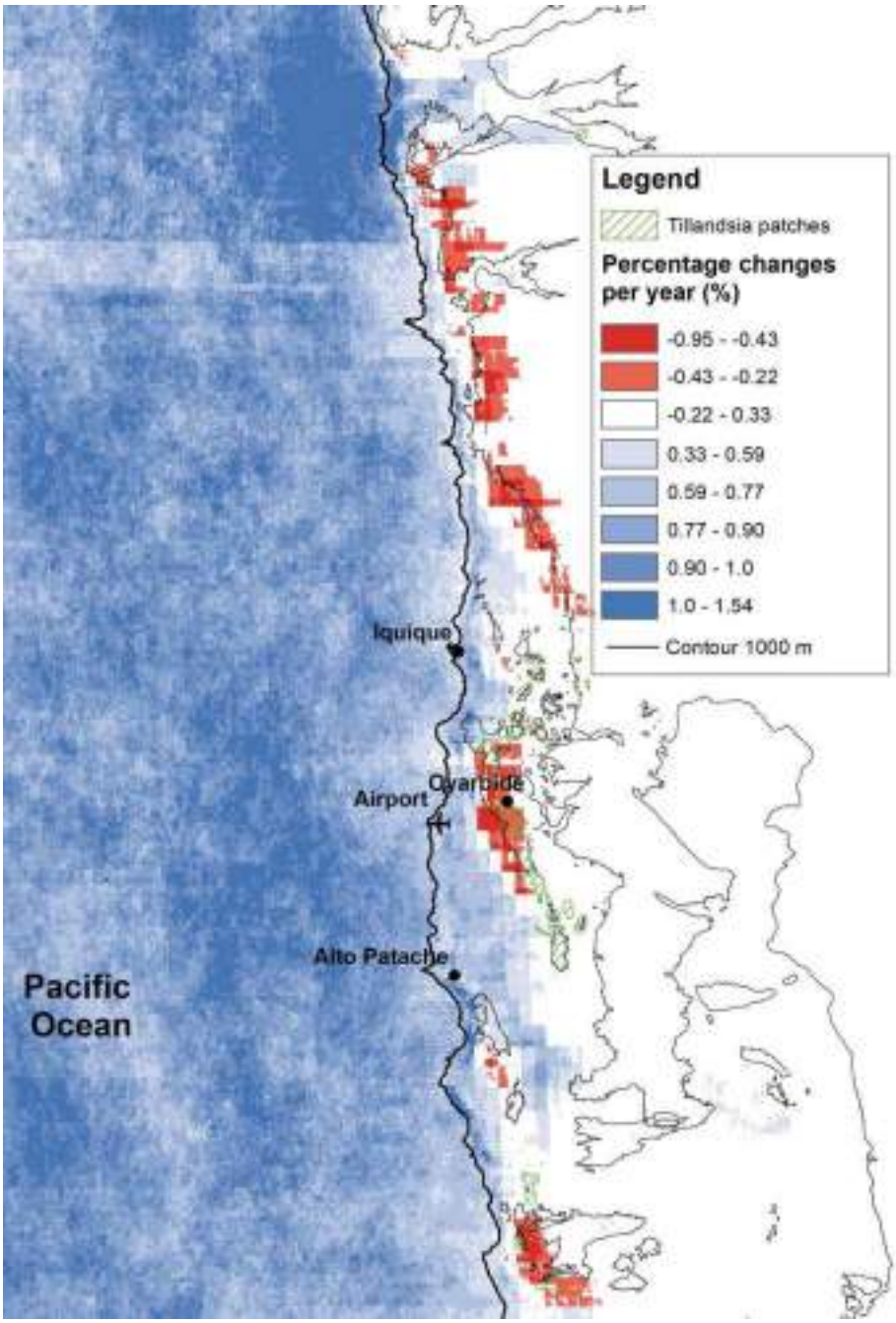


Fig. 6 Median trend slopes of daily mean FLCs frequency for September (1995–2017). Weak and negative trends are mainly observed in areas above the 1000 m a. s. l., where most of the *Tillandsia* fields are located (e.g., Oyarbide)

and $r = +0.68$, respectively, with a 99% confidence level; $p < 0.001$; Kendall's rank: $\tau = +0.36$; $p < 0.02$ and $\tau = +0.49$; $p < 0.002$, respectively). The results concerning cluster areas 3 and 4 do not show the same significant correlations, which is to be expected due to a very-low-to-null FLCs presence. We observed positive correlations between FLCs presence and ONI with the ENSO warm phase (El Niño), which is related to higher FLCs presence over the ocean and coastal areas. Conversely, under an ENSO cool phase (La Niña), we detected a lower FLCs presence. The maximum FLCs presence occurred in ENSO warm phases characterized by different intensities, for example, the ones reported in the years 1998 (strong), 2003 and 2005 (weak) and 2010 (moderate). On the other hand, minimum FLCs presence occurred during ENSO (−) years which also present varying intensities, for example, the ones of the years 1999–2000, 2008 and 2011 (Moderate), 2001 and 2012 (weak), and even of some neutral years, such as 2002 and 2017.

Despite the high correlation between ENSO and FLCs presence during February, there are few years when the same correlation is not significant, although this result varies

Folio013484

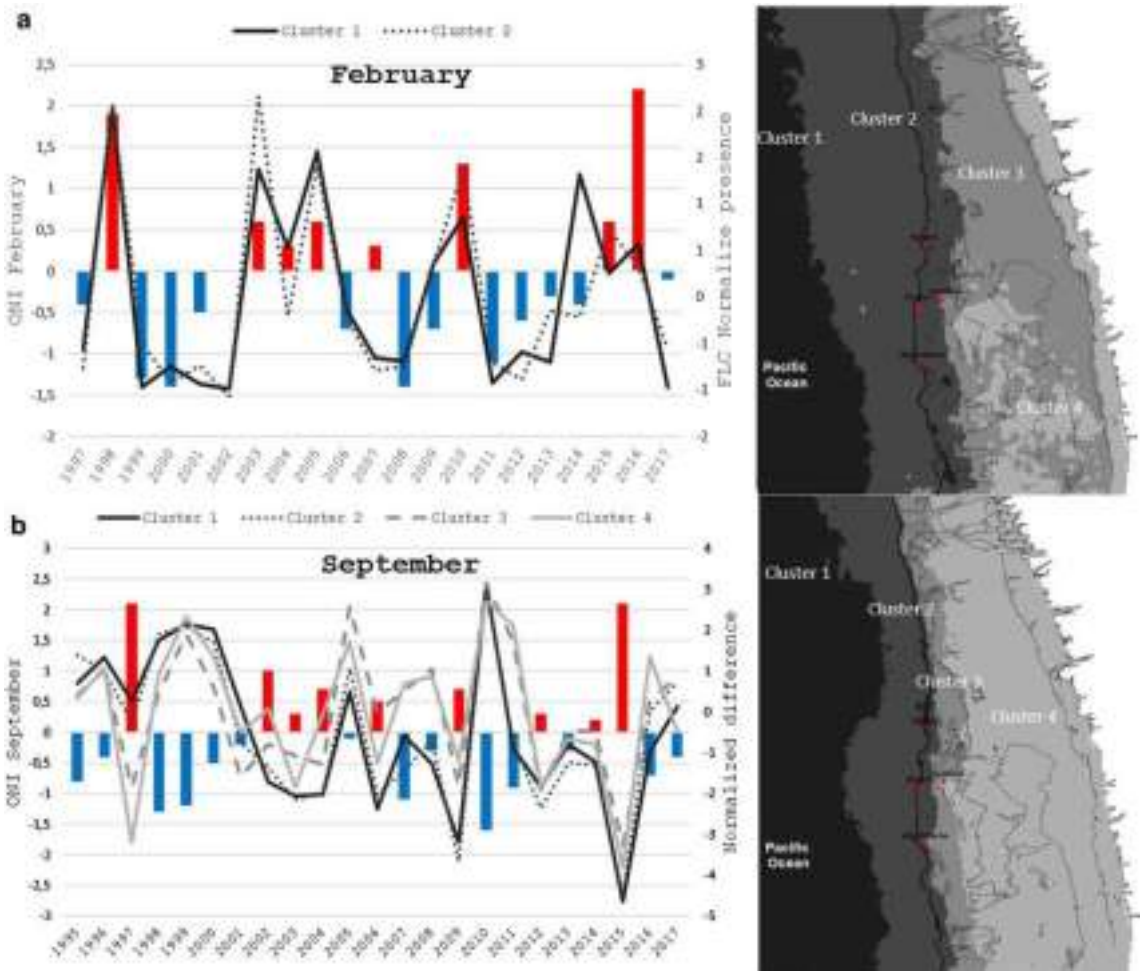


Fig. 7 Oceanic Niño Index (ONI) SST anomalies at 3.4 zone within the analyzed period. The red bars correspond to El Niño (ENSO warm) phases and the blue bars correspond to La Niña (ENSO cool) phases. **a** Fog and low clouds (FLCs) presence during February for clusters 1 and 2. The FLCs presence for both clusters was normalized to compare it with the ONI index. Cluster areas are defined according to February FLCs mean; **b** FLCs presence during September for clusters 1, 2, 3 and 4. The FLCs presence for the four clusters corresponds to the normalized difference between FLCs presence and IPO. Cluster areas are defined according to September FLCs mean

according to different cluster areas. For example, cluster 1 shows a very high FLCs presence during 2014, not seen in other years with a neutral ENSO phase. However, FLCs presence significantly decreases in cluster 2, showing values more in line with FLCs frequencies characterizing a neutral ENSO phase. In 2016, despite a very strong ENSO warm phase, FLCs presence was not as significant as during other ENSO warm years.

We performed a linear regression for all the analyzed years to quantify the relationship between the ENSO 3.4 zone and the coastal Atacama FLCs presence in clusters 1 and 2 for February (see Fig. 8a). This regression indicates that ENSO anomalies explain ~ 50% of the interannual FLCs presence variance during summer ($p < 0.001$). Results related to cluster 1 present a determination coefficient (R^2) of 0.36, but if the year 2014 is not considered, this coefficient increases to $R^2 = 0.51$. For cluster 2, this coefficient amounts to $R^2 = 0.49$ (included the year 2014). Such a significant correlation suggests the existence of a potential causal relation between ENSO phases and coastal Atacama FLCs presence during February (summer), both offshore and onshore.

During September, the interannual FLCs presence variability does not significantly correlate with ENSO SST anomalies in zone 3.4. Correlation and regression analyses led to null or statistically insignificant results. The observed FLCs presence tendency (see Fig. 4) is characterized by a first period of lower FLCs presence, which then increases until reaching a peak between 2007 and 2011 approximately, and finally decreases until 2017. Observing this tendency, we derived two conclusions: (1) the trend is nonlinear; (2) at the decadal scale, the Pacific Ocean presents long-term SST oscillations which cycles can last from 20 to 30 years.

Folio013485

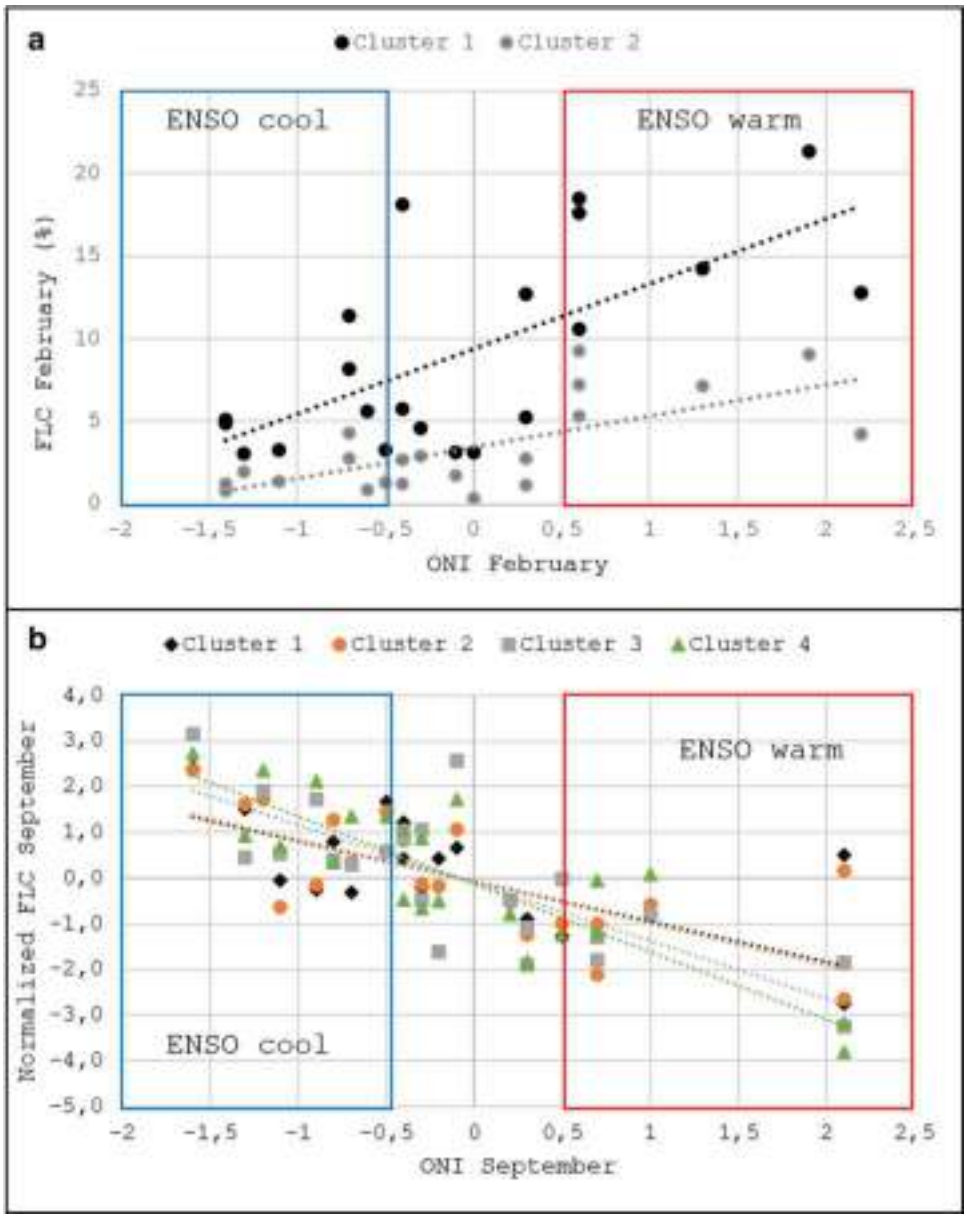


Fig. 8 Scatter plot of FLCs and normalized FLCs versus ONI SST anomalies for (a) February and (b) September. ONI anomalies < −0.5 °C indicate weak-to-strong La Niña ENSO cool phases, whereas ONI anomalies > 0.5 °C indicate weak-to-very-strong El Niño ENSO warm phases. Dashed lines represent the fitted linear regressions

One of the indices that estimate the SST decadal variability is the Interdecadal Pacific Oscillation (IPO) (Power et al. 1999). In this sense, the observed FLCs trend presents very similar patterns to IPO during the studied period (Meehl et al. 2021).

During recent decades, a La Niña tendency has predominated (Falvey and Garreaud 2009; Schultz et al. 2011a; Muñoz et al. 2016) with a peak around 2010–2011 coinciding with the maximum FLCs presence of the study period. Currently, this condition is beginning to shift toward an El Niño cycle (Meehl et al. 2021). Within this context, and intending to extract the decadal climatic signal from September FLCs interannual variability, we normalized both variables (the FLCs presence estimated with GOES and the IPO) based on the unfiltered monthly time series (Henley et al. 2015). Additionally, we subtracted the low-frequency IPO signal from the FLCs presence normalized record. Finally, we performed statistical analyses of the high-frequency variability of the FLCs record for the different cluster areas. The results of the correlation analyses show a strong and significant inverse relationship between FLCs and the ENSO SST anomalies in ENSO zone 3.4 (see Fig. 7b). ONI shows a significant and strong inverse correlation ($r = -0.69$; $r = -0.70$; $r = -0.78$ and $r = -0.84$, for cluster 1, 2, 3 and 4, respectively) with a 99% confidence level. Despite these statistically significant results, the ones related to cluster 4 should be cautiously interpreted due to its high interannual variability (of ~ 50%) caused by the very-low-to-null FLCs presence characterizing these areas.

Folio013486

Figure 7b shows that the ENSO cool phase is related to higher FLCs presence over the ocean and coastal areas. Conversely, under an ENSO warm phase, we observed a lower FLCs presence, revealing an opposite response to ENSO phase anomalies between summer and winter–early spring. Despite the resulted high correlations, the relationship between the interannual FLCs variations and ENSO phases present observable magnitude differences between areas of oceanic predominance (clusters 1 and 2) and inland ones (clusters 3 and 4). This correlation is stronger in nearshore and inland areas. In the first 2 clusters (Fig. 7), the maximum FLCs presence occurred in ENSO cool phases characterized by different intensities, as in the years 1995–1996 (weak-neutral), 1998–1999 (moderate), 2000 (weak) and 2010 (strong), and even in the neutral years 2005 and 2016–2017. In clusters 3 and 4, the maximum FLCs presence occurred during these same years, with the addition of high FLCs events also in 2007–2008 (moderate-to-neutral ENSO phases). On the other hand, the minimum FLCs presence occurred during ENSO warm years, once more characterized by varying intensities. In this case, it is worth mentioning the FLCs occurrence in different cluster areas for the years 2002–2004, 2006 and 2009 (moderate-to-weak ENSO intensity), together with 2015 (very strong ENSO intensity), the year presenting the lowest FLCs presence, and also some neutral years, such as 2012–2013 and 2014.

To study the described correlation between the ENSO zone 3.4 and FLCs presence during September in the coastal Atacama's different cluster areas, we fitted a linear regression for all the analyzed years (see Fig. 8b). This regression indicates ($p < 0.001$) that ENSO anomalies cause almost 50% of the variance in the interannual FLCs frequency during winter–early spring in the oceanic clusters (1 and 2), with an R^2 of 0.48 and 0.49, respectively. For clusters 3 and 4, R^2 significantly increases until reaching values of 0.61 and 0.71, respectively. Among these, cluster 3 corresponds to the most interesting area in terms of fog presence, variability, and *Tillandsia* presence. Here, ENSO phases correspond to 61% of the FLCs interannual variance, suggesting the existence of a potential causal relationship between ENSO (warm and cool) phases and the high FLCs season in the coastal Atacama. This assumption is particularly relevant with regard to the potential effects of the ENSO phenomenon on fog-dependent ecosystems.

We performed statistical analyses to describe the relationships between interannual FLCs variability and SST anomalies in areas closer to the Atacama for February and September. In this way, we correlated FLCs presence with SSTs for ENSO zone 1 + 2 (coastal Equatorial Pacific) and along the coast of the Atacama. For doing it, we used SST monthly averages estimated by Vargas (2019) based on MODIS product (L3) for the period 2002–2017 (the average SST was extracted for the area between the coastline and 120 km offshore, referring to the northern and southern boundaries of the processed GOES imagery). Our analysis revealed no significant relationship between FLCs (with and without the IPO decadal sign influence) and the ENSO zone 1 + 2. Likewise, no significant relationship was identified between FLCs and Atacama SSTs at the different analyzed daytimes. Therefore, during February and September local SSTs have no direct association with FLCs in the coastal Atacama. This finding emphasizes that FLCs formation is primarily related to regional rather than local dynamics. del Río et al. (2018) found a low ($r = -0.40$) but significant relationship between the local SST and the fog water yields collected in the Alto Patache station, especially during summer and under ENSO (+) conditions. Our analysis suggests that the relationship between coastal SST and fog water is mainly explained by two interactions. First, the coastal SST affects the MBL temperature budget (Vuille et al. 2015) and its vertical structure (Garreaud et al. 2008). Second, this MBL structure affects the Liquid Water Content (LWC) of the Sc-cloud since cold (warm) conditions lead to low (high) LWC. This alteration affects the fog water yields significantly.

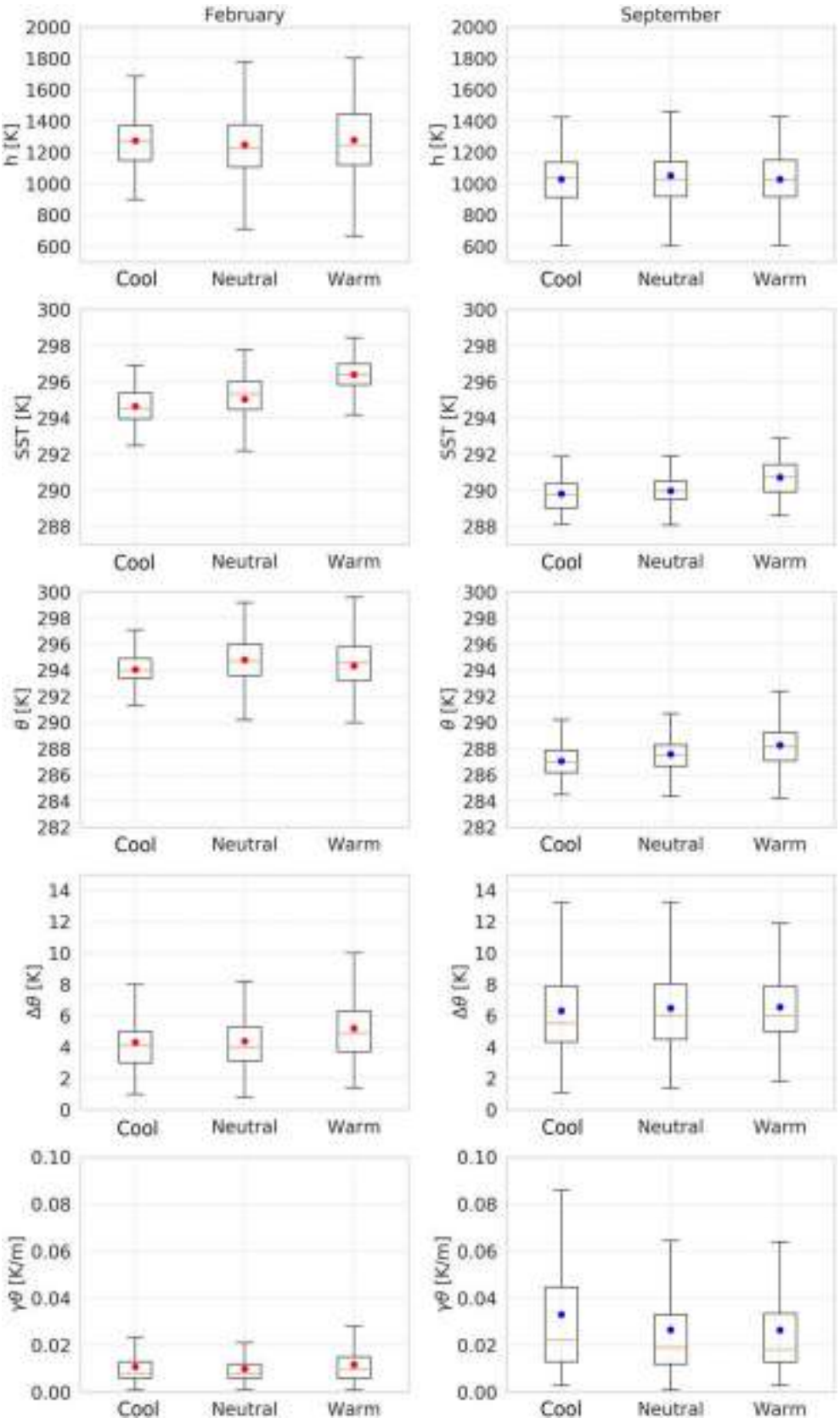
ENSO phases influence on the marine boundary layer growth

To complete the study of the FLCs presence interannual variability at the coastal Atacama Desert, we analyze the vertical structure of the marine boundary layer during different ENSO phases.

Figure 9 shows the factors affecting the MBL structure: SST, mean MBL potential temperature (θ), inversion layer (Δθ), free troposphere thermal gradient (γθ) and boundary layer height (h). These data were measured at Antofagasta Airport (23.45361° S, 70.44056° W) from 1995 to 2017 during the representative summer (February) and winter (September) months under warm, cool and neutral phases of ENSO. The ENSO phases are classified by the Oceanic El Nino Index (ONI), which describes SST anomalies in the 3.4 region. We name it a "cool ENSO phase" when ONI is < −0.5 C, a "neutral ENSO phase" when ONI stays between −0.5 C and 0.5 C, and a "warm ENSO phase" when ONI is > 0.5 C.

During summer conditions (February), we do not observe significant differences for the MBL height (h) between different ENSO phases. However, during warm ENSO phases, h presents higher variability than in cool ones. As expected, during February warm ENSO phases, SSTs are 2 K higher than during cool ENSO phases and 1 k higher than during neutral ENSO ones. Even though this SST rise does not substantially alter the MBL heat budget (theta), it significantly affects the thermal inversion that results in being 1.5 K warmer than during cool ENSO phases. Finally, the free tropospheric thermal gradient observed during warm

Folio013487



Folio013488

◂**Fig. 9** Statistics of marine boundary layer vertical structure for cool, neutral and warm ENSO phases during February (left panels) and September (right panels) from 1995 to 2017. The data were obtained from the radiosondes measured at Antofagasta Airport (23.45361° S, 70.44056° W) every day at 12:00 UTC (08:00 local time)

ENSO phases is slightly higher than during cool ones. During summer, the somewhat higher free tropospheric thermal gradient and inversion layer promote Sc-cloud formation and maintenance.

On the contrary, under winter conditions (September), the MBL height does not change among different ENSO phases. However, as expected, we observe an increase of 1 K in the SST during warmer ENSO phases, leading to a slightly warmer MBL heat budget. The thermal inversion layer observed during September under warm ENSO phases does not shows significant changes. However, during cool and neutral phases, the inversion layer reaches its maximums values > 12 K. Under winter conditions, during cool ENSO phases, we observed that the free tropospheric thermal gradient doubles (0.045 K/m) compared to the warm ENSO phases. This variation diminishes the exchange between the MBL and the free troposphere, promoting Sc-cloud formation and maintenance. Our results agree with the ones obtained by Muñoz et al. (2011) for the same study area, where the authors describe the climatology of the MBL from 1979 to 1997. Also, our findings partly agree with studies based on observations obtained in the Northeast Pacific Ocean (Wood, 2012; Schubert et al. 1979). However, our ABL height observations differ from these reference studies due to the strong influence of topography characterizing our study site.

To stretch the differences of the MBL structure during cool, neutral and warm ENSO phases observed in February (Summer) and September (Winter), we described (Fig. 10) the vertical profiles of potential temperature (θ) and specific humidity (q) (12:00 UTC-08:00 LT) measured at Antofagasta Airport (23.45361° S, 70.44056° W) during the most extreme ENSO phases. These extreme ENSO phases correspond to the highest, lowest, and the most neutral SST anomalies in the ONI index observed from 1995 to 2017 during February and September.

For September, Fig. 10a shows that MBL well-mixed θ-profiles amount to 285 K during cool and neutral ENSO phases and to 288 K during warm ENSO phases. The three inversion layers (Δθ) present more differences than the mixed layer values. The cool ENSO phase presents an Δθ of 13 K with $h \sim 1000$ m.

Conversely, the warm ENSO phase shows a slightly weaker Δθ than the cold one (10 K) a hundred meters higher ($h \sim 1100$ m). Finally, the neutral ENSO phase presents a Δθ similar to the warm one, yet at a lower height ($h \sim 900$ m). These thermal inversion layer values are consistent with the statistics reported in Fig. 9. The three troposphere vertical thermal gradients shown in the θ-profiles are similar among them, with values around 0.035 K m^{-1}. The structure of the q-profiles shown in Fig. 10b agrees with the θ-profiles one. During warm ENSO phases, the MBL is well mixed and the moistest, with values ranging from 7 to 9 g kg^{-1}. Likewise, during cool and warm ENSO phases, the inversion layer (Fig. 10b) can be found at 1000 and 1200 m, respectively. Finally, lapse rates of −0.001 g kg^{-1} m^{-1} in q-profiles are equally observed in the three ENSO phases.

During February, the state of the MBL is opposite to the winter one. Figure 10c shows less mixing in the MBL, reporting mixed layer values of 0.002 K m^{-1}. Likewise, the inversion layer is remarkably weaker in the summer than winter, with values around $\Delta\theta \sim 5$ K which are challenging to identify due to the lower MBL mixing. However, the height of the inversion base observed in February is higher during the warm ENSO phase ($h \sim 1250$ m) than during the cool one ($h \sim 750$ m). Finally, during summer the free troposphere thermal gradient is low in all the three ENSO phases, with values around 0,005 K m^{-1}. The latter is related to the summer decreasing subsidence (Fig. 9). Figure 10d shows the MBL q-profiles in each of the three ENSO phases. These profiles present a similar but moister mixing than in winter (~ 11 g kg^{-1}). Here, the inversion layer observed in q-profiles (Fig. 10d) is less defined than in θ-profiles. However, we find the MBL at 1300 m during the warm ENSO phase and at 750 m during the cool one.

The MBL shows an opposite behavior concerning ENSO phases between September and February. This contrast is related to the FLCs frequency along the coastal Atacama Desert observed by the GOES satellite. For example, during September cool ENSO phases prompt the strongest and best-defined Δθ. This phenomenon contributes to increasing fog frequency in two ways. First, the thermal inversion layer restricts the MBL below the top of the coastal mountains (Rutllant et al. 2003), avoiding entrainment from the free troposphere and the MBL mixing with dry inland air masses. Second, it enhances the condensation over the ocean due to low sea surface temperatures. In contrast, the warm ENSO phases in September might generate less fog frequency due to the decreased inversion layer strength, leading to more entrainment and less condensation over the ocean.

During February, warm ENSO phases have an opposite effect compared to the one observed in September, producing increased fog frequency as cool ENSO phases do during September. This change is explained by a combination of SST, subsidence and topographic factors. First, under warm ENSO phases, the MBL and the free troposphere are the moistest and the warmest. Therefore, the warmest and moistest marine air masses induce the MBL to grow and reach the coastal summits (1300 m a. s. l.). Simultaneously, the coastal summits force MBL air masses to lift, cooling down and

Folio013489

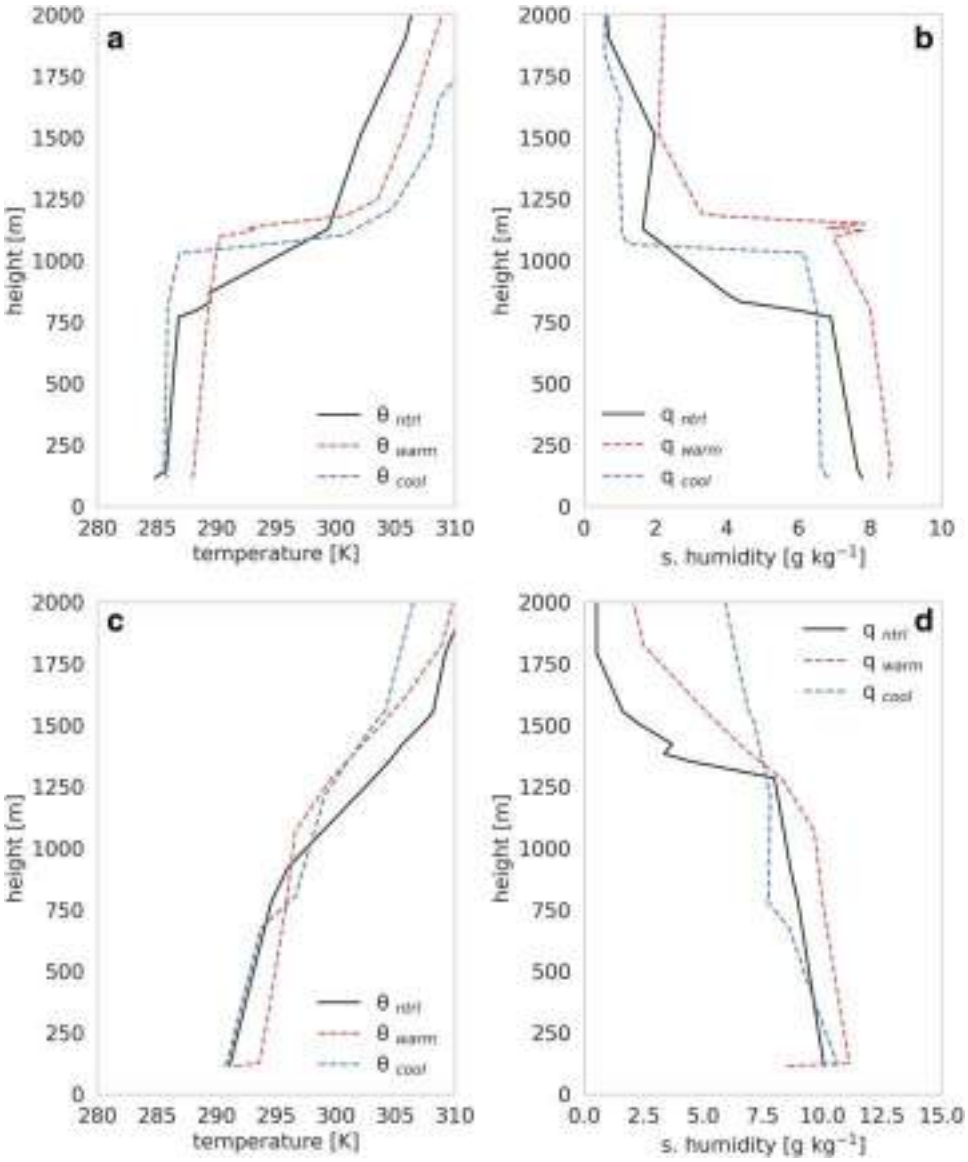


Fig. 10 Marine boundary layer vertical profiles obtained in Antofagasta Airport during the warmest, coolest and most neutral ENSO phases observed in February and September (from 1995 to 2017). **a** Potential temperature and **b** specific humidity vertical profiles of September 1st, 2015 (warm, ONI = 2.2), 7th, 2010 (cool, ONI = −1.6) and 4th, 2005 (neutral, ONI = −0.1). c) Potential temperature and (d) specific humidity vertical profiles of February 1st, 2016 (warm, ONI = 2.1), 2nd, 2008 (cool, ONI = 2.2), and 3rd, 2002 (neutral, ONI = 0)

condense. These interpretations agree with previous studies that show a higher advective fog frequency during winter and a higher orographic fog frequency during summer in the study area (Cereceda et al. 2002, 2008).

The FLCs interannual variability reveals the role played by ENSO in the cloud presence over the coastal Atacama Desert. Here, ENSO phases directly affect the interaction among the marine boundary layer, the free troposphere and the sea surface temperature (Schubert et al. 1979). Figure 11 summarizes our interpretation of this phenomenon under four scenarios: (a) cool ENSO phases in September, (b) warm ENSO phases in September, (c) cool ENSO phases in February and (d) warm ENSO phases in February. In September and under a cool ENSO phase, high FLCs arose from the strong advection of the Sc-clouds decks in the study area. These advected clouds remain steady until reaching the coastal cordillera, where cool SSTs contribute to keeping the same ocean conditions. The low surface temperatures also increase the thermal inversion layer, which results in a boundary layer height of around 1000 m. Again in September, but under a warm ENSO phase, the FLCs presence is due to the combination of higher SSTs and a weaker inversion layer, which promotes more entrainment from the dry and free troposphere. This entrainment contributes to dissipating clouds and decreasing the boundary layer height. In February and under a cool ENSO phase, the FLCs presence is related to lower temperature and subsidence than in September. Together with a diminished inversion layer, these conditions provoke higher entrainment and, consequently, a lower boundary layer height. Finally, in February and under a warm ENSO phase, we find a higher FLCs presence compared to a neutral ENSO phase, revealing the role played

Folio013490

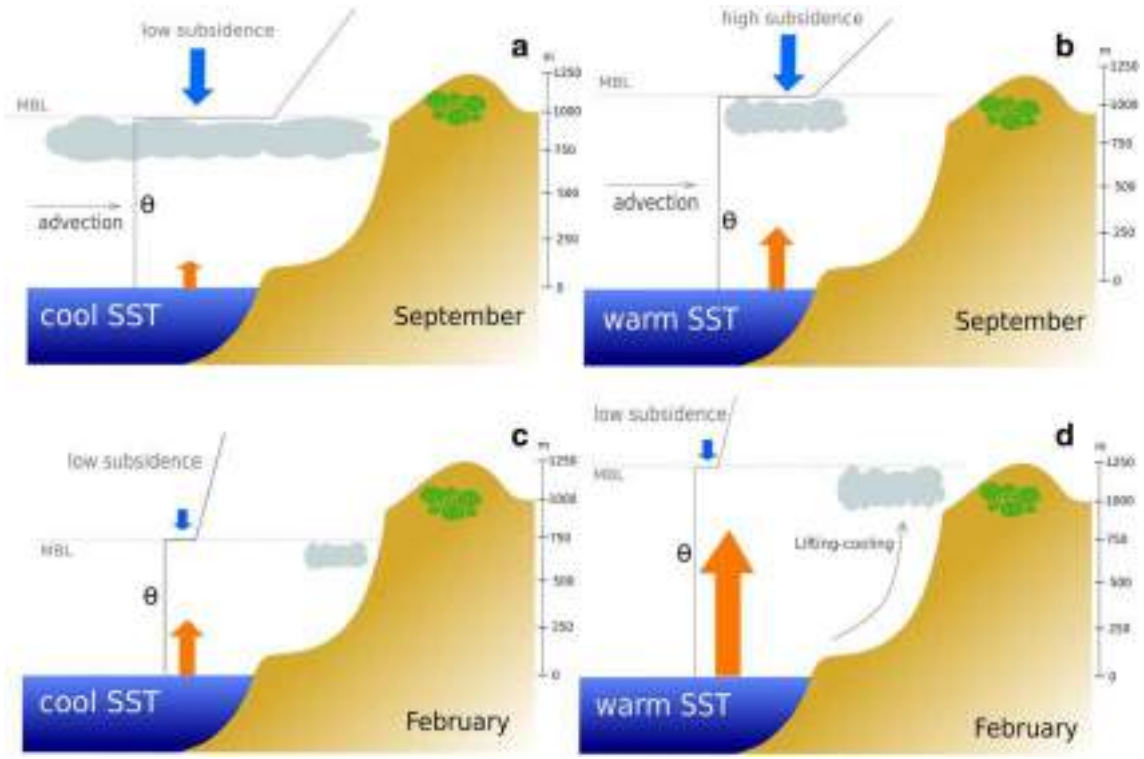


Fig. 11 Schematic FLCs formation under four scenarios: **a** cool ENSO phases in September, **b** warm ENSO phases in September, **c** cool ENSO phases in February and **d** warm ENSO phases in February

by the topography. In this case, the MBL is the warmest and moistest, while higher surface fluxes increase its height. This thicker boundary layer allows warm and moist oceanic air masses to cool while lifting above the coastal cordillera, enhancing their condensation.

Insights into Tillandsia Landbeckii past and present distribution

The FLCs presence is strongly related to water availability and, therefore, to fog-driven ecosystems such as the *Tillandsia landbeckii* lomas vegetation. Studies have shown that *T. landbeckii* plants derive from fog not only moisture but also key nutrients such as nitrogen and phosphorus (Gonzalez et al. 2011a; Latorre et al. 2011; Jaeschke et al. 2019). These inputs provide sustenance for an ecological community of consumers (González et al. 2011b). Hence, it stands to reason that the *T. landbeckii* ecosystems distribution is sensitive to FLCs spatiotemporal variations, acting as a "biosensor" of fog availability. The long-term history of the evolution of this highly specialized species and its actual distribution pattern may hint that, while being adapted to a minimum average fog occurrence during the entire growing season, these species do not tolerate long-term stochasticity and large variation of such fog events. The data reported in Table 1 support this assumption by showing that the area between



Fig. 12 Dried belts of *Tillandsia landbeckii* along the lower margins of the Cerro Oyarbide. The knife handle measures ~ 20 cm

Folio013491

15 and 25 km inland (clusters 2 and 3), which is the Chilean coastal region harboring *T. landbeckii* loma vegetation (e.g., Koch et al. 2020), also presents the lower variation of FLCs occurrence.

According to the previously described results, the weak decreasing (increasing) trend of fog presence at altitudes above (below) the 1000 m a. s. l. may have already significantly affected the survival of these ecosystems over the past 2–3 decades. This repercussion may be evident especially along the margins of the *Tillandsia* distribution, which could be susceptible areas to such changes. For example, the *Tillandsia* lomas at Cerro Oyarbide recently show significant mortality along the lower margins (approximately between 900 and 1050 m a. s. l.) of its distribution (Fig. 12). Moreover, the altitude range of this phenomenon (around the 1000 m a. s. l.) appears to be relevant to the atmosphere–biosphere relationship due to the increasing LCL (Lifting Condensation Level) altitude, the downward cloud base altitude trend (Muñoz et al. 2011, 2016), and the resulting variations in exposures to wetter-coastal or drier-desertic conditions (Schween et al. 2020; García et al. 2021). This critical relationship between FLCs distribution and *Tillandsia* dieback is worth to be further studied. Finally, the radiocarbon analysis of the affected vegetation bands provided information about the time of their death, thus a better understanding of the temporal distribution of these past changes. Indeed, some of these preserved bands date back to several thousand years and are located at elevations where no *Tillandsia* ecosystems are found today (Latorre et al. 2011). Therefore, the herein presented data of increased stochasticity of the ENSO climate system may explain the large-scale dieback of *Tillandsia* lomas in the Atacama Desert.

Conclusions

Through this paper, we explored fog and low clouds (FLCs) variations within the hyper-arid coastal Atacama Desert and the influence of this phenomenon on fog-dependent *Tillandsia landbeckii* ecosystems. Our study led us to the following conclusions:

- Satellite results concerning FLCs occurrence on the coastal Atacama allowed us to describe and analyze recent changes (1995–2017) in FLCs spatial distribution, interannual variability, trends and its relationship with oceanic indices. During September (winter–early spring), FLCs presence trends are weak-positive over the ocean and onshore areas located below 1000 m a. s. l. Contrary, those areas close to the coast and above 1000 m a. s. l. present weak-negative FLCs trends, revealing a spatial asymmetry in fog distribution and coverage due to the decreased height of the thermal inversion layer in the recent decades (Muñoz et al. 2016). February (summer) data do not present statistically significant trends.
- ENSO exerts a significant influence on the FLCs interannual variability in the coastal Atacama. More precisely, ENSO phases (El Niño (warm)/La Niña (cool)) can generate opposite seasonal FLCs effects: whereas during summer (winter) ENSO warm phases correspond to increased (decreased) FLCs presence, ENSO cool phases correspond to decreased (increased) FLCs occurrence.
- During February, in the ocean and onshore areas close to the coast, the FLCs occurrence show significant correlations with ONI ($r = +0.66$ and $r = +0.68$, respectively). More specifically, our linear regression analyses revealed that the ONI explains ~ 50% of the interannual FLCs variance in the Atacama. During September, the analysis indicates that ENSO anomalies explain ~ 47 and ~ 66% of the interannual FLCs variance in the oceanic and onshore areas, respectively.
- Analyzing radiosondes observations of the marine boundary layer vertical structure contributes to understanding ENSO influence on the FLCs presence. On the one hand, during winter ENSO cool phases provoke a stronger inversion layer, affecting the fog formation positively. On the other hand, during summer, ENSO warm phases cause a higher inversion layer, which, combined with the coastal topography, affects fog formation positively through lifting and cooling.
- Over its long evolutionary history, *Tillandsia landbeckii* has adapted to the ENSO climate system. However, changes in ENSO oscillation over the past few decades have negatively affected the current vegetation, and this might be the primary reason for the ongoing dieback affecting this species.

Acknowledgements Camilo del Río would like to thank the ANID/FONDECYT Initiation grant No.11200789 and the Centro UC Desierto de Atacama for supporting this research. Claudio Latorre thanks the ANID/FONDECYT 1191568 and the ANID CCTE AFB170008. Fabrice Lambert gratefully acknowledges the support of the projects ANID/FONDECYT 1191223, ANID/Fondap 15110009, and Millennium Nucleus Paleoclimate NCN17_079. Additionally, the authors want to thank Daniela Rivera for her valuable image-processing work. We express our gratitude to BMBF, which supported this research through the ERANet-LAC program of the EU to A. S. and M.A.K. Finally, we also thank the two anonymous reviewers for their valuable comments, which contribute to improving the quality of this paper.

Author contribution statement CdR was involved in conceptualization, formal analysis, investigation, writing the manuscript. FL-R helped in formal analysis, investigation, responsible for reviewing the manuscript. CL, MAK, J-LG, PO, FL and FA were involved in investigation, responsible for reviewing the manuscript. AS helped in conceptualization, responsible for reviewing the manuscript.

Folio013492

Funding Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL. This study is financed by the ANID/FONDECYT grant No. 11200789 of the Ministry of Science, Chile (to Camilo del Río). This study is also supported in the framework of the international ERANet-LAC program, project N°ELAC2015/T01-0872, funded by BMBF (Germany) and ANID/PCI (Chile) (To C.dR, C.L, M.A.K, J-L.G, P.O, A.S.)

Code availability Not applicable.

Availability of data and material (data transparency) The datasets generated during and/or analyzed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

Declarations

Conflict of interest The authors declare that there is no conflict of interest.

Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/.

References

Amundson R, Dietrich W, Bellugi D, Ewing S, Nishiizumi K, Chong G, Owen J, Finkel R, Heimsath A, Stewart B, Caffee M (2012) Geomorphologic evidence for the late Pliocene onset of hyperaridity in the Atacama Desert. GSA Bulletin 124:1048–1070. https://doi.org/10.1130/B30445.1

Andersen H, Cermak J (2018) First fully diurnal fog and low cloud satellite detection reveals life cycle in the Namib. Atmos Meas Techn 11:5461–5470. https://doi.org/10.5194/amt-11-5461-2018

Anthis A, Cracknell AP (1999) Use of satellite images for fog detection (AVHRR) and forecast of fog dissipation (METEOSAT) over lowland Thessalia, Hellas. Int J Remote Sensing 20:1107–1124. https://doi.org/10.1080/014311699212876

Armijo R, Lacassin R, Coudurier-Curveur A, Carrizo D (2015) Coupled tectonic evolution of Andean orogeny and global climate. Earth Sci Rev 143:1–35. https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2015.01.005

Bendix J (2002) A satellite-based climatology of fog and low level stratus in Germany and adjacent areas. Atmos Res 64:3–18. https://doi.org/10.1016/S0169-8095(02)00075-3

Borthagaray AI, Miguel A, Fuentes MA, Marquet PA (2010) Vegetation pattern formation in a fog-dependent ecosystem. J Theor Biol 265:18–26. https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2010.04.020

Cereceda P, Osses P, Larrain H, Farías M, Pinto R, Schemenauer RS (2002) Advective, orographic and radiation fog in the Tarapacá region, Chile. Atmos Res 64:261–271. https://doi.org/10.1016/S0169-8095(02)00097-2

Cereceda P, Larraín H, Osses P, Farías M, Egaña I (2008) The spatial and temporal variability of fog and its relation to fog oases in the Atacama Desert, Chile. Atmos Res 87:312–323. https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2007.11.012

Cermak J (2012) Low clouds and fog along the south-western African coast—satellite-based retrieval and spatial patterns. Atmos Res 116:15–21. https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2011.02.012

Clarke J (2006) Antiquity of aridity in the Chilean Atacama Desert. Geomorphology 73:101–114. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2005.06.008

del Río C (2020) Spatiotemporal characteristics of coastal fog in the Atacama Desert. A remote sensing based analysis of the past, present and future distribution and variability of low clouds under climate change in a hyper-arid region of northern Chile. Heidelberg University Library, Heidelberg

del Río C, Garcia J-L, Osses P, Zanetta N, Lambert F, Rivera D, Siegmund A, Wolf N, Cereceda P, Larraín H, Lobos F (2018) ENSO influence on coastal fog-water yield in the Atacama Desert, Chile. Aerosol Air Qual Res 18:127–144. https://doi.org/10.4209/aaqr.2017.01.0022

del Río C, Lobos F, Siegmund A, Tejos C, Osses P, Huaman Z, Meneses JP, García JL (2021) GOFOS, Ground Optical Fog Observation System for monitoring the vertical stratocumulus-fog cloud dynamic in the coast of the Atacama Desert, Chile. J Hydrol 597:126190. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.126190

Ellrod G (1995) Advances in the detection and analysis of Fog at night using GOES multispectral infrared imagery. Weath Forecast 10:606–619. https://doi.org/10.1175/1520-0434(1995)010%3c0606:AITDAA%3e2.0.CO;2

Eyre JR (1984) Detection of fog at night using Advanced Resolution Radiometer (AVHRR) imagery. Meteorol Mag 113:266–271

Falvey M, Garreaud R (2009) Regional cooling in a warming world: Recent temperature trends in the SE Pacific and along the west coast of subtropical South America (1979–2006). J Geophys Res 114:D04102. https://doi.org/10.1029/2008JD010519

Farías M, Cereceda P, Osses P, Larraín H (2005) Comportamiento espacio temporal de la nube estratocúmulo, productora de niebla en la costa del desierto de Atacama (21° lat. S., 70° long W.) durante un mes de invierno y otro de verano. Invest Geog 56:43–61

García J-L, Lobos-Roco F, Schween JH, del Río C, Osses P, Vives R, Pezoa M, Siegmund A, Latorre C, Alfaro F, Koch MA, Loehnert U (2021) Climate and coastal low-cloud dynamic in the hyperarid Atacama fog Desert and the geographic distribution of *Tillandsia landbeckii* (Bromeliaceae) dune ecosystems. Pl Syst Evol 307(accepted)

Garreaud R, Barichivich J, Christie D, Maldonado A (2008) Interannual variability of the coastal fog at Fray Jorge relicts forests in semiarid Chile. J Geophys Res 113:G04011. https://doi.org/10.1029/2008JG000709

Garreaud RD, Rutllant JA, Muñoz RC, Rahn DA, Ramos M, Figueroa D (2011) VOCALS-CUpEx: the Chilean upwelling experiment. Atmos Chem Phys 11:2015–2029. https://doi.org/10.5194/acp-11-2015-2011

Garreaud R, Christie D, Barichivih J, Maldonado A (2007) Climate, Weather and Fog along the west coast of Subtropical South America. In: 4th International Conference on Fog, Fog Collection and Dew, Proceedings, La Serena, Chile, 2007, pp 22–27

Gayo EM, Latorre C, Jordan TE, Nester PL, Estay SA, Ojeda KF, Santoro CM (2012) Late Quaternary hydrological and ecological changes in the hyperarid core of the northern Atacama Desert (~21°S). Earth Sci Rev 113:120–140. https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2012.04.003

González AL, Fariña JM, Pinto R, Pérez C, Weathers KC, Armesto JJ, Marquet PA (2011a) Bromeliad growth and stoichiometry: responses to atmospheric nutrient supply in fog-dependent ecosystems of the hyper-arid Atacama Desert, Chile. Oecologia 167:835–845. https://doi.org/10.1007/s00442-011-2032-y

Folio013493

González AL, Fariña JM, Kay AD, Pinto R, Marquet PA (2011b) Exploring patterns and mechanisms of interspecific and intraspecific variation in body elemental composition of desert consumers. Oikos 120(8):1247–1255. https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.19151.x

Gorelick N, Hancher M, Dixon M, Ilyushchenko S, Thau D, Moore R (2017) Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. Remote Sensing Environm 202:18–27. https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031

Hartley AJ, Chong G, Houston J, Mather AE (2005) 150 million years of climatic stability: evidence from the Atacama Desert, northern Chile. J Geol Soc 162:421–424. https://doi.org/10.1144/0016-764904-071

Henley BJ, Gergis J, Karoly DJ, Power SB, Kennedy J, Folland CK (2015) A Tripole Index for the Interdecadal Pacific Oscillation. Clim Dynam 45:3077–3090. https://doi.org/10.1007/s00382-015-2525-1

Hesse R (2012) Spatial distribution of and topographic controls on Tillandsia fog vegetation in coastal southern Peru: remote sensing and modelling. J Arid Environm 78:33–40. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2011.11.006

Houston J (2006) Variability of precipitation in the Atacama Desert: its causes and hydrological impact. Int J Climatol 26:2181–2198. https://doi.org/10.1002/joc.1359

Jaeschke A, Böhm C, Merklinger FF, Bernasconi SM, Reyers M, Kusch S, Rethemeyer J (2019) Variation in δ15N of fog-dependent Tillandsia ecosystems reflect water availability across climate gradients in the hyperarid Atacama Desert. Global Planet Change 183:103029. https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2019.103029.

Jedlovec GJ, Laws K (2003) GOES cloud detection at the Global Hydrology and Climate Center. Paper P1 presented at 12th conference on satellite meteorology and oceanography. American Meteorological Society, Long Beach

Jensen JR (2005) Introductory digital image processing. Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River.

Jordan TE, Kirk-Lawlor NE, Blanco N, Rech JA, Cosentino N (2014) Landscape modification in response to repeated onset of hyperarid paleoclimate states since 14 Ma, Atacama Desert. Chile Geol Soc Amer Bull 126:1016–1046. https://doi.org/10.1130/B30978.1

Koch MA, Kleinpeter D, Auer E, Siegmund A, del Río C, Osses P, García JL, Marzol MV, Zizka G, Kiefer C (2019) Living at the dry limits. Ecological genetics of Tillandsia lomas in the Chilean Atacama Desert. Pl Syst Evol 305:1041–1053. https://doi.org/10.1007/s00606-019-01623-0

Koch MA, Stock C, Kleinpeter D, del Río C, Osses P, Merklinger FF, Quandt D, Siegmund A (2020) Vegetation growth and landscape genetics of Tillandsia lomas at their dry limits in the Atacama Desert show fine-scale response to environmental parameters. Ecol Evol 10:13260–13274. https://doi.org/10.1002/ece3.6924

Larraín H, Velásquez F, Cereceda P, Espejo R, Pinto R, Osses P, Schemenauer RS (2002) Fog measurements at the site "Falda Verde" north of Chañaral compared with other fog stations of Chile. Atmos Res 64:273–284. https://doi.org/10.1016/S0169-8095(02)00098-4

Latorre C, González AL, Quade J, Fariña JM, Pinto R, Marquet PA (2011) Establishment and formation of fog-dependent Tillandsia landbeckii dunes in the Atacama Desert: Evidence from radiocarbon and stable isotopes. J Geophys Res 116:G03033. https://doi.org/10.1029/2010JG001521

Latorre C, Santoro C, Ugalde P, Gayo E, Osorio S-EC, De Pol-Holz R, Joly D, Rech JA (2013) Late Pleistocene human occupation of the hyperarid core in the Atacama Desert, northern Chile. Quatern Sci Rev 77:19–30. https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2013.06.008

Lee T, Turk J, Richardson K (1997) Stratus and fog products using GOES-8-9 3.9 µm Data. Weath Forecast 12:664–677. https://doi.org/10.1175/1520-0434(1997)012%3c0664:SAFPUG%3e2.0.CO;2

Lobos F, Vilà-Guerau J, Pedruzo-Bagazgoitia X (2018) Characterizing the influence of the marine stratocumulus cloud on the land fog at the Atacama Desert. Atmos Res 214:109–120. https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2018.07.009

Lobos-Roco F, Hartogensis O, Vilà-Guerau de Arellano J, de la Fuente A, Muñoz R, Rutllant J, Suárez F (2021) Local evaporation controlled by regional atmospheric circulation in the Altiplano of the Atacama Desert. Atmos Chem Phys 21:2021. https://doi.org/10.5194/acp-21-9125-2021

Manrique R, Ferrari C, Pezzi G (2010) The influence of El Niño Southern Oscillation (ENSO) on fog oases along the Peruvian and Chilean coastal deserts. In: 5th International Conference of Fog and Fog Collection Proc., Munster, pp 148–150.

Masuzawa T (1985) Structure of Tillandsia Lomas Community in Peru. In: Grant-in-aid for Scientific Research Reports for Overseas Scientific Survey. Tokyo Metropolitan University, Tokyo, p 93

McRostie V, Gayo EM, Santoro CM, De Pol-Holz R, Latorre C (2017) The pre-Columbian introduction and dispersal of Algarrobo (Prosopis, Section Algarobia) in the Atacama Desert of northern Chile. PLoS ONE 12:1–15. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181759

Meehl GA, Teng H, Capotondi A, Hu A (2021) The role of interannual ENSO events in decadal timescale transitions of the Interdecadal Pacific Oscillation. Clim Dynam. https://doi.org/10.1007/s00382-021-05784-y

Muñoz R, Garreaud R (2005) Dynamics of the Low-Level Jet off the West Coast of Subtropical South America. Monthly Weath Rev 133:3661–3677. https://doi.org/10.1175/MWR3074.1

Muñoz R, Zamora R, Rutllant J (2011) The coastal boundary layer at the eastern Margin of the southeast Pacific (23.4 degrees S, 70.4 degrees W): Cloudiness-conditioned climatology. J Clim 24:1013–1033. https://doi.org/10.1175/2010JCLI3714.1

Muñoz R, Quintana J, Falvey M, Rutllant J, Garreaud R (2016) Coastal clouds at the eastern Margin of the southeast Pacific: Climatology and trends. J Clim 29:4525–4542. https://doi.org/10.1175/JCLI-D-15-0757.1

Muñoz-Schick M, Pinto R, Mesa A (2001) Oasis de neblina en los cerros costeros del sur de Iquique, región de Tarapacá, Chile, durante el evento El Niño 1997–1998. Revista Chilena Hist Nat 74:389–405. https://doi.org/10.4067/S0716-078X2001000200014

Ortlieb L (1995) Eventos El Niño y episodios lluviosos en el desierto de Atacama: el registro de los últimos dos siglos. Bull Inst Franç Études Andines 24:191–212

Pfeiffer M, Latorre C, Santoro CM, Gayo EM, Rojas R, Carrevedo ML, McRostie VB, Finstad KM, Heimsath A, Jungers MC, De Pol-Holz R, Amundson R (2018) Chronology, stratigraphy and hydrological modelling of extensive wetlands and paleolakes in the hyperarid core of the Atacama Desert during the late quaternary. Quatern Sci Rev 197:224–245. https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2018.08.001

Pinto R, Barria I, Marquet PA (2006) Geographical distribution of Tillandsia lomas in the Atacama Desert, northern Chile. J Arid Environm 65:543–552. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2005.08.015

Power S, Casey T, Folland C, Colman A, Mehta V (1999) Inter-decadal modulation of the impact of ENSO on Australia. Clim Dynam 15:319–324. https://doi.org/10.1007/s003820050284

Quintana J, Berríos P (2007) Study of the coastal low cloud in the northern coast of Chile: Variability and tendency. In: Proceedings of Fourth International Conference on Fog, Fog Collection and Dew, La Serena, Chile, FogQuest, pp 189–192

Folio013494

Rundel PW, Dillon MO (1998) Ecological patterns in the Bromeliaceae of the lomas formation of Coastal Chile and Peru. Pl Syst Evol 212:261–278. https://doi.org/10.1007/BF01089742

Rutllant J, Fuenzalida H, Aceituno P (2003) Climate dynamics along the arid northern coast of Chile: the 1997–1998 Dinámica del Clima de la Región de Antofagasta (DICLIMA) experiment. J Geophys Res 108:4538. https://doi.org/10.1029/2002JD003357

Santoro CM, Capriles JM, Gayo EM, de Porras ME, Maldonado A, Standen VG, Latorre C, Castro V, Angelo D, McRostie V, Uribe M, Valenzuela D, Ugalde PC, Marquet PA (2017) Continuities and discontinuities in the socio-environmental systems of the Atacama Desert during the last 13,000 years. J Anthropol Archaeol 46:28–39. https://doi.org/10.1016/j.jaa.2016.08.006

Schemenauer RS, Cereceda P (1994) A proposed standard fog collector for use in high elevation regions. J Appl Meteorol 33(11):1113–1322. https://doi.org/10.1175/1520-0450(1994)033%3c1313:APSFCF%3e2.0.CO;2

Schubert WH, Wakefield JS, Steiner EJ, Cox SK (1979) Marine stratocumulus convection. Part II: Horizontally inhomogeneous solutions. J Atmos Sci 36:1308–1324. https://doi.org/10.1175/1520-0469(1979)036<1308:MSCPIH>2.0.CO;2

Schulz N, Boisier JP, Aceituno P (2011a) Climate change along the arid coast of northern Chile. J Clim 32:1803–1814. https://doi.org/10.1002/joc.2395

Schulz N, Aceituno P, Richter M (2011b) Phytogeographic divisions, climate change and plant dieback along the coastal desert of northern Chile. Erdkunde 65:169–197. https://doi.org/10.3112/erdkunde.2011.02.05

Schween JH, Hoffmeister D, Loehnert U (2020) Filling the observational gap in the 921 Atacama Desert with a new network of climate stations. Global Planet Change 184:103034. https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2019.103034

Seethala C, Norris JR, Myers TA (2015) How has subtropical stratocumulus and associated meteorology changed since the 1980s? J Clim 28:8396–8410. https://doi.org/10.1175/JCLI-D-15-0120.1

Serpetzoglou E, Albrecht BA, Kollias P, Fairall C (2008) Boundary layer, cloud, and drizzle variability in the southeast Pacific stratocumulus regime. J Clim 21:6191–6214. https://doi.org/10.1175/2008JCLI2186.1

Sohn BJ, Yeh SW, Schmetz J, Song HJ (2013) Observational evidences of Walker circulation change over the last 30 years contrasting with GCM results. Clim Dynam 40:1721–1732. https://doi.org/10.1007/s00382-012-1484-z

Thiel M, Macaya E, Acuña E, Arntz W, Bastias H, Brokordt K, Camus P, Castilla JC, Castro L, Cortés M, Dumont CP, Escribano R, Fernández M, Gajardo JA, Gaymer C, Gómez I, González AE, González H, Haye PA, Illanes J, Iriarte J, Lancellotti D, Luna-Jorquera G, Carolina Luxoro PH, Manríquez V, Marín P, Muñoz S, Navarrete E, Pérez E, Poulin J, Sellanes H, Sepúlveda W, Stotz F, Tala A, Thomas C, Vargas JA, Vásquez JA, Vega (2007) The Humboldt current system of northern and central Chile: Oceanographic processes, ecological interactions and socioeconomic feedback. Oceanogr Mar Biol 45:195–344. https://doi.org/10.1201/9781420050943.ch6

Torregrosa A, Combs C, Peters J (2015) GOES-derived fog and low cloud indices for coastal north and central California ecological analyses. Earth Space Sci 3:46–67. https://doi.org/10.1002/2015EA000119

Underwood J, Ellrod G, Kuhnert A (2004) A multiple-case analysis of nocturnal radiation-fog development in the central valley of California utilizing the GOES nighttime fog product. J Appl Meteorol 43:297–311. https://doi.org/10.1175/1520-0450(2004)043%3c0297:AMAONR%3e2.0.CO;2

Vargas C (2019) Relación espaciotemporal entre temperatura superficial del mar (TSM) y presencia de niebla, en la costa de la región de Tarapacá. Pontificia Universidad Católica de Chile Library, Chile

Vuille M, Franquist E, Garreaud R, Lavado W, Bolivar Cáceres C (2015) Impact of the global warming hiatus on Andean temperature. J Geophys Res 120:3745–3757. https://doi.org/10.1002/2015JD023126

Witiw MR, LaDochy S (2015) Cool PDO phase leads to recent rebound in coastal southern California fog. DIE ERDE 146:232–244. https://doi.org/10.12854/erde-146-18

Wood R (2012) Stratocumulus clouds. Monthly Weath Rev 140(8):2373–2423

Wood R, Mechoso CR, Bretherton CS, Weller RA, Huebert BJ et al (2011) The VAMOS OceanCloud-Atmosphere-Land Study Regional Experiment (VOCALS-REx): goals, platforms, and field operations. Atmos Chem Phys Euro Geosci Union 11:627–654. https://doi.org/10.5194/acp-11-627-2011

Publisher's Note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Folio013495

Plant Systematics and Evolution (2021) 307:57
https://doi.org/10.1007/s00606-021-01775-y

ORIGINAL ARTICLE

Climate and coastal low-cloud dynamic in the hyperarid Atacama fog Desert and the geographic distribution of *Tillandsia landbeckii* (Bromeliaceae) dune ecosystems

Juan-Luis García[1,2] · Felipe Lobos-Roco[3,4] · Jan H. Schween[5] · Camilo del Río[1,2] · Pablo Osses[1,2] · Raimundo Vives[1,2] · Mariana Pezoa[1,2] · Alexander Siegmund[6,7] · Claudio Latorre[2,8,9] · Fernando Alfaro[9,10] · Marcus A. Koch[11,12] · Ulrich Loehnert[5]

Received: 26 March 2021 / Accepted: 5 July 2021 / Published online: 6 September 2021
© The Author(s), under exclusive licence to Springer-Verlag GmbH Austria, part of Springer Nature 2021

Abstract

Despite the extensive area covered by the coastal Atacama fog Desert (18–32° S), there is a lack of understanding of its most notorious characteristics, including fog water potential, frequency of fog presence, spatial fog gradients or fog effect in ecosystems, such as Tillandsia fields. Here we discuss new meteorological data for the foggiest season (July–August–September, JAS) in 2018 and 2019. Our meteorological stations lie between 750 and 1211 m a. s. l. at two sites within the Cordillera de la Costa in the hyperarid Atacama (20° S): Cerro Oyarbide and Alto Patache. The data show steep spatial gradients together with rapid changes in the low atmosphere linked to the advection of contrasting coastal (humid and cold) and continental (dry and warm) air masses. One main implication is that fog presence and fog water yields tend to be negatively related to both distance to the coast and elevation. Strong afternoon SW winds advect moisture inland, which take the form of fog in only about 6% of the JAS at 1211 m a. s. l., but 65% at 750 m a. s. l. on the coastal cliff. Although sporadic, long lasting fog events embrace well-mixed marine boundary layer conditions and thick fog cloud between 750 and 1211 m a. s. l. These fog events are thought to be the main source of water for the Tillandsia ecosystems and relate their geographic distribution to the lowest fog water yields recorded. Future climate trends may leave fog-dependent Tillandsia even less exposed to the already infrequent fog resulting in rapid vegetation decline.

Keywords Atacama fog Desert · Camanchaca · Marine boundary layer (MBL) · Southeast Pacific · *Tillandsia landbeckii*

Handling editor: Marcus Koch.

Contribution to "Living at its dry limits – Tillandsiales in the Atacama Desert".

✉ Juan-Luis García
jgarciab@uc.cl

1 Instituto de Geografía, Facultad de Historia, Geografía y Ciencia Política, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

2 Centro UC Desierto de Atacama, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

3 Departamento de Ingeniería Hidráulica y Ambiental, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

4 Meteorology and Air Quality Group, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands

5 Institute for Geophysics and Meteorology, University of Cologne, Cologne, Germany

6 Heidelberg Center for the Environment and Institute for Geography, Heidelberg University, Heidelberg, Germany

7 Research Group for Earth Observation (rgeo), Department of Geography, Heidelberg University of Education, Heidelberg, Germany

8 Departamento de Ecología, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

9 Instituto de Ecología and Biodiversidad (IEB), Casilla 653, Santiago, Chile

10 GEMA Center for Genomics, Ecology and Environment, Universidad Mayor, Camino La Piramide 5750, Huechuraba, Santiago, Chile

11 Centre for Organismal Studies, Heidelberg University, 69120 Heidelberg, Germany

12 Heidelberg Center for the Environment HCE, Heidelberg University, 69120 Heidelberg, Germany

Folio013496

Introduction

The coastal Atacama Desert is characterized by a dynamic low-level atmospheric circulation (Rutllant et al. 2003). In its northern hyperarid sector (20° S) at about 1000 m a. s. l., the inland dry desert climate encounters the coastal moist maritime desert air masses each one embracing distinct and contrasting atmospheric characteristics (Fuenzalida 1950; Weischet 1975; Cereceda et al. 2008a). The boundary between both climates—the marine boundary layer and the continental boundary layer—was described by Weischet as a "sharp and fine bordering line" in reference to the subsidence thermal inversion base and fog cloud top contact surface (Weischet 1975, p.369). Whereas virtually no rain is recorded here, Houston and Hartley (2003) reported for the coastal towns of Arica (18.5° S): 0.9 mm/y, Iquique (20.5° S): 1.5 mm/y and Antofagasta (23.7° S): 3.1 mm/y), the maritime air masses represent a unique source of moisture in the form of frequent fog. The "Camanchaca," as it is locally named (del Río et al. 2021a), is the terrestrial expression of the off-shore stratocumulus (Sc) cloud, ubiquitous in the Southeast Pacific Ocean (Cereceda et al. 2008a; Garreaud et al. 2008; del Río et al. 2018, 2021a) (Fig. 1).

In Chile, fog is a common phenomenon along the coastal side of the N–S trending Cordillera de la Costa that spans over > 2000 km. The thermal inversion caused by pervasive

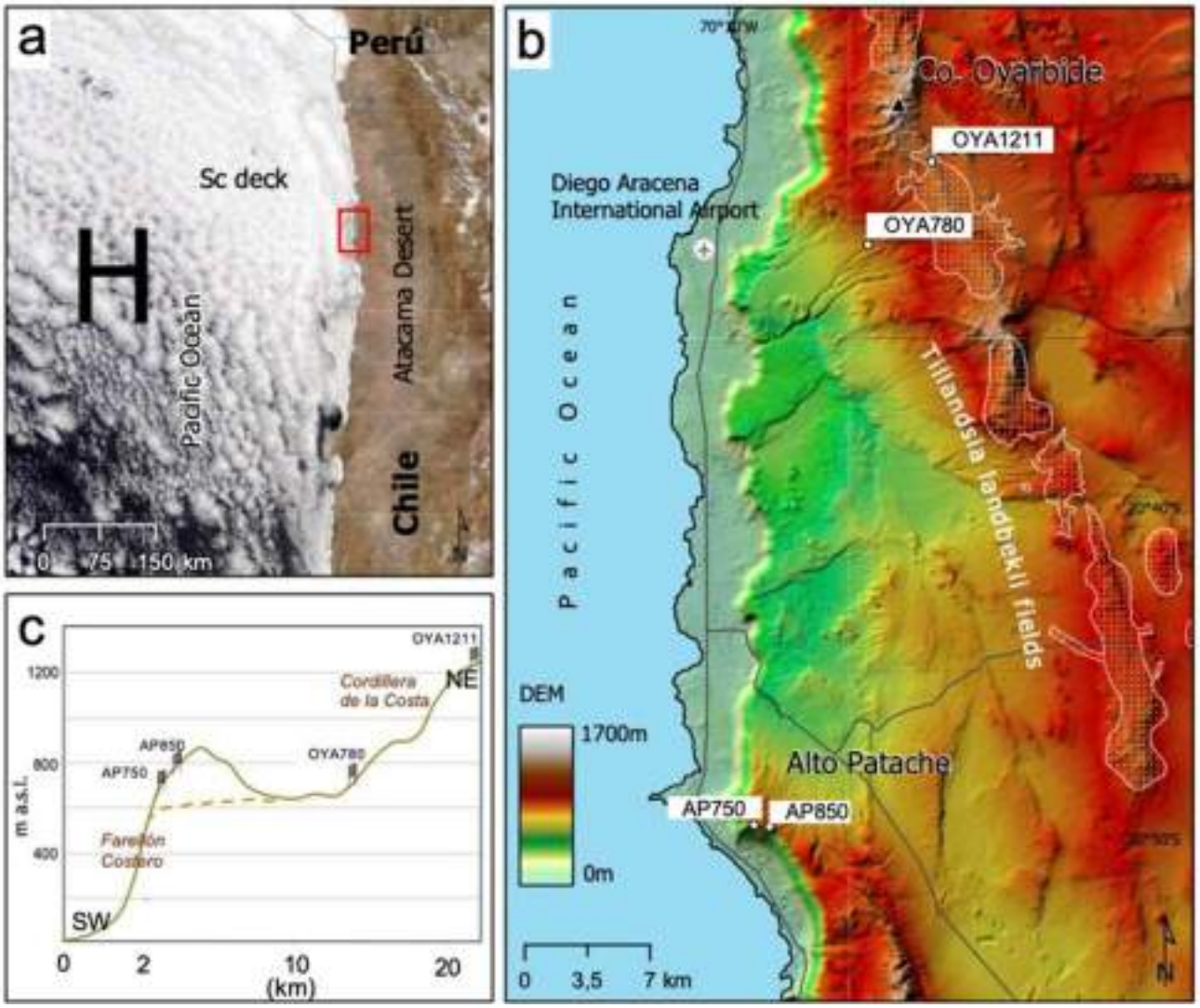


Fig. 1 Hyperarid coastal Atacama Desert. **a** Southeast Pacific Stratocumulus cloud (September 17, 2020); *H* Anticyclonic High Pressure, red box indicates location of detail map. **b** Detail of the study area including the location of the meteorological stations and the Tillandsia fields on the Cordillera de la Costa (Base map: DEM terrain data downloaded from ASF DAAC (2011)). **c** Schematic vertical SW–NE cross section of the topographic elevation and referential distance to the coastline relation of each meteorologic station. Dashed line indicate topography to the west of OYA780 before the coastal cliff

Folio013497

subsidence constrains the fog Sc cloud within the marine boundary layer (MBL) and the overall extent of maritime air over the Cordillera de la Costa (Rutllant et al. 2003; Muñoz et al. 2011). Along coastal cliff of the Atacama (a steep natural wall standing up to about 1000 m a. s. l.), the cloud can take the form of orographic fog (Cereceda et al. 2002). More extensively, the advective fog mantle typically appears along coastal areas between 700 and 1000 m a. s. l. over the Cordillera de la Costa. Inland fog is rare and is usually referred to occur as radiation fog during dawn (Cereceda et al. 2002; Schween et al. 2020). Ocean moisture and fog is advected inland more frequently through topographic depressions and corridors that bring maritime conditions far to the east where inland hyperarid conditions dominate (e.g., between about 1000 and 2500 m a. s. l.) (Farías et al. 2005; Cereceda et al. 2008b). The latter has important effects for distribution and persistence of airplant *Tillandsia landbeckii* (Pinto et al. 2006; Latorre et al. 2011; Koch et al. 2019) (Fig. 1).

Tillandsia landbeckii forms distinct vegetational patches, known locally as "tilandsiales," between about 900 and 1300 m a. s. l. on the Cordillera de la Costa, about 10–15 km away from the coastline (Pinto et al. 2006; Koch et al. 2020; Fig. 1). It is a widely accepted idea that this rootless plant obtains most of its water and nutrients from fog, and thus has been proposed as an indicator for paleo fog variability (Latorre et al. 2011; Jaeschke et al. 2019). The tilandsiales thus often are thought to reveal the highest elevation reached by fog on a regular basis and therefore mark the inland/upper limit of the Atacama fog Desert (Weischet 1975; Cereceda et al. 2008a). The *Tillandsia landbeckii* grows on sand dunes and forms a distinct banded pattern that can extend over a continuous surface for several km (Borthagaray et al. 2010). Such *Tillandsia* "stripes" tend to form perpendicular to the frequent daytime SW winds. At present, these desert ecosystems have been shown to occur in their present form since several millennia and are likely well adapted to the fog annual cycle and its interannual variability (Latorre et al. 2011; del Río et al. 2018; Jaeschke et al. 2019).

Fog along the coastal northern Chile is the main source of water for such ecosystems. It influences the chemistry of the soil and the formation of soluble salts in the soil (Voigt et al. 2020), provides water to several fog oases along the coastal cliff including life forms from biocrusts to higher plants like cacti and xerophytic shrubs (Muñoz et al. 2011) and last but not least provides water and nutrients to the highly specialized *Tillandsia landbeckii* (González et al. 2011; Koch et al. 2019). Here, we use observations at different elevations along the Cordillera de la Costa at the Estación Atacama UC Alto Patache and above the airport of Iquique in Cerro Oyarbide to characterize the climatology of the Atacama fog Desert. We use this opportunity to discuss detailed climate conditions affecting the *Tillandsia* ecosystems along the coastal–inland desert boundary. It has been shown that the maritime stratocumulus undergoes seasonal variations with elevated cloud bases and lowest occurrences in summer, and the lowest elevations and highest occurrences in winter (del Río et al. 2021a). Beside of this, a long-term decrease in cloud base height has been observed (Muñoz et al. 2016). It is unclear how this influences the occurrence of fog and Tillandsia geographic distribution in northern Chile.

Materials and methods

We selected the Cerro Oyarbide (OYA) and the Alto Patache (AP) fog oases where multiple meteorologic stations have been installed. OYA site is located above Iquique airport on the Cordillera de la Costa, as far as 11 km from the coastline (Fig. 1). Here, *Tillandsia landbeckii* fields develop on an undulated topography between 900 and 1300 m a. s. l. (Pinto et al. 2006; Mikulane et al. submitted to this Issue). AP site is just above the coastal cliff, on the westernmost margin of the Cordillera de la Costa, three km from the coastline. Maximum elevation here is 850 m a. s. l., at the southernmost point of a N–S topographic ridge. In this paper, we discuss data from OYA1211 and OYA780 stations in Cerro Oyarbide, and from AP850 and AP750 stations in Alto Patache (Fig. 1, Table 1). The names of the stations indicate their location (OYA, AP) and their respective elevation (1211, 850, 780 and 750 m a. s. l.). Whereas OYA1211 was installed at the top of a *Tillandsia landbeckii* field, thus aiming to characterize the direct atmospheric conditions at this place, OYA780 is located at a lower elevation 6 km to the SW. Both stations occur at a similar distance from the coastline (near 11 km) and from the coastal cliff (near 6 km) (Fig. 1). Both AP stations are close to each other at the costal cliff top in the Estación Atacama UC Alto Patache, separated by about 100 m elevation and 0.9 km horizontal distance. They occur 2.5 km from the coastline. 40 km and 30 km separate OYA1211 and OYA780 from AP stations, respectively. In addition, the meteorological station located at Iquique Airport (20° 32′ 28″ S–70° 10′ 38″ W) in the coastal plane at 56 m a. s. l. has been included as a surface reference to analyze data in the entire MBL. In summary, the network of four stations spans from the eastern main heights to the westernmost margin of the coastal mountain relief (Fig. 1). Therefore, the collected data from these meteorological stations reveal the temporal and spatial variability of the low-level atmosphere over the Cordillera de la Costa. Previous studies have included annual meteorological data from some of these stations (Cereceda et al. 2008b; Lobos et al. 2018; Schween et al. 2020).

Meteorological data discussed in this paper include: temperature (T), relative humidity (RH), wind speed (WS), wind direction (WD), air pressure (AP) fog presence (FP) and fog water (FW) (Table 1). For analyzing the

Folio013498

Table 1 Meteorological stations and measured variables

Meteorological station name	Lat/Lon	Elevation (m a. s. l.)	Distance to coastline (km)	SFC azimuth	Atmospheric variable	Instrument	Data logger
OYA1211	20° 29′ 28″ S/70° 03′ 31″ W	1211	11.4	245	T	Hygro-Thermo Compact Thies	Thies DL16
					RH	Hygro-Thermo Compact Thies	
					FW	SFC + pluviometer	
					FP	Thies 5.4032.35.007	
					WD	Wind Dir. Compact Thies	
					WS	Wind T. Compact Thies	
OYA780	20° 31′ 59″ S/70° 05′ 35″ W	780	11.1	250	T	Hygro-Thermo Compact Thies	Thies DL16
					RH	Hygro-Thermo Compact Thies	
					FW	SFC + pluviometer	
					FP	Thies 5.4032.35.007	
					WD	Wind Dir. Compact Thies	
					WS	Wind T. Compact Thies	
AP850	20° 49′ 35″ S/70° 08′ 53″ W	850	3.85	190	T	WXT530	CR1000
					RH	WXT530	
					FW	SFC + pluviometer	
					FP	Young/52203	
					WD	WXT530	
					WS	WXT530	
AP750	20° 49′ 32″ S/70° 09′ 23″ W	750	3	180	T	Campbell/HC2S3	CR1000X
					RH	Campbell/HC2S3	
					FW	SFC + pluviometer	
					FP	Young/52203	
					WD	Young/01503	
					WS	Young/01503	

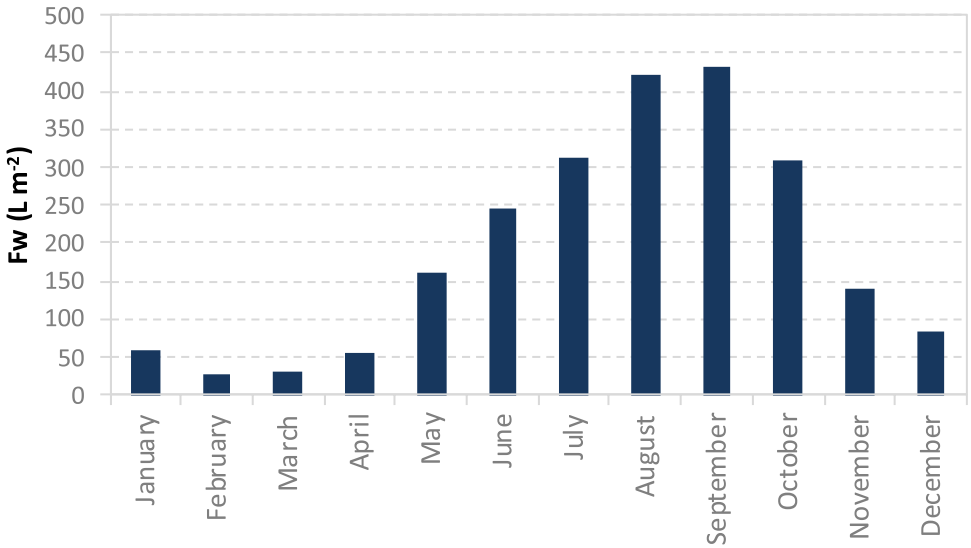


Fig. 2 Mean fog annual cycle as seen from Alto Patache fog water (Fw) collection in AP850 (1998–2013). Note that July, August and September (JAS) are the three main months

inland advection of marine air masses, we characterize the potential temperature (θ) and specific humidity (q) vertical gradients between the meteorological stations close to the sea level and up in the Cordillera de la Costa highlands. These gradients allow us to quantify the presence of the well-mixed marine boundary layer in a site that is related to advective fog. The fog variables are measured by a one-square meter standard fog collector (SFC) (Schemenauer

Folio013499

Table 2 Data availability from stations used in this paper

	AP850 (%)	AP750 (%)	OYA1211 (%)	OYA780 (%)
July 2018	100	100	100	92
August 2018	100	100	100	100
September 2018	100	100	97	12
JAS 2018	100	100	99	69
July 2019	100	100	100	100
August 2019	100	100	100	82
September 2019	100	100	100	100
JAS 2019	100	100	100	94

% values indicate data available for the studied period (JAS 2018 and JAS 2019). Values describe the data availability for all meteorological variables, with three exceptions: *Sep_18_AP750*: 9% of the RH data are available; *Aug_19_OYA780*: 100% of the WD and WS data are available; and *Sep_19_OYA780*: 96% of WD data are available

and Cereceda 1994) connected to a pluviometer. It measures the water collected by the upright standing SFC given in L m^{-2}, i.e., the amount of water collected by surface area of the collector. Despite the different geometry and surface properties compared to plants, we interpret this as a measure for the water amount a plant may collect from fog. We use data from the 2018 and 2019 July–August–September months (the JAS period) because they represent the peak of the fog season at 20° S (Cereceda et al. 2008a; Muñoz et al. 2011) (Fig. 2; Table 2). At this time of the year, the fog deck reaches the upper Cordillera de la Costa tillandsia fields more frequently than during summer when a fogless season occurs (Cereceda et al. 2008b). We show results based on one-hour averages of the data. In some cases, we use 10-min data to denote extreme variability and detailed fog event characterization. We first converted the data to local time (UTC-4). Then obtained the hourly means based on the 10-min data. For wind direction, we obtained a vectorial hourly mean. FW data were calculated as the accumulated total per hour expressed as l m^{-2} h^{-1}. To make our FW data comparable, we also include a daily mean l m^{-2} d^{-1}.

Whereas FW values for OYA stations are directly transformed from the data logger reading in ml to L m^{-2}, for AP stations L m^{-2} were obtained after applying the following formulae:

Fog water for AP (FW_AP) is calculated from the pluviometer readings (N in mm) as follows:

$$\mathrm{FW} = \frac{N}{N_0} \cdot v_{\mathrm{cup}} \tag{1}$$

with $N_0 = 0.1$ mm the basic pluviometer reading per cup flip over and v_{cup} is the cup volume in liter of the different pluviometers (5E−3 l and 2.25E−3 l for AP805 and AP750, respectively). According to the Young 52,202 manual, the volume of the bucket is 2 ml, but we use 2.25 ml as we tested in the field several times.

FP is directly inferred from the FW data as times where FW > 0.

$$\mathrm{FP} = \begin{cases} \text{true} & : \mathrm{FW} > 0\ \mathrm{L/m^2} \\ \text{false} & : \mathrm{FW} = 0\ \mathrm{L/m^2} \end{cases} \tag{2}$$

We are aware that a SFC needs some time to be sufficient wetted for the fog water to flow into the pluviometer and that it also needs some time to dry after fog has ended. But these delay times are usually small compared to fog duration. The FP statistic should be regarded as an underestimation of the real fog presence value, which may be larger as fog presence does not necessarily produce fog water collection. Nonetheless, from other observations we know that variable FW > 0 is a very good indicator for the presence of fog (del Río et al. 2018).

Fog data are recorded when fog comes from within the anterior and posterior 90° angle range. We are certain that SFCs will mostly fail to record fog advected exactly from the sides (e.g., parallel to the SFC panel), but at any oblique angle the panel should intersect fog and record data, thus evidencing fog presence (i.e., a fog event). This is expected as wind is always veering around the average direction, even under stable calm conditions. Therefore, we expect that wind from the side of the collectors occurs only occasionally but should be regarded with caution. Wind direction may influence collection efficiency, but we are not aware of a correction for this. It is assumed that fog trespassing the SFC mesh at right angles will record more fog water than oblique approaching fog, but in both cases a fog event is recorded. We are aware that in some cases, we may be missing fog events (see also discussion section).

In order to characterize fog variability, we also carried out a detailed fog event analysis. We defined a single fog event when the SFC records FW for 60 min or more. FW collection can occur at intermittent time lapses within a fog event but if FW occurs separated by more than 60 min it is considered to be part of a different fog event. Fog events were named by the principal wind direction that characterize the event (e.g., NE or SW) when at least during 80% of the time wind remained in the associated 90° quadrant. When the principal wind quadrant occurred less than 80%, the event is called a "composite fog event." For instance, the fog event "NE" includes the 90° quadrant: N, NE and E, all of them together adding ≥ 80% within this fog event. If they add < 80%, implying that rather other wind directions occur through the fog event, we named this composite

Folio013500

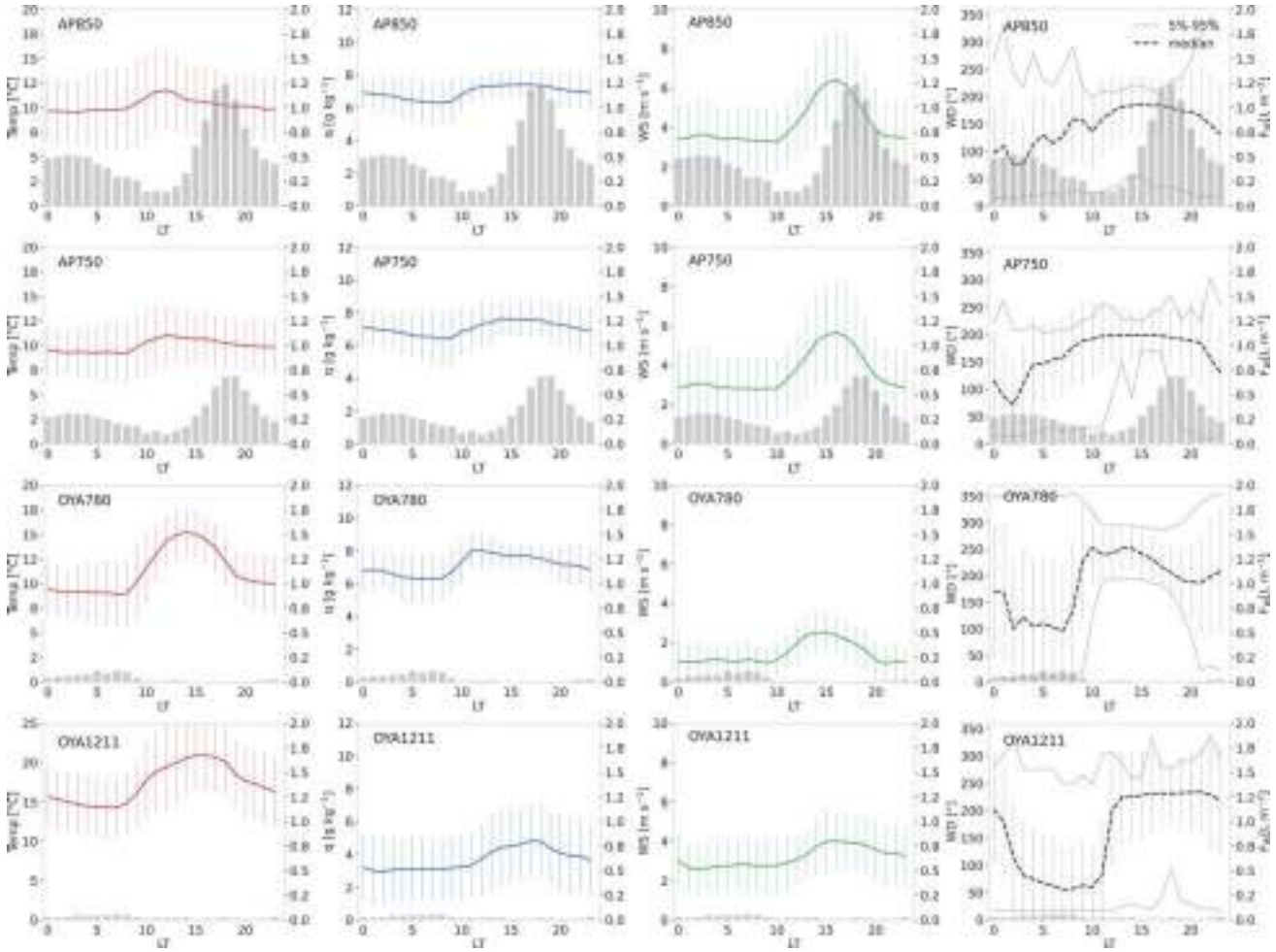


Fig. 3 Meteorological conditions during the JAS period. Air temperature (1st column), specific humidity (2nd column), wind speed (3rd column) and wind direction (4th column) contrast with fog water (right Y axis in bars). Fog water means include all data (fog and no fog data so include a representative scenario). Error bars indicates the one standard deviation of meteorological variables. In the 2nd column, note the steep increase of q first in the lower and then in the upper stations, in all cases indicating the advection of moisture from the coast inland though the day when ocean–continent winds dominate. In the 4th column, dashed line is the median (percentile 50%) and light gray lines the 5 and 95% percentiles

fog event accordingly (e.g., "SW–NE" fog event, that result from S, SW, W and N, NE and E wind directions altogether adding ≥ 80%). The order of the wind components does not imply wind directions veering, only the wind quadrant components. We did not consider for our analysis events that do not agree with this criterion (i.e., fog event events with extreme WD variability), which, in any case, are uncommon. Each fog event this way defined was described also in terms of their start and end time, mean duration and FW yield.

Results

In this section, we describe the main aspects of the meteorological and fog data from the Alto Patache and Cerro Oyarbide sites.

Temperatures

The mean T reach their minimum (min) during early morning (06–08 h.) and maximum (max) at noon (AP) and afternoon (OYA.) (see Fig. 3). Whereas mean min in OYA varied from 9.0 °C (OYA780) to 14.5 °C (OYA1211), in AP it varied from 9.3 °C (AP750) to 9.6 °C (AP850). Similarly, mean max in OYA varied from 15.0 °C (OYA780) to 21.0 °C (OYA1211); in AP, it varied from 10.9 °C (AP750) to 11.3 °C (AP850). In both sites, the higher mean T occur at higher elevations (Fig. 3). The daily mean air temperature amplitude in AP is < 2 °C at both AP stations, whereas in OYA it reaches 6.0 °C in both stations. Despite the similar elevation and nearness of OYA780 and AP750 stations, the OYA780 mean T is 11.1 °C, but in AP750 °C is 10.0 °C (same mean as in AP850). Moreover, the mean

Folio013501

daily oscillation is > 4 °C larger in OYA780 compared to AP750. Yet OYA780 air temperatures are closer to AP750 and AP850 than to those higher in elevation in OYA1211. The OYA1211 mean temperature of 17.3 °C is significantly higher (6 °C) than that at OYA780. Absolute max and min in OYA1211 reached 30.2 °C and 2.3 °C, respectively. OYA1211 site presents the most extreme absolute air temperature difference (25 °C) recorded during the afternoon (in different days). The other three stations recorded a smaller delta absolute temperature, but, in all cases, a wide temperature range occurs.

Humidity

Relative humidity is mostly above 80% in AP, more humid than in OYA780. In contrast, hereto OYA1211 experiences values close to 30% RH. AP and OYA780 stations show a gradual RH decrease through the night, which is opposite to the higher located OYA1211 (not shown). Also, whereas the min occurs during afternoon in OYA780, it occurs during the morning in the three other AP and OYA stations. Extreme RH values were recorded in all stations, with OYA1211 covering the whole RH range (minimum of 0.8%). In summary, mean RH values are high for both AP sites and OYA780, but low for OYA1211.

Because RH varies strongly with temperature, we calculate specific humidity (q) to detect the presence of maritime humid air (q high) or inland dry air (q low). Mean hourly q values at AP vary between 6 and 8 g kg^{-1} during a JAS day (Fig. 3). Both AP750 and AP850 parallel each other during the day–night cycle with slightly higher values reached at AP750. Min values occur during the early morning and max during late afternoon and nighttime. At OYA780, similar mean q values as at AP are recorded and similar daily cycle is observed, although a more marked daily cycle is observed. Much lower mean daily q occurs at OYA1211, ranging from 3 to 5 g kg^{-1}. Here, the day–night cycle shows a min during night and a max during late afternoon. Similarities and differences apply among stations regarding the q daily cycle. For instance, the AP and OYA780 stations show the diurnal behavior. However, the amplitude seen in OYA780 is larger (about 2 g kg^{-1}) than the one present at the AP stations (about 1.0 g kg^{-1}). At OYA1211, the q increase lags the other stations, starting gradually from 12 h. and reaching a peak at 18 h. This lag evidences the diurnal dynamic of moisture along the vertical elevation gradient, which naturally reaches the lower areas first and the upper ones later in the day.

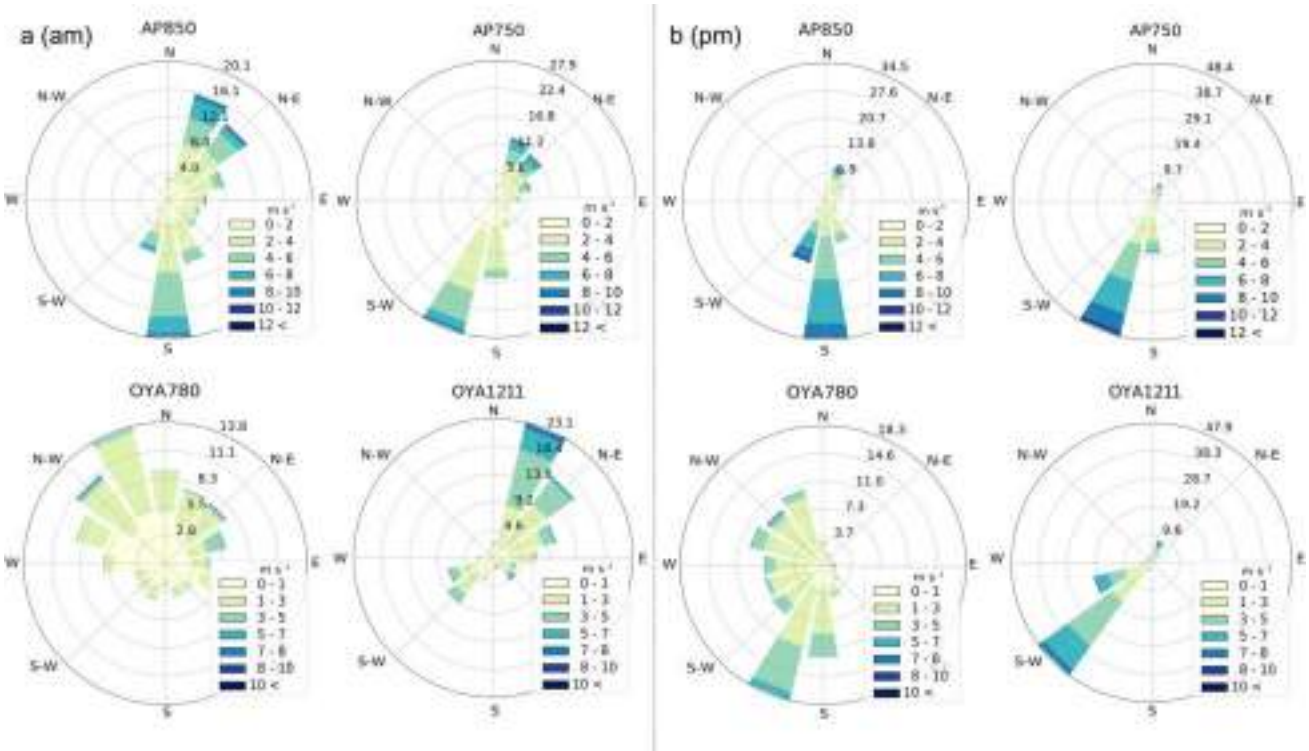


Fig. 4 Wind directions and speeds for the JAS 2018–2019 period at Cerro Oyarbide and Alto Patache. **a** am hours; **b** pm hours. All studied data are shown. Relative frequency for each wind direction is shown also (in %)

Folio013502

Wind direction and speed

Overall, the WD follows a day and night cycle at both OYA and AP sites (Figs. 3, 4). In particular, wind directions tend to be different between am and pm hours. In OYA, winds from the N–NW (OYA780) and N–NE (OYA1211) predominate during night, but from the S, SSW (OYA780) and SW (OYA1211) during the afternoon (Fig. 4). Wind directions at OYA show a clear and fast switch between easterly directions in the second half of the night and SW directions during daytime from morning till late afternoon. But nighttime directions vary strongly at OYA780. In AP, both stations parallel each other in terms of wind direction dynamic through day and night. Whereas daytime (pm) wind is dominated by the S (180°) component, nighttime (am) wind occurs either from the NE or S.

Wind speed commonly occurs between 1 and 6 m s^{-1} in the study area with AP comprising more intense winds compared to OYA stations. In both sites, winds are gentler during nighttime and more intense through the day. In OYA1211, highest persistent SW wind velocities occur during late afternoon with a median of 3.8 m s^{-1} and max of 10 m s^{-1}. In OYA780, a peak occurs during the early afternoon but mean is only 2.8 m s^{-1} and absolute maximum 9.9 m s^{-1}, therefore weaker and less persistent winds compared to OYA1211. Nighttime winds are normally around 2.6 m s^{-1} in OYA1211 and 1.5 m s^{-1} in OYA780. In AP, again the highest and more persistent winds occur in the afternoon, particularly between 14 and 18 h., when S to SSW winds normally reach 5 m s^{-1} in AP750 and 6 m s^{-1} in AP850. Maximum speeds were recorded also at this time frame reaching 12.9 m s^{-1} in AP850 and 12.1 m s^{-1} in AP750. Calmer wind during nighttime results in a mean close to 2.5 m s^{-1} in AP750 and 3.2 m s^{-1} in AP850.

Fog presence

There is a striking difference in terms of fog presence (FP) between AP and OYA (Fig. 5). Fog in AP occurred 73% of the time during JAS 2018–2019, which contrasts with the 76% of fog absence in OYA in the same period. In OYA, fog occurred mostly at OYA780 (19% of the JAS) and only during very limited time in OYA1211 (6% of the JAS). Only 1% of the time both OYA1211 and OYA780 experienced simultaneous fog. In AP, fog occurring simultaneously at both AP750 and AP850 is the most common case (49%). This is expected as both stations occur close to each other (i.e., separated by 100 m elevation and < 1 km distance). Available data indicate that fog at AP750 is more frequent than at AP850: AP850 is fog-free during 44% compared to 34% of the JAS time for AP750.

If one considers now the diurnal course of fog presence, similarities and differences are observed among stations. Overall, low relative FP frequency occurs from noon to evening and high FP during night and morning in all stations (Table 4). Nonetheless, the afternoon fog gap in OYA stations is prominent compared to AP. In AP, a more regular FP frequency distribution occurs through day and night and only tends to dissipate during midday. This is more obvious at AP850 compared to AP750, the latter experiencing more frequency of FP. At the AP site, the daily cycle starts from a minimum when 5% (AP750) and 10% (AP850) of the daily FP is recorded during the early afternoon (12–15 h.). Then it gradually increases to reach a long period with higher FP frequency from evening through the night until morning

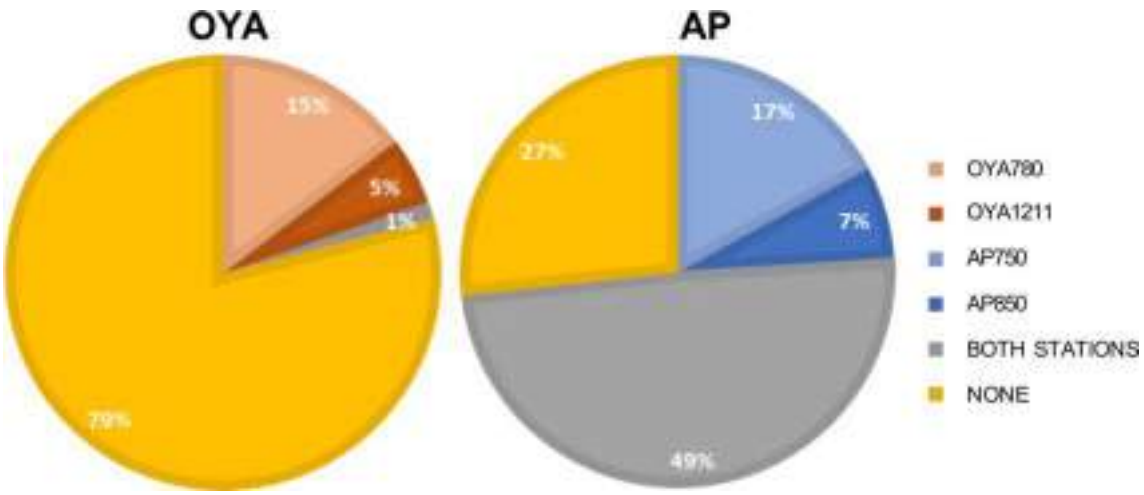


Fig. 5 Fog presence (FP) and its distribution at the stations in Cerro Oyarbide (OYA) and Alto Patache (AP) sites. Percentages are relative to total of JAS periods in 2018 and 2019 at each respective site. "BOTH" in gray color means that at each site both stations record FP simultaneously; opposite, "NONE" means no FP is recorded in AP or OYA

Folio013503

Table 3 Fog water collection (L m^{-2}) at all four stations in OYA and AP

	AP850	AP750	OYA1211	OYA780
July 2018	361	301	25	38
August 2018	460	279	6	25
September 2018	337	168	11	1
JAS 2018	1158	748	42	64
July 2019	428	243	39	44
August 2019	298	145	8	15
September 2019	400	208	31	14
JAS 2019	1126	596	78	73
Total (L m^{-2})	2284	1344	120	137
(L m^{-2} day^{-1})	12.4	7.3	0.7	0.9

Please see Table 2 for information about data availability. For instance, during September 2018 OYA780 includes only 12% of the data, thus representing a minimum value

when fog starts to dissipate. While OYA1211 follows an overall similar trend as in AP, OYA780 is different. Here, FP increases trough night until early morning. Moreover, the night–morning FP trend in OYA780 is out of phase compared to AP stations. Virtually no fog occurs from noon until evening for the studied period in OYA780 but occasionally the fog cloud occurs in OYA1211 at this time of the day. 96% of FP occurs during nighttime and morning in OYA780 (mostly at dawn), and 82% occurs in OYA1211 at the same time.

Fog water

Fog presence and fog water data are obtained from the fog water collection record and both variables follow similar day–night trends. In AP, most fog water is collected between 16 and 20 h. and a second max at 01–04 h. (Fig. 3; Table 4). During late afternoon time, about 45% of the total daily fog water is collected in both AP stations (Fig. 3). During nighttime, near 35% of fog water is collected in AP. On the other hand, OYA stations collect most its fog water through night and mostly early morning (80% in OYA780 and 55% in OYA1211 between about 00 and 08 h., Fig. 3; Table 4). Afternoon fog collection in OYA780 is very rare but more common in OYA1211.

Monthly FW volumes are up to two orders of magnitude larger at AP than at OYA stations (Table 3). Whereas the JAS period mean in AP850 can surpass 1000 L m^{-2}, at OYA (both stations), yields are below 80 L m^{-2}. Both stations in OYA collect a similar amount of fog water despite the difference in elevation. Nonetheless, the volumes from OYA780 in September 2018 are only minimum values (see Table 2). In contrast hereto, AP850 fog water yields are between 1.5 and 2.0 times those recorded in AP750 (672 L m^{-2} vs. 1142 L m^{-2}), despite the fact that both stations are relatively close to each other and that FP is greater at AP750. The max monthly FW yield was collected in AP850 August 2018 reaching 460 L m^{-2}, which is in strong contrast to the max of 44 L m^{-2} recorded in OYA780 in July 2019. On a mean daily basis (considering only the days with available data), OYA780 collected 0.9 L m^{-2} day^{-1} and OYA1211 collected 0.7 L m^{-2} day^{-1} during the studied period. AP750 collected 7.3 L m^{-2} day^{-1} and AP850 12.4 L m^{-2} day^{-1} for the studied period. For the periods JAS 2018 and JAS 2019, total fog water yields do not change much at each station, which could indicate certain regularity in the system across the years. In fact, the FW values reported here are comparable with those reported by Cereceda et al. (2008b) for this time of the year in Alto Patache and in Cerro Guatalaya, which is located at a similar elevation and distance to the coast as OYA1211, but few tens of km to the north.

Discussion

Wind

We know about two distinct wind systems in the area: the southeast Pacific high-pressure system (SEPH) that drives the coastal low-level jet, i.e., a nearly permanent strong southerly wind component in the maritime boundary layer (MBL) below about 1 km (see, e.g., Muñoz and Garreaud 2005). This can clearly be seen at the three lower stations, particularly in AP site. In OYA1211, only afternoon SW winds are recorded (Fig. 4b). Superimposed over the southerly flow of the SEPH, a land–sea breeze develops in the MBL at the coast and may lead in the upper half of the MBL to southeasterly flows during daytime and southwesterly flows during night. This should be stronger if a coastal plane is present, as it occurs south of Iquique, which allows significant surface heating. Nevertheless, this is not visible in the presented mean data.

At heights above the MBL and especially further inland the so called Rutllant cell (Rutllant et al. 2003), initiated by radiative heating and cooling at the slopes of the Andes and the Altiplano to the west leads to strong westerly and easterly winds during daytime and nighttime, respectively (Schween et al. 2020). During daytime (nighttime) the air ascents (descends) along the western slope of the Andes, flows around 3–4 km upwards (downwards) back to the west and subsides (rises) above the central depression and coastal mountains of the desert. We observe the wind components as NE and SW during night and afternoon, respectively, particularly at the upper OYA1211 station which may indicate that the subsiding branch of the Rutllant cell reaches the coast and may extent over the ocean. The variable wind directions and reduced wind speeds at OYA780, 11 km from the coastline, could be an indication of afternoon (night)

Folio013504

subsiding (rising) at this location. In any case, the discussed circulation pattern represents idealizations that are subject to modification by the local orography, which may channel and redirect the flow, and in addition may lead to the development of local thermal circulations. Overall, the OYA terrain is sloping from NE down to SW (i.e., toward the ocean). During night, a density-driven flow would follow this slope and generate NE wind. During daytime, solar heating would lead to upslope flow with SW directions. Both directions are visible at OYA1211, whereas at OYA780 only the daytime SW flow seems to be present. At AP, the topography is different. Both stations lie directly at the top of the coastal cliff, which runs here for about 1 km from W to E facing south. During daytime, the dominating S wind indicates the southerly wind of the SEPH, probably enhanced by a sea breeze. During the night, two regimes can be observed: During the first half of the night, S wind further dominates but during the second half of the night wind switches to E to NE wind indicating influence of the nighttime flow of the Rutllant cell.

Temperature and humidity

The T and q variability can be extreme in space and time within the coastal Atacama (Lobos et al. 2018; Schween et al. 2020). Air temperature extremes increase inland, as expected, reaching as low as 3 °C and up to 30 °C, with a mean of 17 °C, at OYA1211 in JAS. The milder temperature and its limited daily variability at AP750 (9–11 °C) can be explained by its location directly at the cliff (i.e., most of the time inside the MBL), where the temperature is regulated by the ocean. OYA780 is inland and measures conditions of the land–surface boundary layer, i.e., is influenced by surface heating with larger daily amplitudes. At OYA1211, we observe very low q values that mostly lie below 4 g kg^{-1} with RH most of the time below 40% and as low as 1% RH. This is in contrast to the lower stations (OYA780, AP750 and AP850) where low temperatures (mean close to 10–11 °C) and humid air (mostly > 5 g kg^{-1} and > 80%) indicate that these stations are more frequently in the moister and cooler MBL (Rutllant et al. 2003; Muñoz et al. 2011; Schween et al. 2020). Extremes spatial gradients occur also. For instance, we observe that OYA780 can be at 6 g kg^{-1} and 11.5 °C, but OYA1211 2 g kg^{-1} and 28 °C at the same time. Such opposite conditions between the stations can be attributed to the large differences between the MBL extent and the free troposphere above, which can reach temperature and humidity differences of more than 10 °C and 5–6 g kg^{-1}, respectively (Muñoz et al 2011). Also notable, we record station-specific rapid changes. For instance, shifts of 4 °C, 50% HR and 5.5 g/kg in 10–20 min occur in OYA780 and AP850; or changes of 7 °C, 60% and 2.5 g/kg within 10 min in OYA1211. The observed behavior could be then linked to air masses advection across the coastal area associated, or not, with the altitudinal change of the MBL top. We discuss this further in the next paragraph. In any case, the data clearly show the rapid exchange between the upper inland desert atmosphere and the lower marine atmosphere.

At OYA1211, the mean daily cycle shows that the T and RH (the latter not shown in Fig. 3) gradually increase together after a late morning minimum (9–12 h.). With sunset, T declines but RH does not. In fact, a positive RH trend is also recorded during nighttime in OYA1211, when in all other stations in OYA and AP show an overall decreasing RH trend. Therefore, the mean RH is rather out of phase between upper and lower stations during nighttime. The RH min in OYA1211 and AP stations occurs before the afternoon peak in T, but in OYA780 coincides with this afternoon peak, when OYA1211 RH is already increasing along with air temperature. The data suggest that air temperature alone cannot explain the observed RH changes. Consistent to RH, the Fig. 3 shows an increase of q during morning and later in the afternoon in the AP-OYA780 and OYA1211 stations, respectively, and therefore the advection of moist maritime air inland through the day at least as high as 1211 m a. s. l. Opposite, the mean decreases of q during nighttime in AP and OYA implies inland desert air replacing the maritime air at these locations. One potential way to explain these observed changes in moisture content is through the daily elevation changes of the MBL that distribute marine air through the coastal desert as high as about 1300 m a. s. l. Nonetheless, as far as predicted by the Rutllant pump circulation model, the MBL reaches its lowest (highest) elevation during day (night), which therefore cannot explain the observed moisture changes at AP and OYA stations. The model suggests daytime enhanced coastal air subsidence above the temperature inversion on top of the MBL that promotes cloud dissipation and mostly unlimited ceilings that best describe inland desert influence at least as low as the AP site (Rutllant et al. 1998, 2003; Muñoz et al. 2011). High potential temperature (θ) gradients between the airport and OYA1211 confirm a mean afternoon stratified condition including Cerro Oyarbide (see Fig. 6c, d). Opposite, lower θ gradients suggest a better mixed layer at 1211 m a. s. l. occurring during night, much later than the observed increase in local moisture. Alternatively, the observed moist trends can be explained by a "mountain vent system," which suggest that along the slopes of the coastal cliff and higher slopes of the cordillera (e.g., Cerro Oyarbide) air is heated and flowing in a thin layer (d ~ 50 m) along the surface upward bringing moist air from the MBL during daytime. To decide which of the two mechanisms lead (higher MBL or mountain vent/slope wind) to the presence of maritime air at the upper stations, it would be necessary to investigate temperature profiles away from the surface. The implication is that afternoon vigorous SW winds (ocean–continent) carry

Folio013505

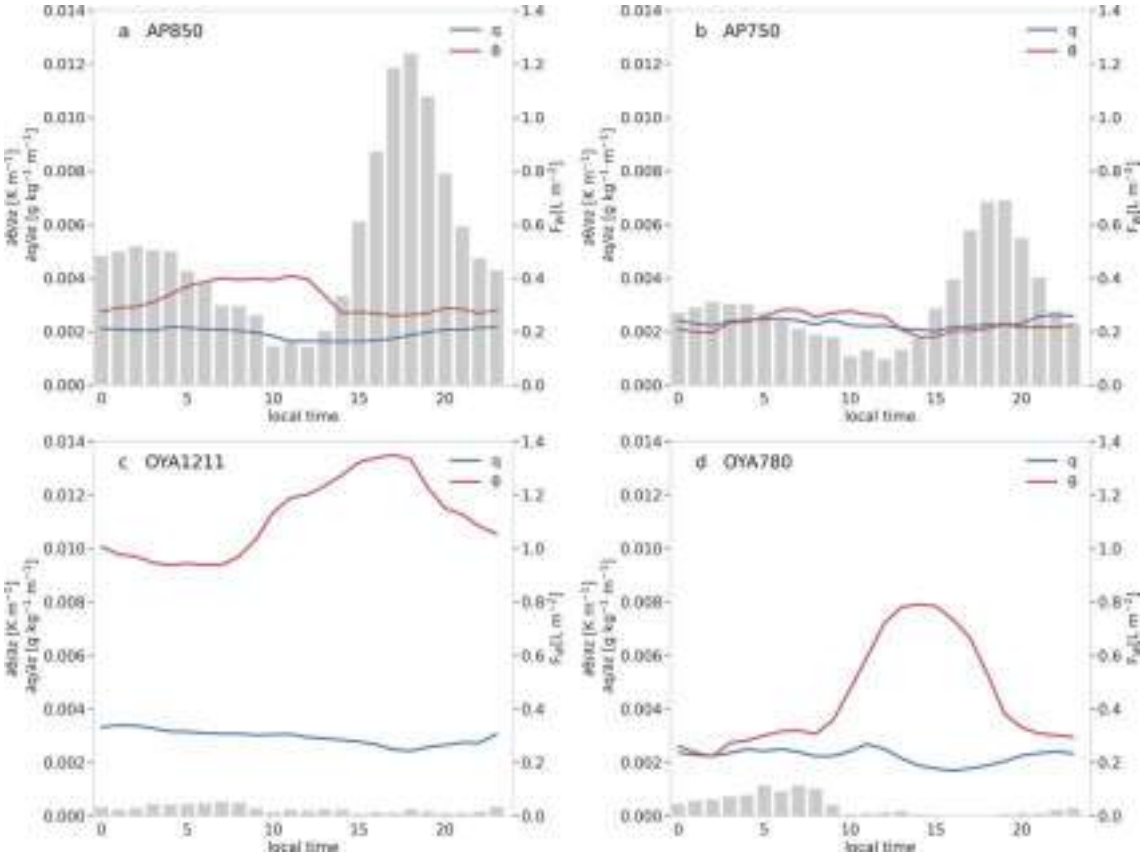


Fig. 6 Potential temperature (θ) and specific humidity (q) gradients between airport station and **a** AP850, **b** AP750, **c** OYA1211 and **d** OYA780 meteorological stations. Fog water is represented in gray bars. In general terms, the gradients show the relation between fog formation and dissipation, presenting low values when fog is present and high ones when fog is absent. This is well shown by the θ data and to a less degree by the q data. A stronger θ daily cycle in OYA sites implies that are more commonly dominated by desert air masses than AP stations

maritime moist air upwards producing a significant increase in local humidity inland at least as high as 1211 m a. s. l. Reversed night winds (continent–ocean) bring dry continental air to the coast dropping moisture values at 1211 m a. s. l. and below (Fig. 3).

Fog formation and dissipation

The MBL can include two atmospheric regimes: (1) the well-mixed regime, associated with fog formation, low thermal and humidity vertical gradients, low diurnal variability and presence of Sc cloud fog; and (2) the stratified regime related to warm and dry continental air masses and high thermal and humidity gradients associated with fog dissipation (Lobos et al. 2018). The atmospheric regimes studied by Lobos et al. (2018) set a threshold from where fog is formed or dissipated. This threshold is based on the thermal and moisture gradient over a vertical section of the MBL. The proposed thresholds under which fog would form are 0.0031 K m^{-1} and 0.0016 g kg^{-1} m^{-1} (the horizontal line in Fig. 7). We statistically analyze the vertical gradients between the airport station and each meteorological station in the transect, during fog and non-fog over the JAS (Fig. 7). On the one hand, gradients during fog presence are lower compared to fog absence. The low gradients denote a strong mixing within the MBL, which has been demonstrated as a fundamental condition for fog formation (see Lobos et al. 2018; Duynkerke et al. 1995). Opposite, high gradients denote a stratified regime linkable to fog absence. However, the gradient medians do not change significantly between fog and non-fog conditions in AP and OYA780 stations, the opposite being true at OYA1211, thus denoting the dominance of marine air toward lower elevations compared to higher elevations and thus showing the need for MBL air to be present at higher altitudes in order for fog to exist there. Thus, differences between AP and OYA stations, regarding the vertical gradients during fog and non-fog conditions, are given by the predominance of the MBL over the stations. Our data show that during JAS, thresholds set by Lobos et al.

Folio013506

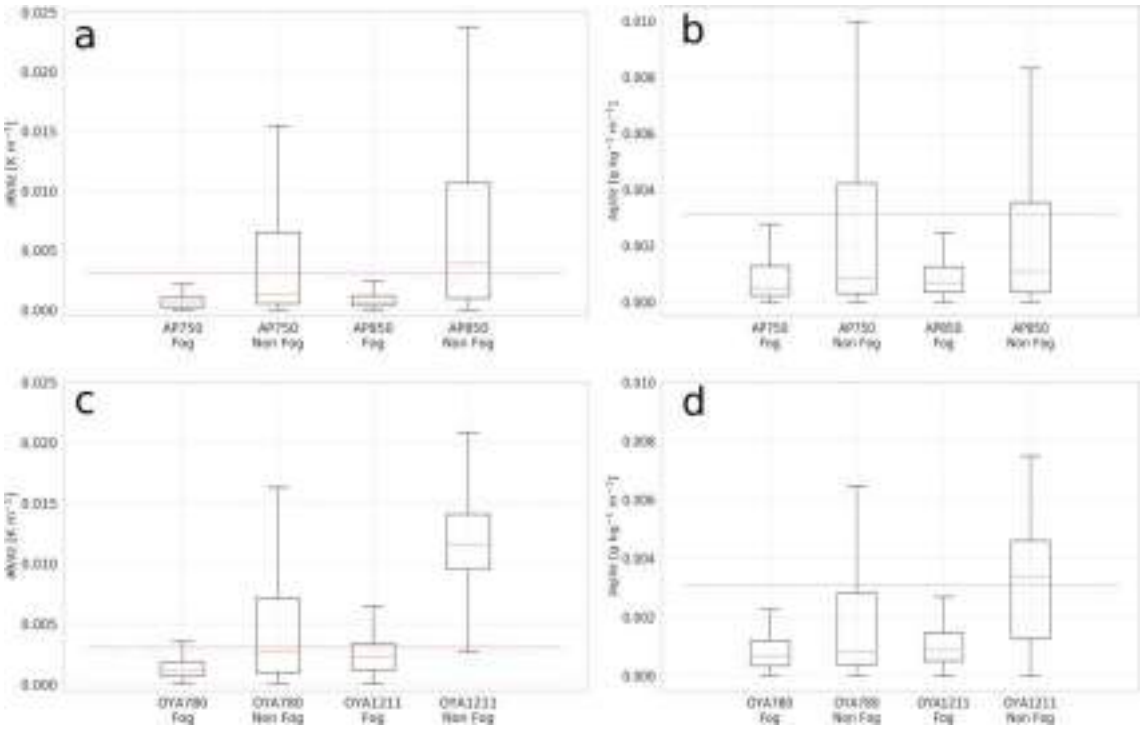


Fig. 7 Descriptive statistics of thermal (**a**, **c**) and moisture (**b**, **d**) vertical gradients between the airport meteorological station and AP750, AP850, OYA780 and OYA1211 stations. The horizontal line represents the threshold value established by Lobos et al. (2018) to differentiate fog formation and dissipation

(2018) are overestimated and can be improved to be more accurate in predicting fog formation.

From the above paragraph, we observe that the vertical mixing and the stratified atmospheric regimes in the Coastal Atacama boundary layer are associated with fog formation (presence) and dissipation (absence), respectively. During midday, fog absence/low fog collection in AP (Fig. 5a, b), the gradient θ is higher and variable, implying that at this time both stations, or at least the upper AP850, occur within the stratified regime above the well-mixed MBL (morning–early afternoon); opposite, when fog is present, the gradient θ is lower than 0.0031 K m^{-1}, as expected when both stations occur within a well-mixed MBL and fog water collection reaches a maximum (afternoon through night). The same trends that we find for AP occurs in OYA. For instance, mean air temperature can be up to 6–8 °C higher in OYA1211 compared to OYA780 during fog absence denoting stratified conditions in this altitudinal range during the afternoon. However, when fog is formed, θ gradients are the lowest recorded suggesting a well-mixed marine air up to 1211 m a. s. l. during night–early morning (Fig. 5c, d). Altogether, the data suggest a diurnal cycle regarding the influence of the inland versus marine desert conditions throughout the coastal Atacama, which in turn denote a regional-scale atmospheric circulation.

Distinct atmospheric and fog conditions occur between OYA780 and AP750 despite their similar elevations and geographic proximity. Despite similar daily *q* evolutions of both stations (increasing during morning, Fig. 3), the θ gradients at OYA780 show a more marked diurnal cycle compared to AP750 (Fig. 6b–d). Thus, q data indicate that both sites are under the effect of the advection of marine air at the same time, but the influence of inland dry air is conspicuous in OYA780 compared to AP750. In other words, in OYA780 the daily interchange between marine and continent air is more common in OYA780 than in AP750, which keeps a more uniform day-to-day marine condition. This is to be expected because OYA780 is 11 km away from the coastline and AP750 about 2 km away, on the coastal cliff. As a consequence, fog is much more common in AP. In fact, only 22% of fog presence at AP750 corresponds to fog at OYA780, but 95% of OYA780 FP corresponds to FP at AP750. In the former scenario, OYA780 experiences higher than normal RH (> 85%) showing enhanced maritime air characteristics, but no condensation into fog. When no fog occurs either at OYA780 or at AP750 simultaneously, the mean RH is low and the T increase significantly with respect to the mean at both sites, suggesting an MBL stratified regime at 750 m a. s. l. All together, these observations suggest that the MBL elevation fluctuates uniformly within the coastal Atacama

Folio013507



Fig. 8 Distribution of fog events types per stations (AP750, AP850, OYA780, OYA1211) per time of the day (a.m. and p.m.), wind direction (N, NE, S, etc., 90º quadrant) and fog water amount (collection per event below or above 5 L/m^2, described for the JAS 2018–2019 in Cerro Oyarbide (CO) and Alto Patache (AP)). The length of each sector gives the relative contribution (%) and associated water yield of each fog event type. Data are presented relative to total fog events recorded at each meteorological station (see text for more details). Some fog data may not be recorded by our data given the directional nature of the SFCs

and that both distance to the coastline and elevation above sea level are controlling factors to the observed dynamics.

Fog events

In this section, we discriminate the most representative fog events that occur at the coastal Atacama. We characterized fog events in detail including start–end time, duration, wind and fog water collection, which contribute to a better understanding of fog distribution, space and time (Fig. 8). Fog events are named after the predominating wind direction (please refer to the method section for details on how a fog event was defined).

Due to their construction SFC are not sensitive for fog when wind is blowing from the side. All SFC were installed such that they face the expected average wind direction at every location (see azimuth in Table 1). Figure 4 shows the wind roses from observed wind for all four stations. For both AP stations and OYA1211, winds from the side of the SFC make up between less than 10% (AP750 and OYA1211) and around 15% (AP850). At OYA780, wind directions are highly variable and the SFC may miss some fog events. Veering of the wind may still produce some fog water, and thus, the events will be counted although the amount of fog water might be underestimated. A cylindrical or bidirectional flat SFC design may fit better the local meteorological conditions at this station. Nevertheless, cylindrical fog collectors show lower efficiencies and a different wind speed dependence and are thus difficult to compare with the SFC (Regalado and Ritter 2016).

In Alto Patache, the S, S–NE and NE are the three most common fog events (Fig. 8); they sum up to 339 and 469 events in AP850 and AP750, respectively. The most common are the S events (50–60%) and the least common are the NE events (5–15%). Both of these are the shorter ones (mean duration 2–5 h) compared to the S–NE events (mean duration 8–11 h). Extreme and rare S–NE event durations can reach 33 h (AP850) and 98 h (AP750). The S–NE events embrace 50% of the total fog time in AP, which contrasts with the NE fog events that only adds < 10%. The remaining 40% of fog time is associated with S events. The S fog events are more common during the afternoon, the S–NE during the late afternoon onwards and the NE during nighttime (Fig. 8). Because of their long duration, the S–NE event includes a change in wind directions that follow the daily cycle (Fig. 4). A common case is a fog event starting with S winds during late afternoon and ending with NE winds during nighttime or dawn. The implication is that fog advection from the ocean–inland during the day (onshore) may reverse later during the same event with a near opposite wind direction (offshore). Longer events lasting until next day can start and end with S winds, and include NE in between. The NE events show a return fog flow toward the coast in response to concomitant predominant winds. Most fog water (up to 95%) is collected in similar proportions by S and S–NE events. Nonetheless, within a S–NE event, the

Folio013508

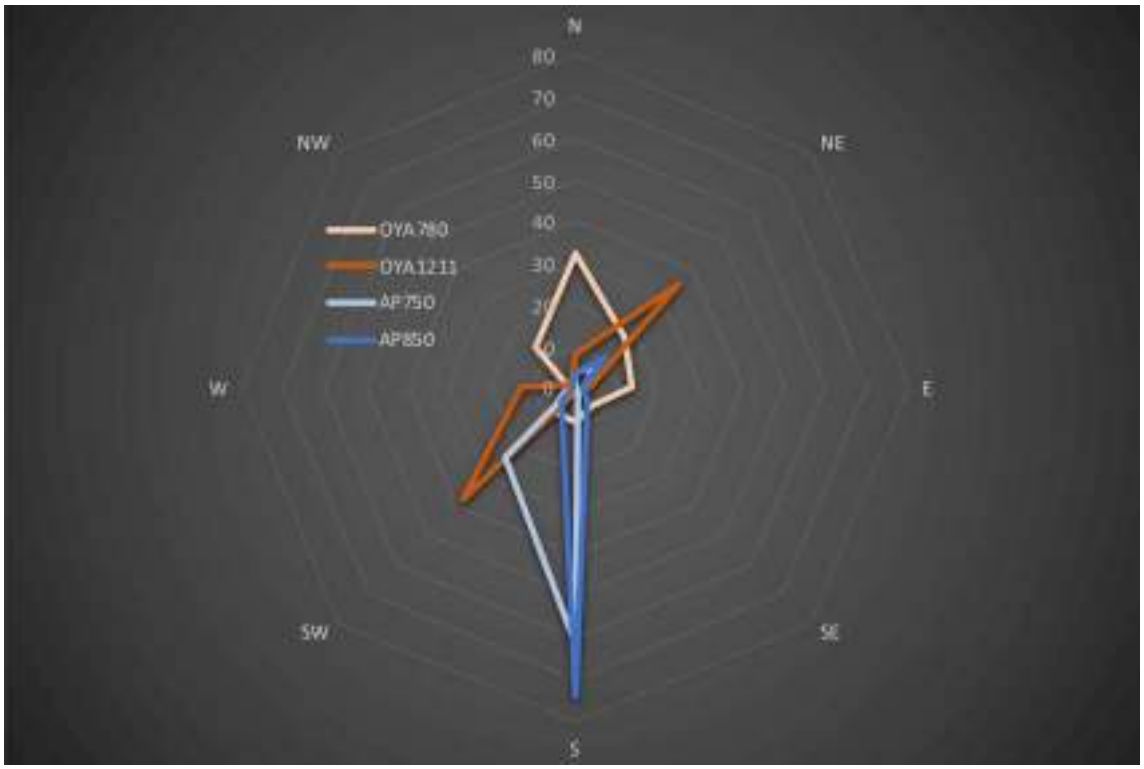


Fig. 9 Relative contribution (%) of total fog water collection as a function of wind direction for the JAS 2018–2019 at Cerro Oyarbide and Alto Patache. Some fog data may not be recorded by our SFCs because of their directional nature

southern winds are twice more frequent and collect almost five times the FW collected by NE winds. Indeed, the south wind component produces nearly 80% of the fog water in AP (Fig. 9). Strong south wind advected fog can produce up to nearly 9 L m^{-2} h^{-1} in AP850, but this is very rare (Figs. 10, 11). S fog events produce high mean water yields (1.3 L m^{-2} h^{-1}, AP850; 0.6 L m^{-2} h^{-1}, AP750) compared to the NE–S and NE events (0.9 L m^{-2} h^{-1}, AP850; 0.4 L m^{-2} h^{-1}, AP750). Max mean AP fog water collection of S events coincide with the late afternoon and early night hours just after strong winds (mean of 5 m s^{-1}, up to 12 m s^{-1}) (Figs. 2, 11). Less strong winds during NE (mean of 4.6 m s^{-1}) and NE–S (mean of 3.2 m s^{-1}) events occurring at other daytimes help explain the difference in fog water yields among different event types. Afternoon orographic fog is ubiquitous in AP and can be linked to maximum fog water collection, which in turn is followed through night as advective fog during a second FW peak (Fig. 3; Table 4). In summary, the S, NE–S and NE fog events occur at different times of the day, last between about 3 and 11 h and occur one or several times per day in AP. Max fog water collection rates occurs under S fog events during the afternoon and early night associated with strong winds.

In Cerro Oyarbide OYA1211, fog presence is linked mostly to NE winds and to a lesser extent SW winds (Figs. 10, 12). Therefore, the NE, SW and SW–NE are the most common fog events, adding 74 events in total for the analyzed period. The most frequent are the NE events (55%) adding 34% of the total fog time recorded. The least common are the SW events (11%), which represent only 3% of the fog time. Both of these fog event types, NE and SW, comprise the shorter event types (mean duration 2 h) compared to the SW–NE events (mean duration 5 h). Rare SW–NE event durations can reach 15 h, longer than the NE and SW extreme events reaching 9–12 h. Therefore, fog occurrence is mostly associated with night–morning time SW–NE events (60% of the total fog time), when most fog water is collected (up to 60%), followed by the night–morning time NE (28%) and mostly daytime SW (12%) event-associated water collection. A common SW–NE event is that starting with late afternoon SW winds and ending with NE winds during night. The same event type can occur between night and morning also. There are no SW–NE events showing a transition from NE to SW winds. Within the SW–NE events, the wind can change iteratively between SW and NE components. The SW and NE winds record the same total time of occurrence in OYA1211, but the SW advected fog produce more than double FW compared to the NE winds. Nonetheless, if the SW and NE advected fog's wind components are compared considering all data (not only the

Folio013509

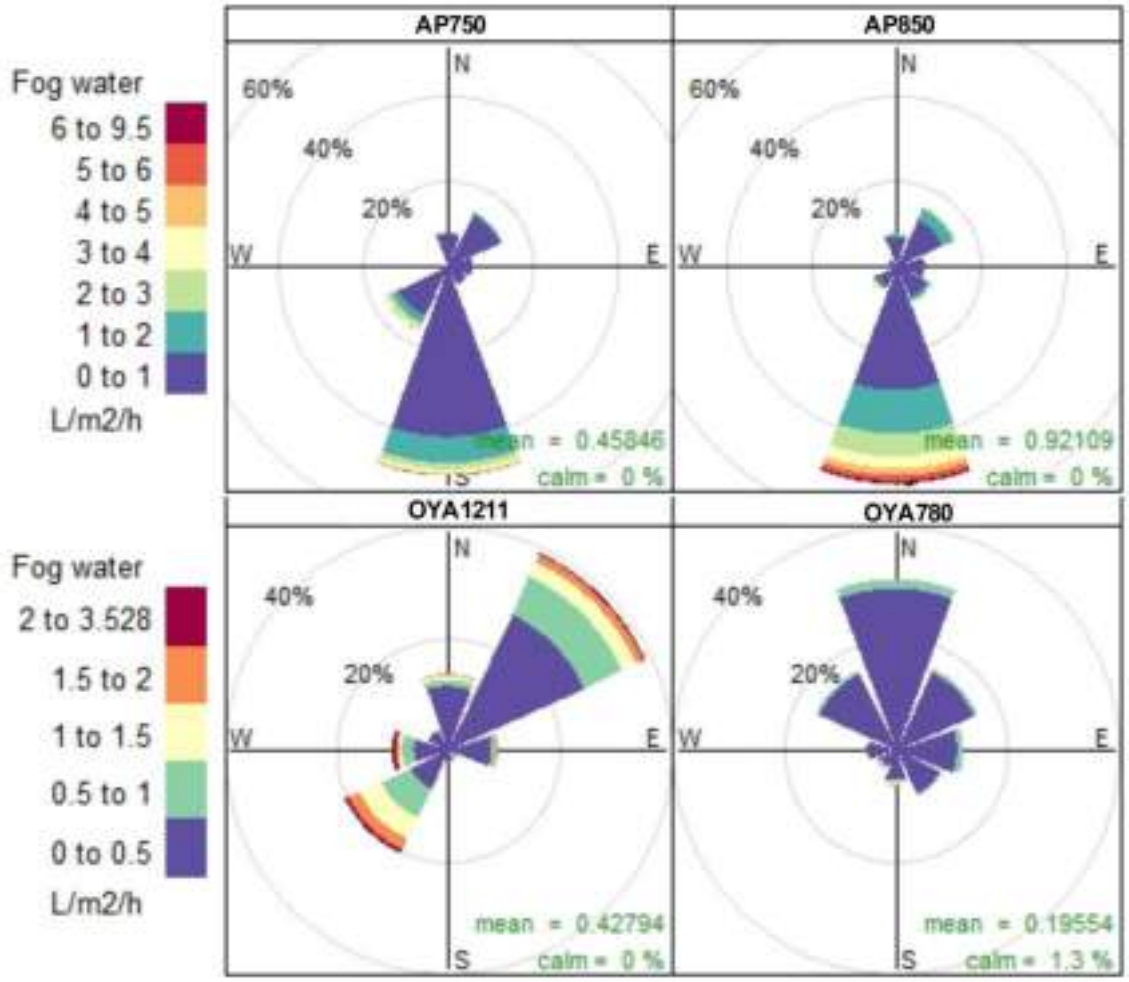


Fig. 10 Frequency of counts of fog water (FW) flux collected per hour as a function of wind direction for the JAS period in 2018–2019 at Cerro Oyarbide and Alto Patache. Some fog data may not be recorded by our SFCs because of their directional nature

SW–NE events), they both produce similar volumes of fog water, adding a total of near 75%, which mostly are collected during late night and early morning hours (Figs. 2, 8). The highest collection means are produced with strong SW and NE (up to 6–8 m s^{-1}) advected fog reaching above 2 L m^{-2} h^{-1} (Figs. 10, 11). In most cases, water collected reaches between 0.1 and 2 L m^{-2} h^{-1} with higher rates more common with SW wind. Mean SW fog events produce high mean water yields (0.8 L m^{-2} h^{-1}) compared to the SW–NE (0.5 L m^{-2} h^{-1}) and NE events (0.4 L m^{-2} h^{-1}). This is partially explained by relatively short and sporadic SW events that deliver, in some cases, relatively high fog water volumes at OYA1211 (Figs. 10, 11). Considering all wind directions, the mean fog water collection is 0.4 l m^{-2} h^{-1} (Fig. 10).

At OYA780, fog presence is linked to multiple wind directions, of which N (30%), NW (15%), NE (15%) and E (10%) are the most common (Fig. 10). N, SE and the SE–N are the most representative fog events, adding 98 events in total. The most frequent are the SE–N events (55%) accounting for 65% of the fog time and the least common are the SE events (5%) representing only 3% of the total fog time. The N events represent the 20% of the total events and the recorded fog time. The SE–N events include higher occurrence of N winds and these are associated with higher FW accumulation compared to SE wind components. These events normally occur during nighttime and end by the morning. The same is true for N and SE events. The mean SE events last only 2 h, in contrast to the SE–N events that have a mean duration of 6 h. N events have intermediate durations (4 and 5 h, respectively). Rare SE–N events durations can reach 16 h, which is longer than the N (12–13 h) and the SE (7 h) extreme events. Most fog water is collected during the N–SE (65%) followed by N events (15–20%) and the SE (2%) events. If the wind components are to be separated, the N winds contribute > 30%, which together with NW and NE winds yield > 60% of total fog water collected

Folio013510

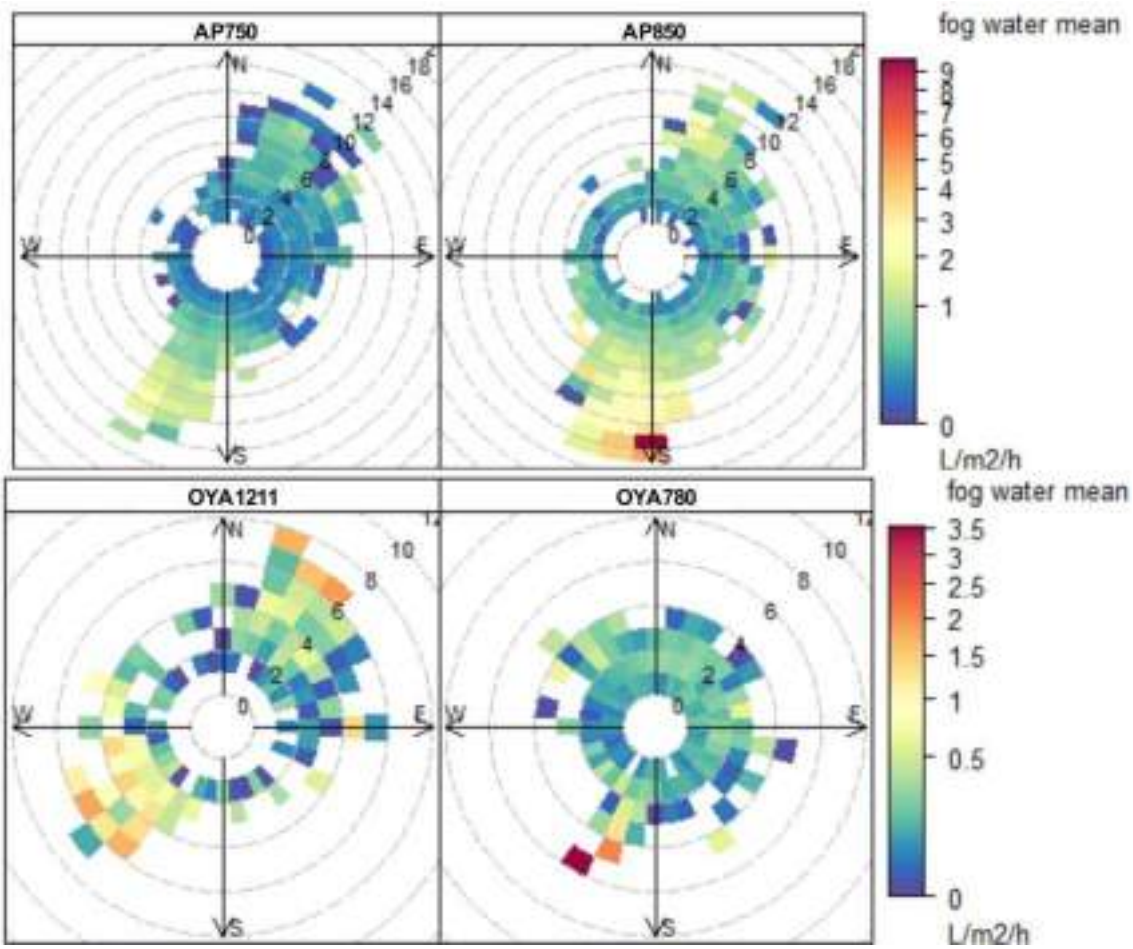


Fig. 11 Mean fog water collection per hour (or fog water flux density) as a function of wind direction and wind speed for the JAS period in 2018–2019 at Cerro Oyarbide and Alto Patache. Some fog data may not be recorded by our SFCs because of their directional nature

at OYA780 (Fig. 9). Interestingly, S, SW and W advected fog only appears to add about 15%. Fog presence and water collection occur for the most part between midnight and early morning, when northward and eastward winds associated with the N and SE–N events predominate (Figs. 8, 11). Virtually no fog events occur through the day in OYA780 when S to W winds predominate. Nonetheless, SW winds produced the highest fog water mean yields (1.8 L m^{-2} h^{-1}), which in the presence of strong winds (4–6 m s^{-1}) yield up 3.5 L m^{-2} h^{-1} near midday (Figs. 11, 12). Nonetheless, mean water yields during a mean fog event reach 0.2 L m^{-2} h^{-1} associated with wind speeds < 3 m s^{-1} (Figs. 10, 11).

Table 4 Daily time of maximum fog presence and fog water collection at each station and the associated mechanisms of origin

Station	Fog presence maximum (day hours)	Fog water maximum (day hours)	Mechanism*
AP750	16–08	16–20	OF, AF
AP850	16–08	16–20	OF, AF
OYA780	00–08	00–08	AF
OYA1211	22–09	23–08	AF

**OF* orographic fog, *AF* advective fog

In summary, the record of fog events can be classified in two fog regimes characterized by a relationship between meteorological variables, such as T, q and wind with the fog water collected. The first one occurs at the AP stations, where fog concentrates in the afternoon when the temperature is low and q the highest, but also under S–SW wind flow that reaches 5–6 m s^{-1}. The second one occurs in OYA stations where fog water concentrates at night and early morning associated with low temperature, low q and variable wind speed and direction (NE-SW in OYA1211 and N in OYA780). Interestingly enough, q is out of phase with fog water collection diurnal cycle in OYA (i.e., the maximum specific humidity does not coincide with max fog water collection) (Fig. 3). The first regime is associated with a blend of local-scale orographic fog plus a larger-scale advective fog, whereas the second fog regime is associated with

Folio013511

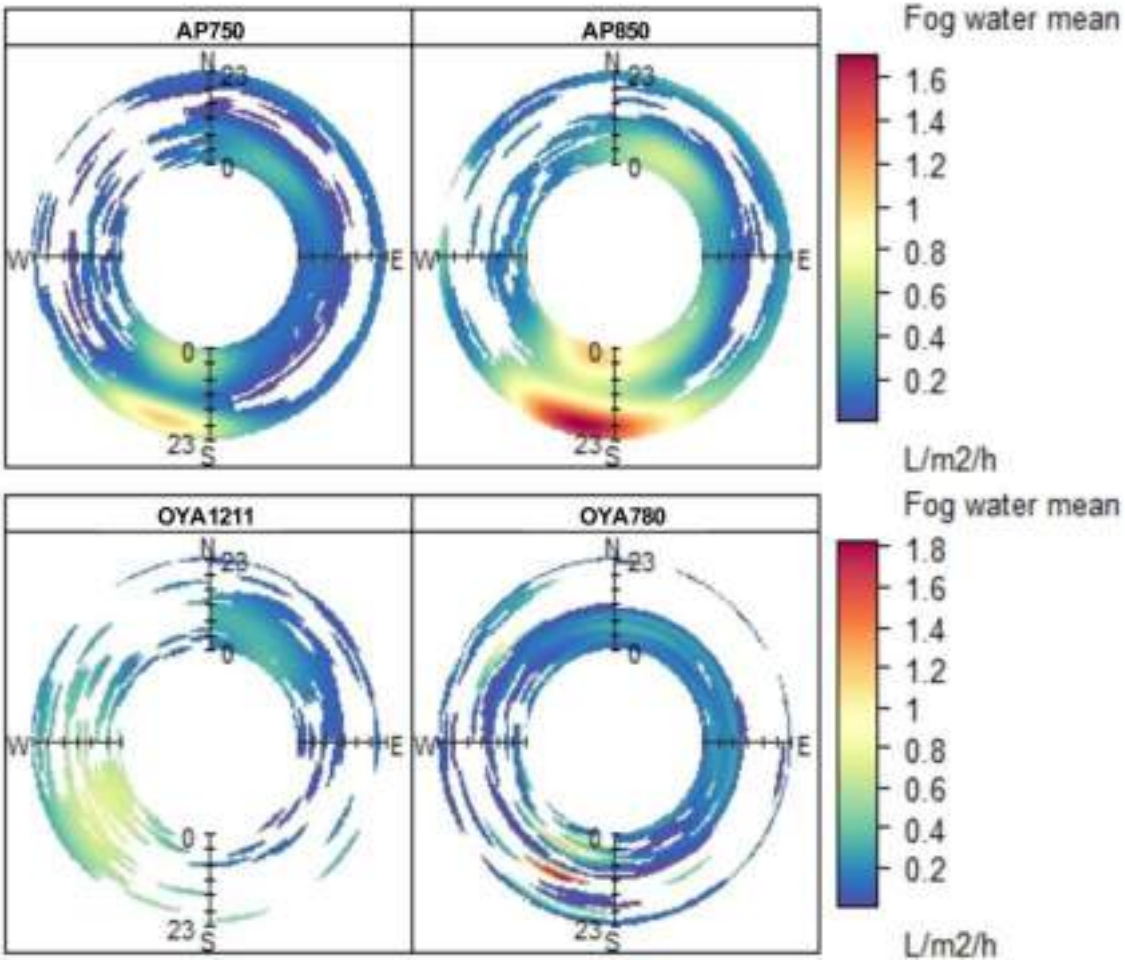


Fig. 12 Fog water collection per hour as a function of wind direction and hour of day for the JAS period in 2018–2019 at Cerro Oyarbide and Alto Patache. Some fog data may not be recorded by our SFCs because of their directional nature

advective fog away from the coastal cliff (Cereceda et al. 2002; Lobos et al. 2018).

MBL during fog events

In this section, we analyze the thermal and moisture state of the MBL during fog events. Then, we compare the occurrence of typical OYA1211 fog events with other stations to assess the geographic expression of MBL during these high-elevation fog scenarios.

As an example of a typical, although rare, fog event that occurs during the JAS and its influence over the *Tillandsia landbeckii* in Cerro Oyarbide area, Fig. 13 shows moisture and thermal variables that characterize the marine boundary layer dynamic during a multiple fog event that occurred between the July 22 and 24, 2019, in OYA1211.

During this event, we observe that fog appears five times. First, it occurs in the night and evening of July 22nd, then evening of the 23rd, then at the night and early morning of July 24th and finally at the late afternoon of July 24th. This multiple fog event shows high fog water collection that reached 3 L m^{-2} h^{-1} at OYA780 and near 2 L m^{-2} h^{-1} at OYA1211. Most of the fog water is collected during the night and early morning. We observe that fog occurred when q has a similar value at both OYA stations (Fig. 13a). Potential temperature (θ) tends to show the same (Fig. 13c). During the three-day composite event, the moisture and thermal gradients between OYA and airport stations were mostly below 0.002 g kg^{-1} m^{-1} and 0.005 K m^{-1}, respectively (Fig. 13b, d). These values indicate the advection of marine air masses in the form of fog reaching 11 km from the coast line and up to 1211 m a. s. l., different to the normal condition in the coastal desert (Fig. 14a, b). The most important fog collection occurred during the night–morning of the 24th, which coincided with SW winds advecting maritime humid air inland (e.g., in the form of fog between OYA780 and OYA1211). Opposite, NE winds predominated the night

Folio013512

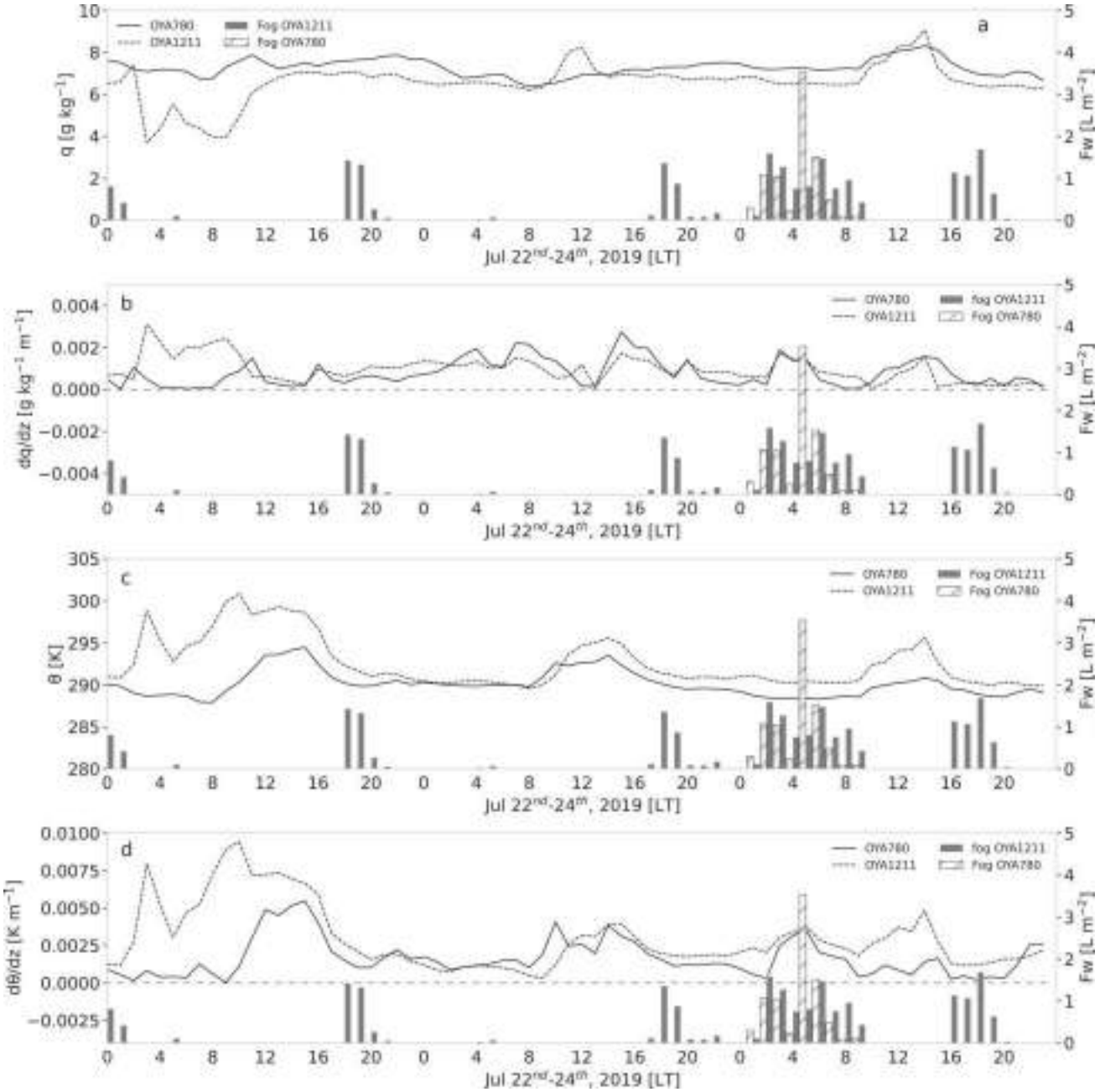


Fig. 13 Composite fog event of the July 22–24, 2019, observed at stations OYA780 and OYA1211. **a** Specific humidity and fog water of OYA780 and OYA1211. **b** Airport-OYA meteo stations moisture gradient (dq/dz) and fog water. **c** Potential temperature and fog water. **d** Airport-OYA meteo stations thermal gradients and fog water. See text for discussion

of the 23rd, when limited water was collected despite similar atmospheric conditions (e.g., air T and wind speed). Interestingly, the night–morning large fog collection on the 24th coincided with larger moisture and thermal gradients than the afternoon events, which indicates that these air masses were less connected to the ones present in the ocean at this time. Nonetheless well-mixed MBL conditions are observed at this time also as high as 1211 m a. s. l. (Fig. 13b, d). One alternative is that the water collection could be explained by dew condensation during this night–morning time. In support of this conclusion, a slower nighttime wind speed could have promoted a thermal and moisture stratification of the marine boundary layer, along with a decrease in temperature, altogether leading to dew condensation on the surface. Recently, del Río et al. (2021a) have recorded advective fog reaching higher than 1000 m a. s. l. only during afternoon time in a nearby site south of Cerro Oyarbide (for JAS 2017), but

Folio013513

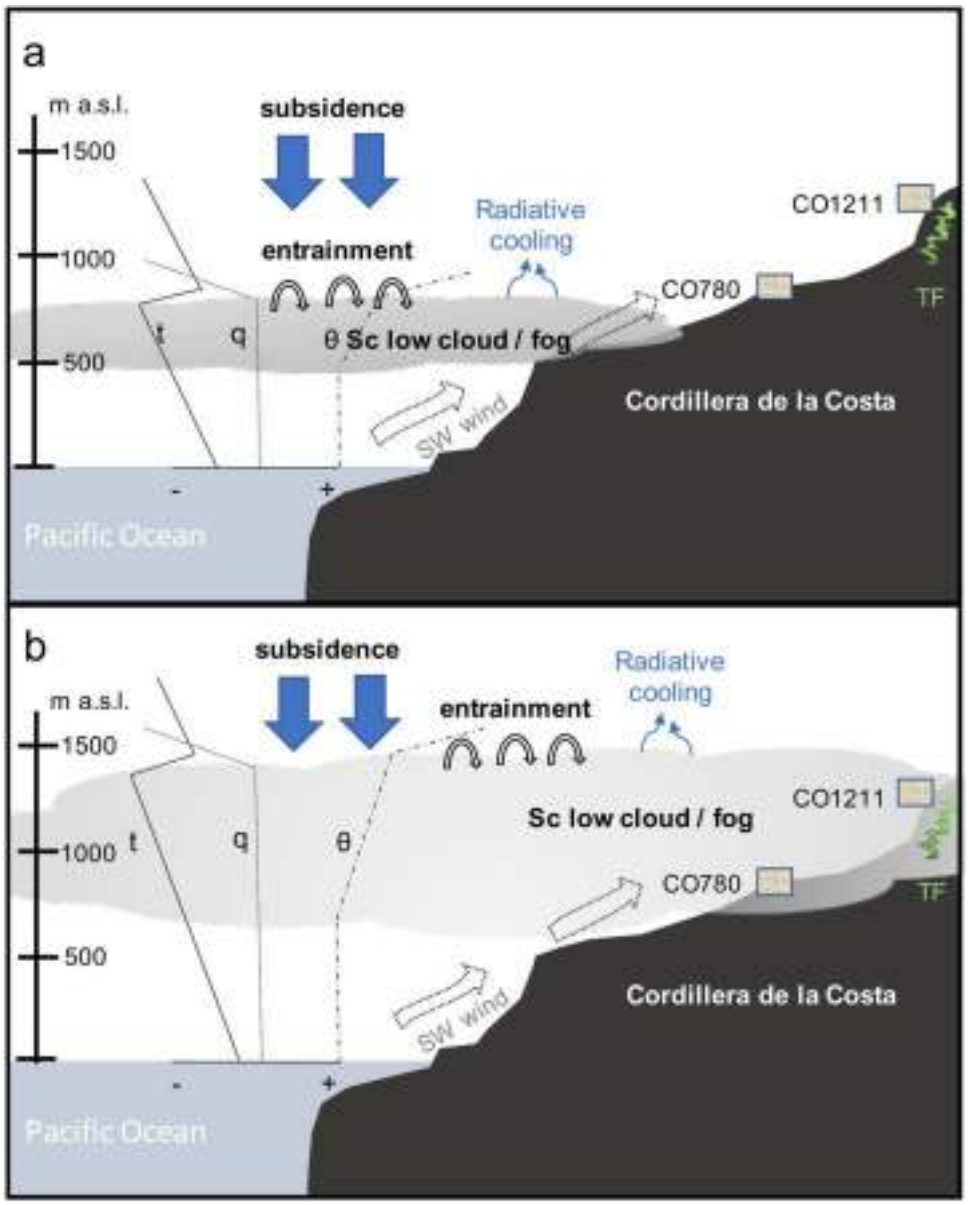


Fig. 14 Contrasting fog scenarios in the costal Atacama fog Desert. Alto Patache is not included because its condition seems abnormal regarding most of the coastal desert land. **a** Normal condition (about 80% of the JAS time) with fog cloud standing below (OYA)780 m a. s. l. and less than 11 km from the coast. **b** Rare fog events (6% of the JAS) reaching at least as high as 1211 m a. s. l., when well-mixed marine air is advected as fog by SW winds > 10 km from the coastline. Fog water is then available for *Tillandsia* uptake during these events. Simultaneous fog presence in OYA1211 and OYA780 is rather a rare condition. TF: Tillandsia fields; t: temperature; q: specific humidity; θ: potential temperature. Modified from Lobos et al. (2018)

not during night–morning time, thus supporting the dew source of water during nights at the heights of the Cordillera de la Costa. Nonetheless, several sources of evidence point to a fog source of the water collected throughout the July 2019 fog event in OYA. First, fog collectors may not actually collect significant enough amounts of dew for the pluviometer to record it. The Raschel mesh does not have significant emissivity nor significant enough mass to accommodate sufficient cooling to promote substantial dew formation. Moreover, the SFCs are mounted vertically, so has an extremely small area directed upward so collect dew. Upward facing material is optimal for the radiative cooling to take place that leads to dew. Therefore, the substantial volumes of water collected during the night of the 24th in both OYA1211 and OYA780 strongly suggest advective fog as the main source. This conclusion does not rule out dew occurring in the Cordillera de la Costa year-round and having a water source influence in *Tillandsia* sp. vegetation (cf., Westbeld et al. 2009).

Multiple long nighttime OYA1211 fog events recorded by our data show a similar anatomy as described for July 22–24, 2019; fog events are preceded by strong (above mean) and pervasive daytime SW winds giving place to low T and high RH preceding the fog. As long as the T stays low (e.g., 5–7 °C) and RH is high, in link with low thermal and moisture vertical gradients, condensation in the form of fog usually occurs through the night and into the morning. If the event is not preceded by a SW wind, it may start when a nocturne switch to this WD occurs, again in association with lowered T, high RH and q values in OYA1211. This

Folio013514

puts special significance on the role of advection in bringing moisture and pushing the MBL high up along the coastal Atacama during fog events into the highlands of the coastal Atacama.

Coincidence of fog occurrence in the four OYA and AP stations is rare, except between OYA1211 and AP stations. In any case, when a long fog event occurs in OYA1211 the lower elevation AP and OYA stations exhibit very high RH (e.g., > 95%) and low T, with or without fog. The temperature decreases with elevation following a typical moist adiabatic T gradient within a well-mixed MBL. The implication then is that fog events at OYA1211, although rare, coincide with the MBL elevation extending at/or above 1.200 m a. s. l., mostly during nighttime. These conditions can last uninterrupted for several days. Synchronic fog presence between 750 and 1250 m a. s. l, although not common, may suggest an extensive high-cloud top making up several hundred-meter-thick fog cloud (cf., Cereceda et al. 2008a; Lobos et al. 2018). Alternatively, this fog scenario could be recording a relatively thin advective fog cloud mantling the topography between 750 and 1200 m a. s. l. The nighttime–dawn occurrence of the fog events corresponds with the proposed high-elevation subsidence thermal inversion base at this time of the day that allows a high-cloud top expanding onto the coastal topography above 1200 m a. s. l (Rutllant et al. 2003; Muñoz et al. 2011). Nonetheless, afternoon events with fog reaching high coastal relief have been also recorded, thus implying a degree of variability of the suggested MBL elevation daily cycle (del Río et al. 2021a; Rutllant et al. 2003).

Implications for the distribution of *Tillandsia landbeckii* ecosystems

The *Tillandsia* landbeckii fields occur along a narrow elevational band between 900 and 1300 m a. s. l. (Pinto et al. 2006; Mikulane et al. 2021) at the boundary between the marine desert and the continental desert by the subsidence inversion base. As shown by the OYA1211 data, the *Tillandsia landbeckii* field at Cerro Oyarbide occurs under extremely arid conditions typical of the higher summits of the Cordillera de la Costa (up to 1250 m a. s. l.) (Fig. 1). Along this elevation range, the RH averages 30% and fog condensation is rare, even during the wetter winter-spring months (only about 6% of the JAS). Moreover, fog is usually absent during summer months (Cereceda et al. 2008a). From our data, we show that fog presence is linked to an upward MBL expansion toward the tillandsia field mostly during nighttime when freshwater uptake of the plants occurs (Fig. 14b). Aside from fog, humid and fresh maritime air expands upwards on a mean daily basis into the tillandsia fields and could represent an extra water input through night and dawn dew (Westbeld et al. 2009). This aspect remains to be quantified in future studies.

The *"tilandsiales"* and the Alto Patache embrace the two fog oases extremes in the hyperarid coastal Atacama. The monospecific *Tillandsia landbeckii* fields contrast with the rich ecosystem found in Alto Patache. Here, together with other coastal fog oases, Muñoz-Schick et al. (2001) recorded a total of 72 vascular plant species, which in turn support a variety of desert fauna. As shown above, the AP site is affected by fog most of the JAS period (73%), but the OYA1211, where the *Tillandsia landbeckii* field at Cerro Oyarbide occurs, only occasional fog occurs (6% of the JAS). This atmospheric condition thus explains the difference between both fog ecosystems and denote the steep moisture and fog gradient from the coast inland. One implication is that tillandsias can survive on very low water input (fog equivalent to 0.7 L/m^2/day as measured on a standard fog collector) at the coastal–inland desert interphase. In fact, the tillandsia cannot survive in foggy settings below 900 m a. s. l, such as in Alto Patache, where higher fog water yields seem to be too much for this plant (e.g., too much water can suffocate them). In OYA780, with similar fog yields as OYA1211 but more regular fog presence under the MBL influence seems also inappropriate for tillandsia to develop.

The deepening of the coastal fog cloud as the MBL cools, along with the lowering of the subsidence inversion base and cloud cover decrease (Schulz et al. 2011a, b; Muñoz et al. 2016; del Río et al. 2021b), could have major impacts on the upper "tilandsiales." As more of these ecosystems are subject to exposure under continental desert conditions and away from the fog and MBL influence, their survival is threatened and elevational ranges will likely contract (cf., Schulz et al. 2011b). Under ongoing climate change in Atacama fog Desert, the continued presence of these singular and unique desert ecosystems cannot be guaranteed in its present distribution. Better modeling along with an increased understanding over the long term of how these ecosystems varied in the past will be needed to provide better estimates of how these will behave under future fog climate scenarios.

Conclusions

The Atacama fog Desert owes its existence to a steep coast–inland climate gradient, which results from the interaction between topography and distinct moist marine and dry continental boundary layers. Data show a dynamic spatial change that embraces rapid and extreme meteorological variability. Important atmospheric changes (e.g., fog presence variability) are controlled by both elevation and distance to coast. Exceptional fog presence–fog water yields in Alto Patache compared to Cerro Oyarbide evidence these

Folio013515

factors but also highlight the importance of site-specific physiographic attributes determining fog in the Atacama (e.g., topographic aspect, geomorphic setting or exposure to dominant fog advected winds).

Afternoon moisture advection from the coast–inland at least as high as 1200 m a. s. l. occurs associated with high potential temperature gradients between the airport and OYA stations, thus supporting the occurrence of afternoon enhanced air subsidence and a low elevation MBL as predicted by the Rutllant Pump model (Rutllant et al. 2003). Strong afternoon SW winds advecting maritime air from the MBL upwards better explain the afternoon increase in moisture high in the Cordillera de la Costa.

Mean small thermal gradients in AP show that this site is frequently within the well-mixed MBL. Higher and variable mean thermal gradients in OYA denote the influence of continental dry desert air 11 km inland and above 780 m a. s. l. Fog presence everywhere occurs associated with low thermal gradients (well-mixed MBL air) and fog absence with high thermal gradients (stratified MBL air).

S and NE wind-driven fog events are common in AP but max fog water collection rates occur with S winds during the afternoon and early night. In Cerro Oyarbide OYA1211, fog presence is linked mostly to NE and SW winds, both of them linked to advective fogs that produce similar volumes of fog water mostly during late night and early morning hours. Fog presence and fog water yields in Alto Patache seem anomalously large compared to most of the coastal desert land.

The *Tillandsia landbeckii* fields at Cerro Oyarbide, together with all such ecosystems that occur along the marine–continental layers interphase between 900 and 1300 m a. s. l. are mostly affected by dry air conditions that are only interrupted by occasionally (6% of the JAS) night-to-morning fog when SW and NE advected low-clouds occur. Here, main fog events lasting several days are preceded by strong daytime SW winds associated with low T and high humidity together with low thermal and moisture vertical gradients. Both diurnal and mostly nocturnal fog water is then available for *Tillandsia* uptake during these events. Because summer is mostly fog-free, JAS fog should be a main source of water for the *Tillandsia* ecosystems in this dry limit environment, although dew cannot be ruled out.

The Tillandsia geographic distribution seems to sensitively respond both to elevation and distance to the coast. It seems highly adapted to a narrow altitudinal band (900–1300 m a. s. l.) and near 10 km inland, where air is mostly dry and fog water input is very low (fog equivalent to 0.7 L m^{-2} day^{-1}). Below 900 m a. s. l., the MBL influence as moist air and more frequent fog presence do not allow tillandsia survival. High fog water yields as those in Alto Patache (fog equivalent to 12.4 L m^{-2} day^{-1}) has the same effect. It is then expected that the ongoing fog belt change (Muñoz et al. 2016; del Río et al. 2021b) results in a contraction of tillandsia fields.

Acknowledgements We are very grateful to the Centro UC Desierto de Atacama, Estación Atacama UC_Alto Patache and Constanza Vargas for field support. This research was funded by the Vicerrectoría de Investigación Pontificia Universidad Católica de Chile and Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID-Chile) grant ELAC2015/T01-0872. Station AP750, meteorological measurements at Iquique Airport and work of J.H. Schween were funded by the Collaborative Research Centre 1211 "Earth—Evolution at the Dry Limit" of the German Research Foundation (DFG SFB 1211, Projektnummer 268236062). Camilo del Río would like to thank the ANID/FONDECYT Iniciación grant No 11200789. We also thank two anonymous reviewers for valuable comments improving the quality of this paper.

Funding Vicerrectoría de Investigación Pontificia Universidad Catolica de Chile. Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID-Chile) international Grant ELAC2015/T01-0872, FONDECYT 11200789. Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG, German Research Foundation) Collaborative Research Centre 1211 "Earth—Evolution at the Dry Limit" (SFB 1211, Projektnummer 268236062).

Declarations

Conflict of interest The authors declare no conflict of interest.

References

ASF DAAC (2011) ALOS PALSAR_Radiometric_Terrain_Corrected_high_res; Available at: https://asf.alaska.edu/. Accessed 22 Sep 2020

Borthagaray AI, Fuentes MA, Marquet PA (2010) Vegetation pattern formation in a fog-dependent ecosystem. J Theor Biol 265:18–26. https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2010.04.020

Cereceda P, Larraín H, Osses P, Schemenauer RS, Farías M, Lagos M (2002) Radiation, advective and orographic fog in the Tarapacá region, Chile. Atmos Res 64:262–271. https://doi.org/10.1016/S0169-8095(02)00097-2

Cereceda P, Larraín H, Osses P, Farías M, Egaña I (2008a) The spatial and temporal variability of fog and its relation to fog oases in the Atacama Desert, Chile. Atmos Res 87:312–323. https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2007.11.012

Cereceda P, Larraín H, Osses P, Farías M, Egaña I (2008b) The climate of the coast and fog zone in the Tarapacá Region, Atacama Desert, chile. Atmos Res 87:301–311. https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2007.11.011

del Río C, García JL, Osses P, Zanetta N, Lambert F, Rivera D, Siegmund A, Wolf N, Cereceda P, Larraín H, Lobos F (2018) Enso influence on coastal fog-water yield in the Atacama Desert, Chile. Aerosol Air Qual Res 18:127–144. https://doi.org/10.4209/aaqr.2017.01.0022

del Río C, Lobos F, Siegmund A, Tejos C, Osses P, Huaman Z, Meneses JP, García JL (2021a) GOFOS, ground optical fog observation system for monitoring the vertical stratocumulus-fog cloud dynamic in the coast of the Atacama Desert, Chile. J Hydrol 597:126190. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.126190

del Río C, Lobos F, Latorre C, Koch MA, García JL, Osses P, Lambert F, Alfaro F, Siegmund A (2021b) Spatial distribution and interannual variability of coastal fog and low clouds cover in the

Folio013516

hyper-arid Atacama Desert and implications for past and present *Tillandsia landbeckii* ecosystems. Pl Syst Evol (**in press**)

Duynkerke PG, Zhang HQ, Jonker PJ (1995) Microphysical and turbulent structure of nocturnal stratocumulus as observed during ASTEX. J Atmosp Sci 52:2763–2777

Farías M, Cereceda P, Osses P, Larraín H (2005) Comportamiento espacio temporal de la nube estratocúmulo, productora de niebla en la costa del desierto de Atacama (21° lat. S., 70° long W.) durante un mes de invierno y otro de verano. Invest Geogr 56:43–61

Fuenzalida H (1950) Clima. In: Corporación de Fomento de la Producción (ed) Geografía Económica de Chile. Vol I. Imprenta Universitaria, Santiago de Chile, pp 199–281

Garreaud R, Barichivich J, Christie D, Maldonado A (2008) Interannual variability of the coastal fog at Fray Jorge relict forests in semiarid Chile. J Geophys Res 113:G04011. https://doi.org/10.1029/2008JG000709

González AL, Fariña JM, Pinto R, Pérez C, Weathers KC, Armesto JJ, Marquet PA (2011) Bromeliad growth and stoichiometry: responses to atmospheric nutrient supply in fog-dependent ecosystems of the hyper-arid Atacama Desert, Chile. Oecologia 167:835–845. https://doi.org/10.1007/s00442-011-2032-y

Houston J, Hartley AJ (2003) The central andean west-slope rainshadow and its potential contribution to the origin of hyper-aridity in the Atacama desert. Int J Climatol 23:1453–1464. https://doi.org/10.1002/joc.938

Jaeschke A, Böhm C, Merklinger FF, Bernasconi SM, Reyers M, Kusch S, Rethemeyer J (2019) Variation in $\delta^{15}N$ of fog-dependent *Tillandsia* ecosystems reflect water availability across climate gradients in the hyperarid Atacama Desert. Glob Planet Change 183:103029. https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2019.103029

Koch MA, Kleinpeter D, Auer E, Siegmund A, del Río C, Osses P, García JL, Marzol MV et al (2019) Living at the dry limits: ecological genetics of Tillandsia landbeckii lomas in the Chilean Atacama Desert. Pl Syst Evol 305:1041–1053. https://doi.org/10.1007/s00606-019-01623-0

Koch MA, Stock C, Kleinpeter D, del Río C, Osses P, Merklinger FF, Quandt D, Siegmund A (2020) Vegetation growth and landscape genetics of *Tillandsia* lomas at their dry limits in the Atacama Desert show fine-scale response to environmental parameters. Ecol Evol 10:13260–13274. https://doi.org/10.1002/ece3.6924

Latorre C, González AL, Quade J, Fariña JM, Pinto R, Marquet PA (2011) Establishment and formation of fog-dependent Tillandsia landbeckii dunes in the Atacama Desert: Evidence from radiocarbon and stable isotopes. J Geophys Res 116:G03033. https://doi.org/10.1029/2010JG001521

Lobos Roco F, Villa-Guerau de Arellano J, Pedruzo-Bagazgoitia X (2018) Characterizing the influence of the marine stratocumulus cloud on the land fog at the Atacama Desert. Atmos Res 214:109–120. https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2018.07.009

Mikulane S, Siegmund A, Koch MA, del Río C, Osses P, García JL (2021) Semi-automatic detection of Tillandsia fields based on satellite data in the Tarapacá Region (Atacama Desert, Northern Chile). Pl Syst Evol 307(**in review**)

Muñoz RC, Garreaud RD (2005) Dynamics of the Low-level jet off the west coast of subtropical South America. Mon Weather Rev 133:3661–3677. https://doi.org/10.1175/MWR3074.1

Muñoz RC, Zamora RA, Rutllant JA (2011) The coastal boundary layer at the eastern margin of the southeast pacific (23.48°S, 70.48°W): cloudiness-conditioned climatology. J Clim 24:1013–1033. https://doi.org/10.1175/2010JCLI3714.1

Muñoz R, Quintana J, Falvey M, Rutllant J, Garreaud RD (2016) Coastal clouds at the eastern Margin of the southeast Pacific: climatology and trends. J Clim 29:4525–4542. https://doi.org/10.1175/JCLI-D-15-0757.1

Muñoz-Schick M, Pinto R, Mesa A, Moreira-Muñoz A (2001) "Oasis de Neblina" en los cerros costeros del sur de Iquique, región de Tarapacá, Chile, durante el evento El Niño 1997-1998. Revista Chilena de Historia Natural 74:389–405

Pinto R, Barria I, Marquet PA (2006) Geographical distribution of Tillandsia lomas in the Atacama Desert, northern Chile. J Arid Environm 65:543–552. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2005.08.015

Regalado CM, Ritter R (2016) The design of an optimal fog water collector: a theoretical analysis. Atmos Res 178–179:45–54. https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2016.03.006

Rutllant JA, Fuenzalida H, Torres R, Figueroa D (1998) Interacción océano atmósfera tierra en la región de Antofagasta (Chile, 22°S): Experimento DICLIMA. Revista Chilena Hist Nat 71:405–427

Rutllant JA, Fuenzalida H, Aceituno P (2003) Climate dynamics along the arid northern coast of Chile: The 1997–1998 dinámica del clima de la región de Antofagasta (diclima) experiment. J Geophys Res 108:D17. https://doi.org/10.1029/2002JD003357

Schween JH, Hoffmeister D, Loehnert U (2020) Filling the observational gap in the Atacama Desert with a new network of climate stations. Global Planet Change 184:103034. https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2019.103034

Schemenauer RS, Cereceda P (1994) A proposed standard fog collector for use in high elevation regions. J Appl Meteorol 33:1313–1322

Schulz N, Boisier JP, Aceituno P (2011a) Climate change along the arid coast of northern Chile. J Climatol 32:1803–1814. https://doi.org/10.1002/joc.2395

Schulz N, Aceituno P, Richter M (2011b) Phytogeographic divisions, climate change and plant dieback along the coastal desert of northern Chile. Erdkunde 65:169–187. https://doi.org/10.3112/erdkunde.2011.02.05

Voigt C, Klipsch S, Herwartz D, Chong G, Staubwasser M (2020) The spatial distribution of soluble salts in the surface soil of the Atacama Desert and their relationship to hyperaridity. Global Planet Change 184:103077. https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2019.103077

Weischet W (1975) Las condiciones climáticas del desierto de Atacama como desierto extremo de la Tierra. Revista Geogr Norte Grande 1:363–373

Westbeld A, Klemm O, Griessbaum F, Strater E, Larraín H, Osses P, Cereceda P (2009) Fog deposition to a Tillandsia carpet in the Atacama Desert. Ann Geophys 27:3571–3576. https://doi.org/10.5194/angeo-27-3571-2009

Publisher's Note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Folio013517

JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 116, G03033, doi:10.1029/2010JG001521, 2011

Establishment and formation of fog-dependent *Tillandsia landbeckii* dunes in the Atacama Desert: Evidence from radiocarbon and stable isotopes

Claudio Latorre,[1,2] Angélica L. González,[1,2] Jay Quade,[3] José M. Fariña,[1] Raquel Pinto,[4] and Pablo A. Marquet[1,2]

Received 16 August 2010; revised 23 May 2011; accepted 9 June 2011; published 14 September 2011.

[1] Extensive dune fields made up exclusively of the bromeliad *Tillandsia landbeckii* thrive in the Atacama Desert, one of the most extreme landscapes on earth. These plants survive by adapting exclusively to take in abundant advective fog and dew as moisture sources. Although some information has been gathered regarding their modern distribution and adaptations, very little is known about how these dune systems actually form and accumulate over time. We present evidence based on 20 radiocarbon dates for the establishment age and development of five different such dune systems located along a ~215 km transect in northern Chile. Using stratigraphy, geochronology and stable C and N isotopes, we (1) develop an establishment chronology of these ecosystems, (2) explain how the unique *T. landbeckii* dunes form, and (3) link changes in foliar δ^{15}N values to moisture availability in buried fossil *T. landbeckii* layers. We conclude by pointing out the potential that these systems have for reconstructing past climate change along coastal northern Chile during the late Holocene.

Citation: Latorre, C., A. L. González, J. Quade, J. M. Fariña, R. Pinto, and P. A. Marquet (2011), Establishment and formation of fog-dependent *Tillandsia landbeckii* dunes in the Atacama Desert: Evidence from radiocarbon and stable isotopes, *J. Geophys. Res.*, *116*, G03033, doi:10.1029/2010JG001521.

1. Introduction

[2] Many researchers have examined extreme environments intensively for clues as to how living organisms cope and evolve under near-abiotic conditions [*Javaux*, 2006; *Lillywhite and Navas*, 2006; *Peck et al.*, 2006]. These studies range in scale from the smallest microorganisms to macroscopic plants and animals and their modification of the landscape [*Dietrich and Perron*, 2006]. Such a major modification of otherwise barren landscapes occurs in the Atacama Desert of northern Chile where extensive areas are colonized exclusively by "tillandsiales," unique fog-dependent ecosystems that form distinct dune fields [*Rundel et al.*, 1997; *Pinto et al.*, 2006; *Westbeld et al.*, 2009; *Borthagaray et al.*, 2010].

[3] Abundant mono-specific stands of the bromeliad *Tillandsia landbeckii* are commonplace on the inner coastal landforms of the Atacama (Figure 1), an extreme hyperarid environment often used as an analog for the surface of Mars [*McKay et al.*, 2003]. These unique, functionally root-less (epiarenitic) plants survive through a series of specialized adaptations, such as Crassulacean Acid Metabolism (CAM) and interwoven aciculate leaves adorned with water-absorbing trichomes [*Rundel et al.*, 1997]. Indeed, *Rundel et al.* [1997] proposed that *T. landbeckii* propagules disperse so that an entire band or "dune" forms asexually as ramets arise from a single genet. This strategy would allow the plants to quickly colonize favorable environments as fog-water input fluctuates over time.

[4] *Tillandsia landbeckii* dunes are unique ecosystems that constitute single units with distinct natural boundaries through which energy and nutrients are exchanged readily. They are supported almost exclusively by fog with dew playing a minor role [*Westbeld et al.*, 2009]. Too little water and the plants die by dehydration but studies on bromeliads have shown that too much moisture (aside from favoring the growth of phytopathogens) can cause a surface tension film to form, collapsing the trichomes over the stomates and interfering with gas exchange essentially reducing CO_2 uptake rates [*Benzing and Renfrow*, 1971; *Benzing et al.*, 1978; *Martin*, 1994]. Water thresholds for *T. landbeckii*, however, have yet to be established empirically.

[5] Nevertheless, water availability is a key controlling aspect through fog interception by the exposed plant surface [*Borthagaray et al.*, 2010]. A recent mathematical model demonstrates how the wavelength of the typical banding pattern is a function of fog-water input, speed (wind), and

[1]Center for Advanced Studies in Ecology and Biodiversity, Departamento Ecologia and Laboratorio Internacional de Cambio Global, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
[2]Institute of Ecology and Biodiversity, Santiago, Chile.
[3]Department of Geosciences, University of Arizona, Tucson, Arizona, USA.
[4]Iquique, Chile.

Copyright 2011 by the American Geophysical Union.
0148-0227/11/2010JG001521

Folio013518

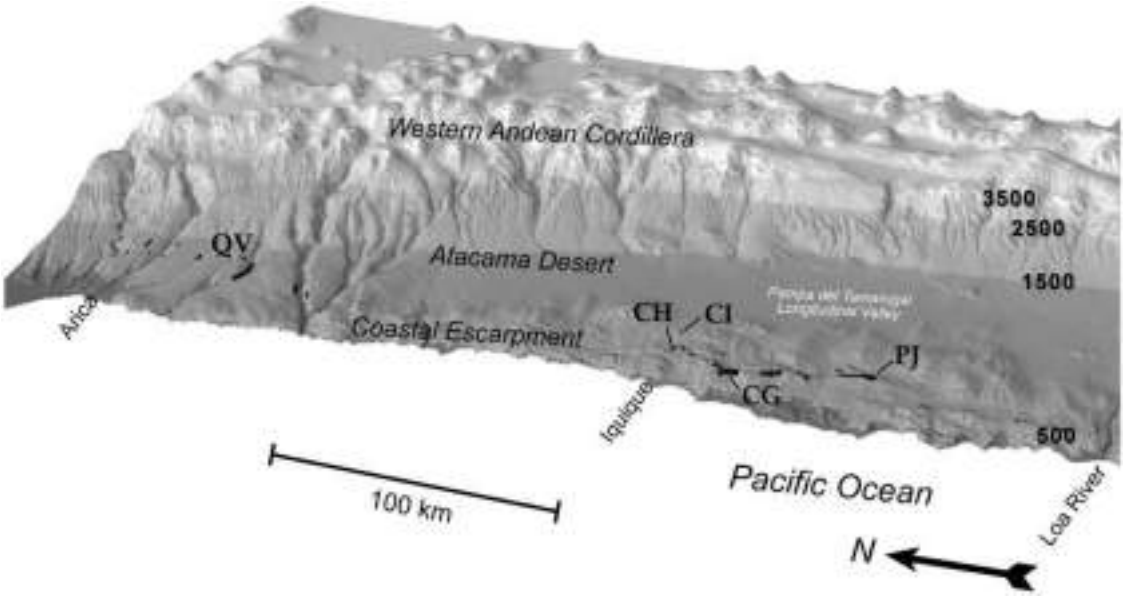


Figure 1. Oblique view of northern Chile with the distribution of known *Tillandsia landbeckii* dunefields ("tillandsiales") outlined in black [after *Pinto et al.*, 2006]. Contours are gray scaled every 1000 m (altitude in m is shown on the right). The localities discussed in the text are, from north to south, QV, Quebrada Vitor; CH, Cerro Huantajaya; CI, Cerro Isla; CG, Cerro Guanacos; PJ, Pajonales. Topographic data are from the SRTM (NASA/JPL) here shown with an exaggerated vertical scale.

topography [*Borthagaray et al.*, 2010]. Hence, the spatial distribution and formation of the 'tillandsiales' are basically constrained by the availability of fog moisture, which increases with altitude (Figure 2) starting at the marine boundary layer (which controls the height of the cloud base) until the top of the cloud deck is reached at the thermal inversion layer [*Pinto et al.*, 2006; *Garreaud et al.*, 2008; *González et al.*, 2011].

[6] The relationship between rainfall, fog and ENSO in tropical to subtropical northern Chile depends on altitude and latitude [*Garreaud et al.*, 2003; *Houston*, 2006; *Garreaud et al.*, 2008]. The central Andes receive more summer rainfall during La Niña years whereas El Niño years, which are dry on the Altiplano [*Aceituno*, 1988; *Garreaud et al.*, 2003; *Aceituno et al.*, 2009], are associated with rare winter rainfall events along the coast of northern Chile [*Houston*, 2006; *Cereceda et al.*, 2008a; *Garreaud et al.*, 2008]. The relationship between ENSO and fog intensity and frequency is less clear. A 22-year record of past fog intensity in subtropical Chile (~30°S latitude) links positive

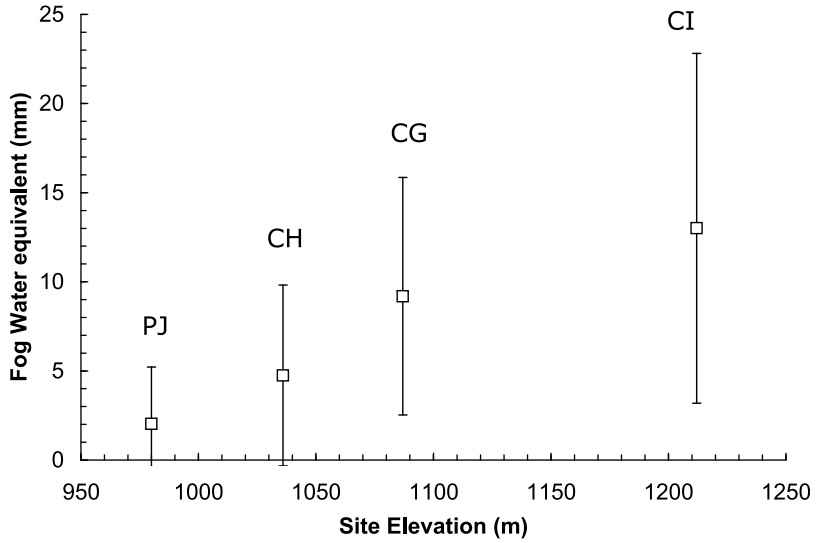


Figure 2. Fog water equivalent (in mm) plotted against altitude for the four localities discussed (see Figure 1 for abbreviations). The regression of water input on altitude is statistically significant (R^2 = 0.95, $p < 0.005$). Note that fog water input seems to level off with altitude and variance increases (see *González et al.* [2011] for data and methods).

Folio013519

Table 1. Geographic Location, Stratigraphy, and Radiocarbon Dates for 20 Buried *Tillandsia landbeckii* Layers Reported in This Study

	Sample	Depth From Dune Crest (cm)	Radiocarbon Lab Number[a]	^{14}C (years B.P.)	Median (cal years B.P.)[b]	+/−1 σ
		Pajonales PJ-1: S 20°43.995′- W 69°58.174′ - 983 m				
1	PJ-1-1-^{14}C	25	GX32455	1470 ± 70	1330	57/48
2	PJ-1-2-^{14}C	42	GX32399	1800 ± 80	1660	111/114
3	PJ-1-3-^{14}C	55	GX32456	1360 ± 100	1210	94/123
4	PJ-1-4-^{14}C	85	GX32400	2290 ± 40	2230	95/71
5	TILLANDSIA 1	85	GX31966	2280 ± 60	2230	97/75
		Pajonales PJ-1A: S 20°43.993′ - W 69°58.174′ - 983 m				
6	PJ-1A-5-^{14}C	78	GX32401	2150 ± 90	2080	219/203
		Pajonales PJ-2: S 20°44.031′ - W 69°58.262′ - 973 m				
7	PJ-2-4-^{14}C	80	GX32457	1470 ± 90	1330	82/140
		Pajonales P-4: S 20°42.950′ - W 69°57.895′ - 1001 m				
8	P4-1-^{14}C	130	UGAMS3048	3140 ± 25	3310	49/46
		Additional Basal Layer Dates From Pajonales				
9	TILLANDSIA 2	basal layer	GX31967	1790 ± 90	1650	124/116
10	TILLANDSIA 3	basal layer	GX31968	1680 ± 90	1520	94/115
		Quebrada Vitor QV-1: S 18°52.895′ - W 70°03.043′ - 1175 m				
11	QV-1-1-^{14}C	98	UGAMS3049	1640 ± 20	1470	50/53
		Quebrada Vitor QV-2: S 18°52.944′ - W 70°02.974′ - 1181 m				
12	QV-2-5-^{14}C	5	UGAMS3054	180 ± 20	150	126/150
13	QV-2-4-^{14}C	28	UGAMS3053	240 ± 25	200	96/46
14	QV-2-3-^{14}C	50	UGAMS3052	730 ± 20	650	17/76
15	QV-2-2-^{14}C	70	UGAMS3051	1100 ± 20	950	12/15
16	QV-2-1-^{14}C	90	UGAMS3050	1870 ± 25	1760	51/49
		Cerro Guanacos CG-1: S 20°24.064′ - W 70°04.939′ - 1100 m				
17	CG-1-1-^{14}C	125	UGAMS3055	3360 ± 25	3530	35/51
		Cerro Isla CI-1: S 20°13.477′ - W 69°54.694′ - 1222 m				
18	CI-1-1-^{14}C	80	UGAMS3056	3120 ± 25	3290	52/38
		Cerro Huantajaya CH-1: S 20°13.587′ - W 70°00.172′ - 1048 m				
19	CH-1-4-^{14}C	40	UGAMS3057	260 ± 25	280	27/125
20	CH-1-1-^{14}C	90	UGAMS3163	1980 ± 25	1870	27/44

[a]Abbreviations are GX (Geochron Labs, Boston, Massachusetts) and UGAMS (Center for Applied Isotope Studies, University of Georgia).
[b]Radiocarbon dates are calibrated using CALIB5.0.1 [*Stuiver and Reimer*, 1993], SHcal04 calibration curve [*McCormac et al.*, 2004].

(negative) phases of ENSO with high (low) fog occurrence [*Garreaud et al.*, 2008]. The key synoptic aspect controlling advective fog events appears to be the intensity and altitude of the thermal inversion that forms over the coastal Pacific as a result of the interaction between large-scale Hadley cell subsidence and the cold, northward flowing Chile-Peru (Humboldt) current. A 10-year study from northern Chile (~21°S), however, shows little or no correlation fog precipitation with ENSO, and in fact some of the foggiest years (e.g., 1997) occurred during negative phases of ENSO [*Cereceda et al.*, 2008b].

[7] Despite the clear relationship between the distribution of *T. landbeckii* dunes with fog availability, there are no studies on how these ecosystems actually form or whether the formation and persistence is related to past climate change. In this study, we use geochronology, stratigraphy and stable isotopes (C, N, O) to examine and compare active (meaning currently vegetated) versus relict (or 'dead') *T. landbeckii* dune ecosystems. Based on stratigraphic evidence, we propose a conceptual model of how these dunes are formed. We use stable carbon and nitrogen isotopes to track current and past variations in carbon sources and available moisture [*Ehleringer et al.*, 1998; *Dawson et al.*, 2002; *Ehleringer et al.*, 2002; *Swap et al.*, 2004]. Carbon isotope evidence also points to a possible explanation for the origin of distinct carbonate "cap layers" seen in many of our buried dune systems. Our results indicate that *T. landbeckii* foliar δ^{15}N in our modern systems is linked to δ^{15}N values on total N present in fog. Furthermore, we point out that fog δ^{15}N, total N concentration in fog and fog water input all appear to be related. We conclude by exploring the paleoclimatic potential of these dune systems as unique archives for past fluctuations of coastal advective fog intensity during the late Holocene.

2. Methods

2.1. Site Description

[8] We surveyed and excavated fourteen different *T. landbeckii* dunes from five of the largest and/or most isolated fields known from northern Chile (Figure 1). From north to south, these are: Quebrada Vitor (QV), Cerro

Folio013520

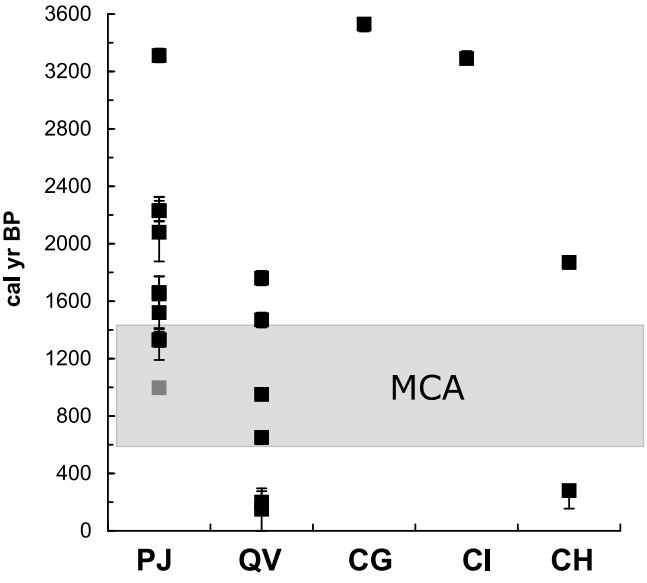


Figure 3. Time series plots and basal dates for the *T. landbeckii* dunes analyzed and dated in this study. Site abbreviations are QV, Quebrada Vitor; CH, Cerro Huantajaya; CI, Cerro Isla; CG, Cerro Guanacos; PJ, Pajonales. The gray square for the PJ series is the extrapolated age of the dune crest using the age/depth relationship plotted in Figure 4 and represents the last time living plants occurred at this site. Also indicated is the extent of the MCA or Medieval Climate Anomaly (shaded), a period of sustained "la Niña-like" conditions [also see *Graham et al.*, 2007].

Huantajaya (CH), Cerro Isla (CI), Cerro Guanacos (CG) and Pajonales (PJ) (Table 1). Site position within the cloud deck is critical and therefore altitude is a key factor that explains how much moisture is received at a given locality (Figure 2), We also sampled *T. landbeckii* dune systems (at PJ and QV) that are "dead" or relict ecosystems. These dunes persist on the landscape but without living plants on the surface, the whole of the dune still held in place by dead vegetation.

[9] The geography of coastal northern Chile can be divided into a narrow coastal shelf (where most of the major cities, such as Iquique, are located), a steep 800–1000 m coastal escarpment, and a N-S oriented longitudinal basin (Figure 1). Lower to middle Miocene alluvial gravels outcrop at QV whereas lower to middle Jurassic marine limestones to upper Jurassic conglomerates and littoral facies occur in the Iquique area. In places, these are intruded by late Jurassic to Cretaceous batholiths [*SERNAGEOMIN*, 2003]. The entire region is tectonically very active [*Gonzalez et al.*, 2006].

[10] Regional climate is hyperarid and direct rainfall is practically non-existent. Although infrequent, brief but intense rainfall events can occur during El Niño years [*Houston*, 2006]. Fog is much more frequent year-round but it is most intense during the winter months from June to August [*Cereceda et al.*, 2008b]. Moisture from fog is essential in maintaining the isolated, diverse and highly endemic plant communities know locally as "*Lomas*" found between 400 and 900 m throughout coastal northern Chile and southern Peru [*Rundel et al.*, 1991; *Marquet et al.*, 1998]. *T. landbeckii* dunes, when present, typically occur between 950 and 1300 m and are located well above any *Lomas* vegetation.

2.2. Analytical Methods

[11] For each excavated dune, strike and dip measurements were taken on the saltational (stoss) surfaces and geographic position and elevation noted using a barometric GPS. Dunes were excavated down to bedrock or to the underlying efflorescent salt crust (usually >1.5 m). Stratigraphy was described for each excavated section and the resulting exposed organic horizons were carefully collected in the field and sealed in plastic bags. Overlying carbonate layers were sampled using a trowel, focusing on the purest (most sand-free) layers. We also sampled living *T. landbeckii* plants from each locality with the exception of those at PJ-1, PJ-2 and QV, which are dead stands.

[12] We ^{14}C-dated a total of 20 buried *T. landbeckii* layers to develop a chronology of past dune establishment and buildup (Table 1). These buried layers are extraordinarily well preserved and many have easily recognizable leaves and stems. Emphasis was placed on the largest dunes for radiocarbon dating, as these were potentially the oldest as well because successive stages of growth, dieback and colonization could explain the unusual stratigraphy and increased height with age (see Figure 5 and section 4.1). A sample of *T. landbeckii* leaves from every basal layer from nine of these dunes was dated. Conventional radiocarbon dating on 1–3 g of leaf tissue was performed at Geochron Labs (the "GX series") with further accelerator mass spectrometry (AMS) dating done at the Center for Applied Isotopes of the University of Georgia (the "UGAMS series"). All radiocarbon dates were converted to calendar years before 1950 (cal years B.P.) using CALIB5.0.2 [*Stuiver and Reimer*, 1993; *Stuiver et al.*, 1998] with the SHCal04 calibration curve [*McCormac et al.*, 2004].

[13] We determined δ^{15}N (AIR) values for fog water, previously collected for a different study [see *González et al.*, 2011], on total N content. Three samples of fog water per site (PJ, CG, CI and CH) were collected at different times of the year. Fog water δ^{15}N values were measured on 500 μL of dried water into tins, 50 μL at a time, on a ThermoFinnigan Delta V Advantage Isotope Ratio Mass Spectrometer (IRMS) coupled to a Carlo Erba NC2500 Elemental Analyzer (EA) via continuous flow at the Cornell Stable Isotope Laboratory (COIL), Ithaca NY.

[14] Buried plant δ^{13}C (VPDB) values were measured directly on *T. landbeckii* tissue in preparation for radiocarbon dating and fractionation correction. Additional δ^{13}C and δ^{15}N analyses were performed on whole tissue for buried plants (which were often very degraded) and on living plant leaf/stem tissue using a Finnigan Delta Plus continuous-flow Isotope Ratio Mass Spectrometer (IRMS) and elemental analyzer (Thermo Electron, Waltham, MA) at the Stable Isotope Laboratory, University of Arkansas. Isotope ratios were calculated and normalized by using a number of in-house and international standards (i.e., bovine liver).

[15] Carbonate samples (from buried *T. landbeckii* dunes) were heated at 250°C for three hours in vacuo and analyzed with an automated sample preparation device (Kiel III) attached directly to a Finnigan MAT 252 mass spectrometer at the University of Arizona. Precision of repeated standards

Folio013521

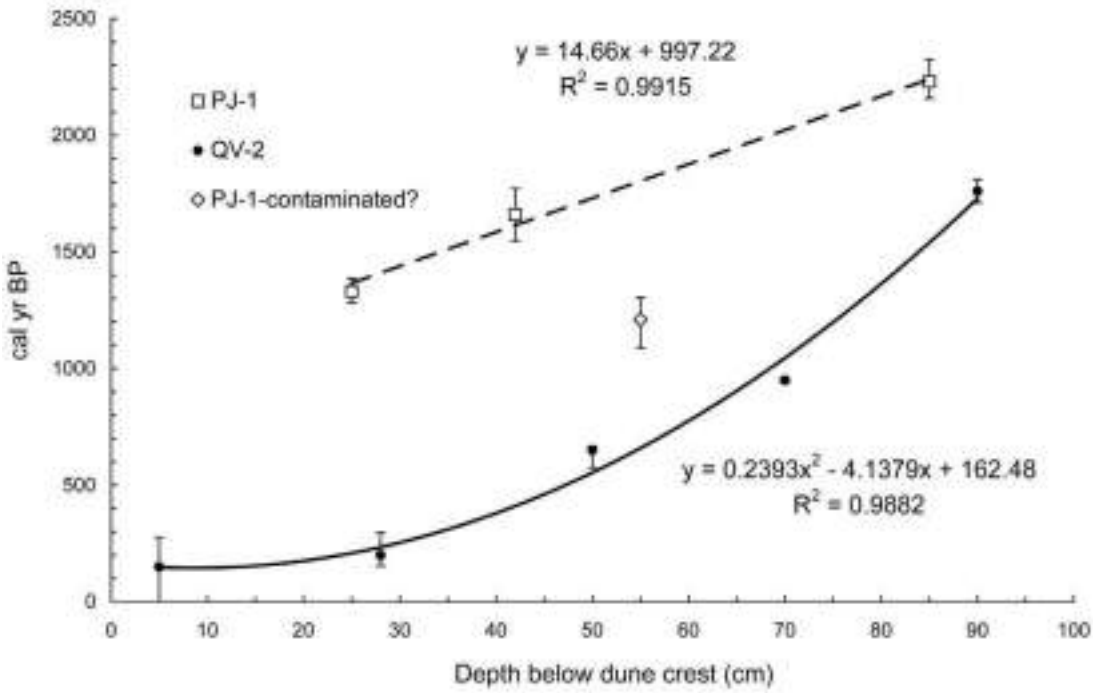


Figure 4. Age-depth curves for two relict (i.e., no living plants at these sites today) *T. landbeckii* dune systems located at Pajonales (section PJ-1) and Quebrada Vitor (QV-2). See Figure 1 for site locations. The full stratigraphy for these curves and other sites is available in the auxiliary material Figures S1–S8.

is ±0.11‰ for δ^{18}O (VPBD) and ±0.07‰ for δ^{13}C (VPDB) (at 1σ). One-way and two-way ANOVA were used to assess the statistical differences in δ^{13}C and δ^{15}N between modern sites and between modern versus buried *T. landbeckii* layers.

3. Results

3.1. Stratigraphy and Chronology

[16] All *T. landbeckii* dune crests strike irregularly N to N-NW typically perpendicular to the predominant westerly winds. Usually buried within the dune are several *T. landbeckii* layers that dip 4–8° to the W-SW. Parallel to these layers are several discrete (1–2 cm thick) layers of calcium carbonate, often capping buried *T. landbeckii* layers although many of the carbonate layers observed also occurred without any visible plant remains. The number of buried *T. landbeckii* layers observed in our sections also tended to increase with dune height (to a maximum of ~1.6 m). Dune matrix is mostly fine to medium-fine litharenites with bedding that tends to either parallel the *T. landbeckii* layers or is typically horizontal. Cross bedding was visible only in the basal portions of a few of our sections where few or no plant remains occurred (see Figures S1–S8 in the auxiliary material).[1]

[17] Twenty ^{14}C dates from five localities indicate that *T. landbeckii* dune establishment occurred at CG, CI, and at PJ over 3200 years ago. Ages on buried *T. landbeckii* basal layers for some of the largest dunes (~1.6 m high) at these sites are 3510, 3290 and 3310 cal years B.P., respectively (Table 1 and Figure 3). The relict (dead stands) *T. landbeckii* dunes at PJ and QV are younger. Three basal dates from the largest dunes do not exceed 2230 cal years B.P., whereas other dunes (PJ-2) display considerably younger basal dates (1330 cal years B.P.). Two basal dates from QV also indicate younger ages of 1760 (QV-2) and 1470 cal years B.P. (QV-1). The older QV-2 date is coeval (at 2 standard deviations) with a basal date of 1870 cal years B.P. from CH and with two other basal dates at PJ (Table 1).

[18] Nine radiocarbon dates provide the age-depth relation for two of the "dead" *T. landbeckii* dunes (see Figures S1 and S2). Excluding one sample (PJ-1-3-^{14}C, Table 1), the three dates from section PJ-1 indicate that age increases linearly with depth from the dune crest at the rate of ~15 cm/yr (Figure 4). The excluded date from this sequence exhibits a significant age reversal (e.g., it is too young) in comparison to the linear relationship that exists between the other three dates, and may be due to sample mixing from the younger layers. Linear extrapolation of the best fit for the three dates at PJ-1 gives an age of ~1000 cal years B.P. for the crest of the dune (plotted as a gray square in Figure 3).

[19] Five dates from a relict or "dead" *T. landbeckii* dune at QV-2 show slow accumulation rates over 20 cm/yr near the base of the section that increase to 1–2 cm/yr at the top. *T. landbeckii* dunes at QV have slightly younger basal dates than those at Pajonales (Figures 3 and 4). Whereas the largest dunes at Pajonales probably became relict by ~1000 cal years B.P., those at QV remained active until the 19th century (150 cal years B.P.).

[1] Auxiliary materials are available in the HTML. doi:10.1029/2010JG001521.

Folio013522

Table 2. Stable Isotope Analyses for 24 Samples of Living and Seven Samples of Buried *T. landbeckii* Plants and Average Fog Water $\delta^{15}N$

Locality[a]	Sample Type	$\delta^{13}C$	$\delta^{15}N$	Average $\delta^{13}C$ (±sd)	Average $\delta^{15}N$ (±sd)
CG-1	leaf	−13.81	−4.00		
CG-2	leaf	−13.33	−3.47	leaf	leaf
CG-3	leaf	−13.77	−4.55	−13.64 ± 0.27	−4.01 ± 0.54
CG-1a	stem	−14.27	−1.38		
CG-2a	stem	−13.34	−2.21	stem	stem
CG-3a	stem	−13.73	−1.44	−13.78 ± 0.47	−1.68 ± 0.46
CH-1	leaf	−12.49	−3.67		
CH-2	leaf	−13.38	−2.35	leaf	leaf
CH-3	leaf	−14.01	−1.78	−13.29 ± 0.76	−2.60 ± 0.97
CH-1a	stem	−13.17	−2.09		
CH-1b	stem	−13.39	−0.28	stem	stem
CH-1c	stem	−12.76	−0.89	−13.11 ± 0.32	−1.09 ± 0.92
CI-1	leaf	−12.82	−1.06		
CI-2	leaf	−13.77	−2.72	leaf	leaf
CI-3	leaf	−13.44	−2.76	−13.34 ± 0.48	−2.18 ± 0.97
CI-1a	stem	−14.05	−0.93		
CI-2a	stem	−13.68	−1.52	stem	stem
CI-3a	stem	−14.07	−0.78	−13.93 ± 0.22	−1.08 ± 0.39
PJ-1	leaf	−13.42	−0.39		
PJ-2	leaf	−13.77	0.40	leaf	leaf
PJ-3	leaf	−13.25	0.94	−13.48 ± 0.27	0.32 ± 0.67
PJ-1a	stem	−13.90	1.22		
PJ-2a	stem	−13.84	1.78	stem	stem
PJ-3a	stem	−13.92	2.56	−13.89 ± 0.04	1.85 ± 0.67
PJ-1a	buried leaves	−10.69	−1.41		
PJ-1a	buried leaves	−10.54	−4.88		
PJ-1a	buried leaves	−11.06	−3.91	leaf	leaf
PJ-1a	buried leaves	−10.49	−6.36	−10.73 ± 0.27	−3.83 ± 1.53
PJ-2	buried leaves	−11.10	−3.56		
PJ-2	buried leaves	−10.81	−3.69		
PJ-2	buried leaves	−10.45	−3.00		
			Fog Water $\delta^{15}N$ (n = 3 per Site)		
CG	total N fraction in water				N fraction was too small for a reliable measurement
CH	total N fraction in water				−1.02 ± 2.06
CI	total N fraction in water				0.31 ± 0.15
PJ	total N fraction in water				2.58 ± 1.11

3.2. The $\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$ Values of Living Versus Buried *T. landbeckii* Layers and Associated Carbonates

[20] The $\delta^{13}C$ values from living *T. landbeckii* plants (n = 24 samples) range from −12.5 to −14.3‰ with an average of −13.6 ± 0.4‰ (Table 2). At most sites, excepting CH, stems were apparently slightly more negative (<0.5‰) values than their counterpart leaves. None of these differences, however, are significant either between localities (two way ANOVA: $F_{16,0.95} = 2.08$; $p = 0.143$) or across tissue types (two-way ANOVA: $F_{16,0.95} = 2.05$; $p = 0.171$). There was also no significant interaction between factors (tissue type, locality) (two-way ANOVA, $F_{16,0.95} = 1.03$, $p = 0.406$).

[21] In contrast, the $\delta^{13}C$ values of buried *T. landbeckii* leaves range from −14.8 to −10.4‰ (n = 16) with a mean of −11.6 ± 1.3‰ (Table 2). These values are slightly higher (by 2‰ on average) and exhibit higher variance when compared to the modern *T. landbecki* stands sampled from the same localities. A one-way ANOVA between modern and buried samples indicates that this difference is statistically significant $F_{14,0.95} = 21$, $p < 0.0001$).

[22] We also sampled the corresponding loosely carbonate-cemented sand layer that typically caps each one of the buried *T. landbeckii* layers. Although carbonate content is low (10–20%), these caps display $\delta^{13}C$ values with an even

Table 3. Paired $\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$ Values on Buried Carbonate Layers and Corresponding Plant Layer

Sample[a]	Depth From Dune Crest[b] (cm)	$\delta^{13}C_{PDB\ (plant)}$	$\delta^{13}C_{PDB\ (CaCO3)}$	$\delta^{18}O_{PDB\ (CaCO3)}$
PJ-1-1	20, 25	−12.9	0.81	1.07
PJ-1-2	40, 42	−13.2	0.40	−3.50
PJ-1-3	50, 55	−13.5	0.63	2.46
PJ-1-4	82, 85	−14.8	1.18	1.80
PJ-1A-1	25, 28	−10.69	0.55	1.47
PJ-1A-3	50, 55	−11.06	0.58	1.35
PJ-1A-4	65, 68	−10.49	0.94	0.79
PJ-1A-5	75, 78	−12.3	0.53	1.46
PJ-2-1	10, 12	−11.10	−0.21	0.86

[a]See Table 1 for site abbreviations.
[b]Numbers correspond to depth of carbonate and depth of paired buried plant layer.

Folio013523

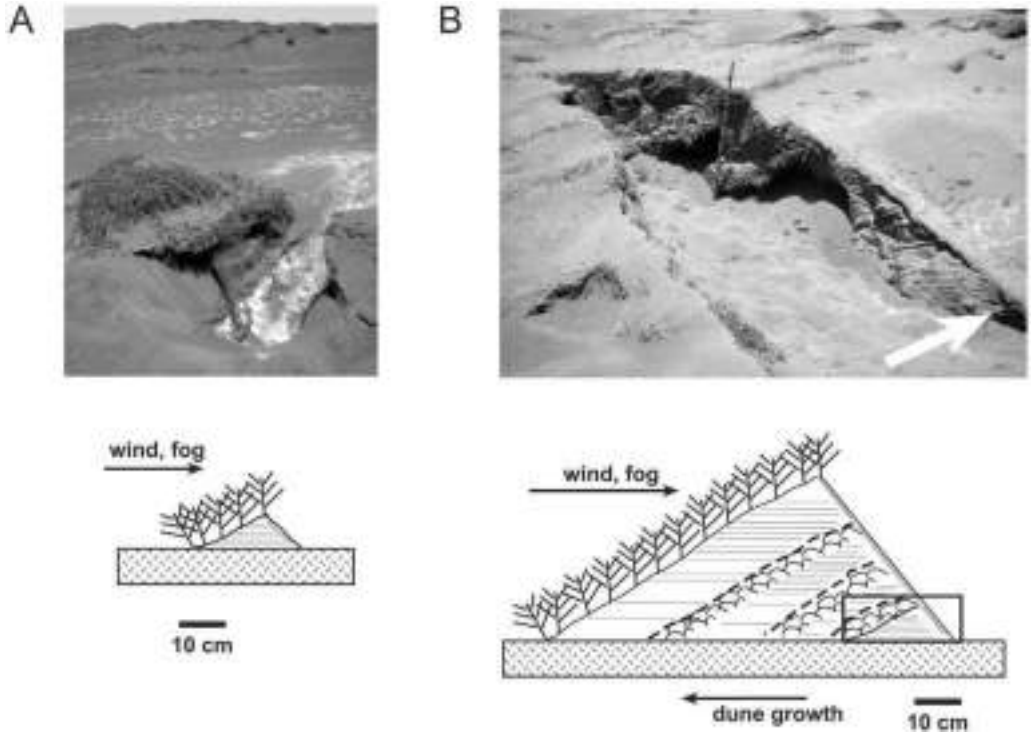


Figure 5. A plausible explanation for how *T. landbeckii* dunes form based on stratigraphy and geochronology. (a) (top) Photograph of an incipient *T. landbeckii* dune at Pajonales as it forms on the efflorescent anhydrite crust (white layer underneath dune and in the middle foreground, which is sand free). The interwoven plants grow on the slope facing the wind and trap sand downwind in horizontal layers therefore maximizing exposure to oncoming fog (rock hammer for scale). (bottom) Schematic representation of the same dune indicating wind and moisture direction (black arrow) and prominent bedding of sand layers as well as the salt crust underneath the dune (hatched pattern). (b) (top) Photograph of a trench dug into the slip-face of a mature, large (~1 m) *T. landbeckii* dune at Pajonales (section PJ-2). At least four buried organic layers are apparent (vertical rod is marked every 10 cm) all of which dip ~10° to the west. White arrow points to a buried incipient organic layer of *T. landbeckii* that likely originated the dune, dated to 1470 ± 90 ^{14}C years B.P. (see Table 1). Also visible is the corresponding cap carbonate. (bottom) Schematic representation of a mature dune. The initial stage, box outline, is now completely buried underneath horizontally to slightly westward dipping sand layers and has developed a prominent cap carbonate (dashed line). Several more layers have now developed as the dune increases in height and grows into the wind.

narrower range of −0.2 to +0.9‰ (n = 11), with a mean of +0.6‰ (Table 3). The δ^{18}O values for these cap carbonates range from +0.6 to +2.2‰ (Table 3).

3.3. The δ^{15}N Values From Fog Water

[23] δ^{15}N analyses on total N fraction in fog water revealed average values that span from −1.0 ± 2.1 (at CH) to +2.6 ± 1.1‰ (at PJ). The highest values occur at the lowest elevation site (PJ) whereas sites at higher elevations display on average, more negative values (Table 2). There was not enough N content in the fog water collected at CG to obtain reliable δ^{15}N values.

3.4. Living Versus Buried *T. landbeckii* δ^{15}N Values

[24] The δ^{15}N values from living plants exhibit a considerable degree of variation, with those at PJ returning the highest values (+2.6‰) and those from CG the lowest (−4.6‰) (Table 2). This range of values (>7‰) is considerably larger than that previously reported for *T. landbeckii* [*Evans and Ehleringer*, 1994; *Ehleringer et al.*, 1998]. There is significant variation between tissue types where stems evince δ^{15}N values that are significantly more enriched in ^{15}N (on the order of 1–2 ‰) than the respective leaf δ^{15}N values (two-way ANOVA, $F_{16,\ 0.95}$ = 29.41, $p < 0.0001$). There are also significant differences across sites ($F_{16,\ 0.95}$ = 31.59, $p < 0.0001$). As with the δ^{13}C values, there is no significant interaction across factors (locality, tissue type) ($p = 0.55$).

[25] Buried *T. landbeckii* leaves from the relict dunes at PJ have δ^{15}N values as low as −6.4 ‰ (Figure 7 and Table 2). This contrasts with the living plants found there that exhibit δ^{15}N values on average of +1.1 ‰, almost 5‰ more than their buried counterparts which average −3.8 ‰. These differences are statistically significant (Tukey's Multiple Comparison Test, $q = 5.972$, $P < 0.05$). Indeed, the average values of these

Folio013524

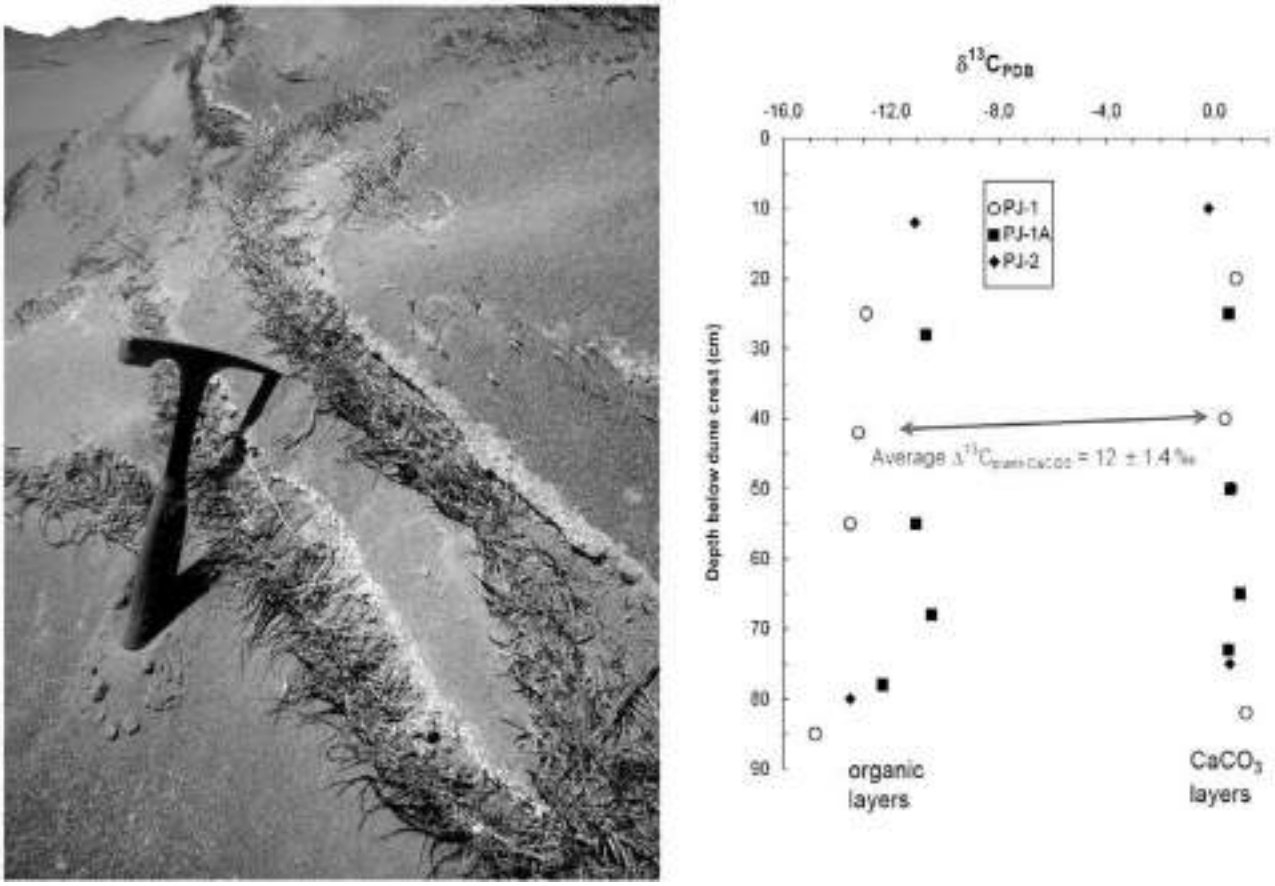


Figure 6. (left) Photograph of a vertical profile along the slipface of a relict *Tillandsia landbeckii* dune located at Pajonales (section PJ-1A). At least two westward dipping, distinct buried layers of *T. landbeckii* are visible. Also visible are the 2–3 cm thick layers of calcium carbonate that build up on top of each *T. landbeckii* layer. Rock hammer is ~30 cm in length. (right) A $\delta^{13}C$ versus depth plot indicating the isotopic spread of buried *T. landbeckii* horizons and their respective carbonate "caps" (data from sections PJ-1, PJ-1A and PJ-2, also see Table 1).

buried leaves are similar to living plants collected at CG, CH and CI.

4. Discussion

4.1. How *T. landbeckii* Dunes Grow and Cap Carbonate Formation

[26] Our radiocarbon chronology indicates that the largest *T. landbeckii* dune fields established over 3200 years ago (Figure 3). For those profiles in which we dated all layers preserved within the dune, sediment accumulation rates varied from relatively constant (at PJ-1) to variable over time (section QV-2) (Figure 4). *T. landbeckii* dune bedding planes and internal stratigraphy are highly atypical for windblown dunes, which typically are internally cross-bedded. This unusual stratigraphy results from the way these landforms are generated. *T. landbeckii* plants act as sand traps, in a landscape where there is little sand except where these plants grow. As sand accumulates downwind from these plants in near-horizontal layers, they spread over the sand, thereby maximizing their profile toward the wind and fog, and creating a small incipient dune-like structure (Figure 5, see also *Borthagaray et al.* [2010]). Eventually, the plants die and/or are buried and windblown sand accumulates parallel to the now dead mat. As the dead plants are buried by sand, calcium carbonate accumulates within the sandy matrix over the plants as a distinct cap. Thereafter, a new *T. landbeckii* mat grows over the wind-facing slope of the dune, generating a new layer of plants. Successive stages of growth, dieback and colonization explain the unusual stratigraphy (and increased height with age) seen in these dunes (Figure 4).

[27] The close stratigraphic relationship between the carbonates and the buried *T. landbeckii* layers in our PJ sections (Figure 6) implies that the carbonates are organically derived (i.e., CO_2-respired) rather than forming from detrital carbonate reworked from distant sources. An organic origin for the carbonates is also strongly supported by the $\delta^{13}C$ values, which in soils display a predictable difference ($\Delta\delta^{13}C$) from the average $\delta^{13}C$ of local plant cover. Modeling of the soil system [*Cerling*, 1984; *Quade et al.*, 2007] shows that plants strongly influence the isotopic composition of soil carbonate and that the two will differ by 13–15‰ in most soils depending on local soil conditions such as temperature, soil depth, and soil respiration rates. The observed $\Delta\delta^{13}C = -12 \pm 1.4$ ‰ for nine organic matter/

Folio013525

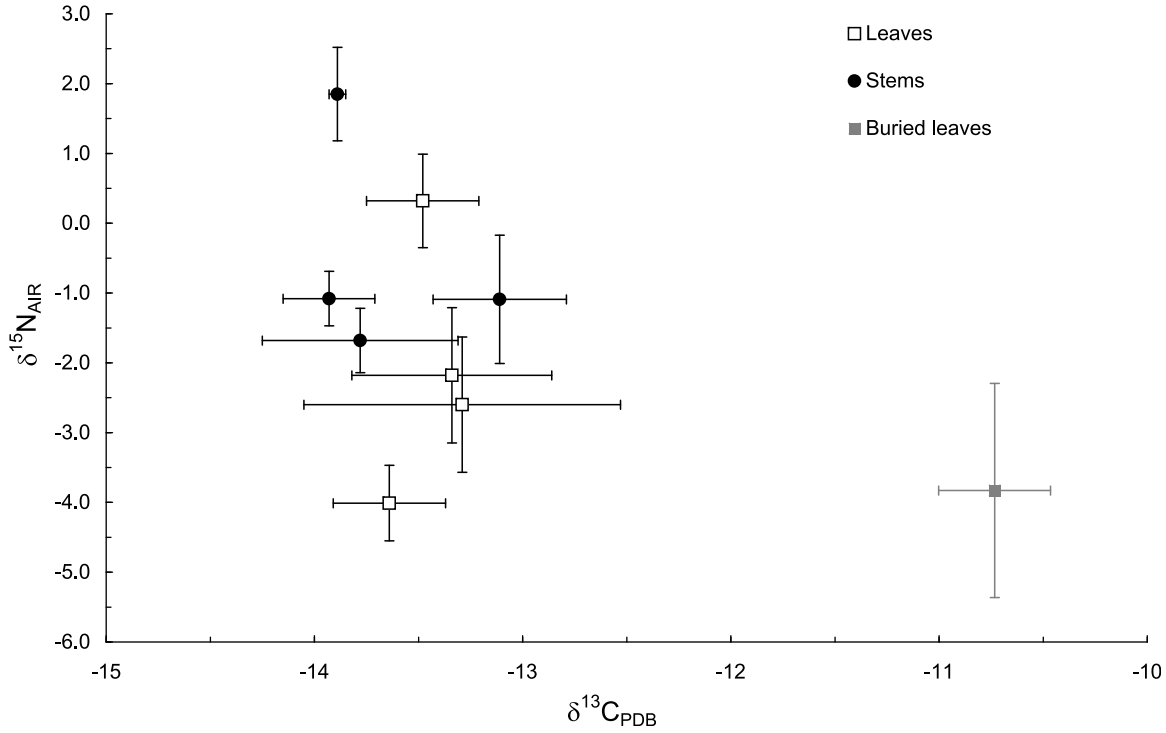


Figure 7. A plot of $\delta^{13}C$ versus $\delta^{15}N$ values obtained on living (all sites) and buried *T. landbeckii* (all from PJ) leaves and stems. The buried samples from Pajonales are much more depleted in ^{15}N and $\delta^{13}C$ values are offset by ~3‰ from their modern counterparts. See also Tables 1 and 2 for stable isotope data.

carbonate pairs closely matches the expected values for soils. Using the soil diffusion model described by *Cerling* [1984] and *Quade et al.* [2007] for our specific site conditions (altitude = 1000 m; mean annual temperature = 18°C; moderate soil respiration rates of 6 mmoles/m^2/hr), we obtained estimates of $\delta^{13}C$ values for soil carbonates of −0.5 to +1.9‰, encompassing our observed range of −0.2 to +0.9‰. According to this model, the mean $\delta^{13}C$ value for soil organic matter of −12.2‰ should produce $\delta^{13}C$ values for carbonates of +0.8‰, very close to the average carbonate $\delta^{13}C$ value we observed (0.6‰). $\delta^{13}C$ values of soil carbonate formed in equilibrium with the atmosphere should be >+2.0‰. Hence, we view the development of carbonate and presence of plants as clearly associated processes. How this occurs exactly may have to do with oxidation of calcium oxalate (weddelite) commonly present in cacti and other CAM succulents in general [*Rivera and Smith*, 1979; *Franceschi and Nakata*, 2005; *Garvie*, 2006]. The presence of calcium oxalate raphide crystals are common features of the vegetative and reproductive organs of the Bromeliaceae and the Tillandsoideae [*Proenca and Das Gracas Sajo*, 2008]. Bio-oxidation and later atmospheric conversion of weddelite to calcite in fallen, decaying giant saguaro cacti (*Carnegia gigantea*) form distinct white carbonate crusts in the Sonoran desert [*Garvie*, 2003]. Perhaps a similar process may also be responsible for the formation of the cap carbonates seen in our stratigraphic sections but will require further study of calcium oxalate biomineralization processes in *T. landbeckii*.

[28] In general, living *T. landbeckii* $\delta^{13}C$ values are much more conserved (e.g., lower variance) than the buried plants (Table 2). The $\delta^{13}C$ varies with depth between values as low as −14.8‰ and as high as −10.5‰ (Table 3). On average, however, buried layers are shifted by 2‰ toward more positive values than the living samples. The reason is most likely the addition of fossil carbon to the atmosphere during the twentieth century which has shifted the average $\delta^{13}C_{atm}$ from −7 to −9‰ (the "Suess" effect [see *Keeling*, 1979]). This 2‰ difference is readily apparent in Figure 7.

[29] The $\delta^{18}O$ (VPDB) values of the cap carbonates (+0.6 to +2.2‰) are quite high compared to most soil carbonate values globally, which typically are less than 0‰. The high $\delta^{18}O$ (VPDB) values of these carbonates are consistent, however, with the hyperarid coastal setting of the study site and similar to values observed in near-coastal soil carbonates found further south in the Atacama [*Quade et al.*, 2007].

4.2. Natural Abundance of $\delta^{15}N$ in *T. landbeckii*

[30] Foliar $\delta^{15}N$ values from Lomas fog oases of the Atacama desert have been shown to be highly enriched in ^{15}N and unrelated to marine and/or atmospheric sources of nitrogen [*Evans and Ehleringer*, 1994]. As mentioned by *Evans and Ehleringer* [1994], however, *T. landbeckii* does not possess an effective root system for soil mineral N uptake and obtains all nitrogen from atmospheric sources. Thus, the large spread in $\delta^{15}N$ values observed in our living plants is surprising (Figure 7), and must reflect variations in atmospheric nitrogen input.

[31] The natural abundance of $\delta^{15}N$ in plants is due to the net effect of a range of processes both biological and geochemical [*Dawson et al.*, 2002]. Several large data sets

Folio013526

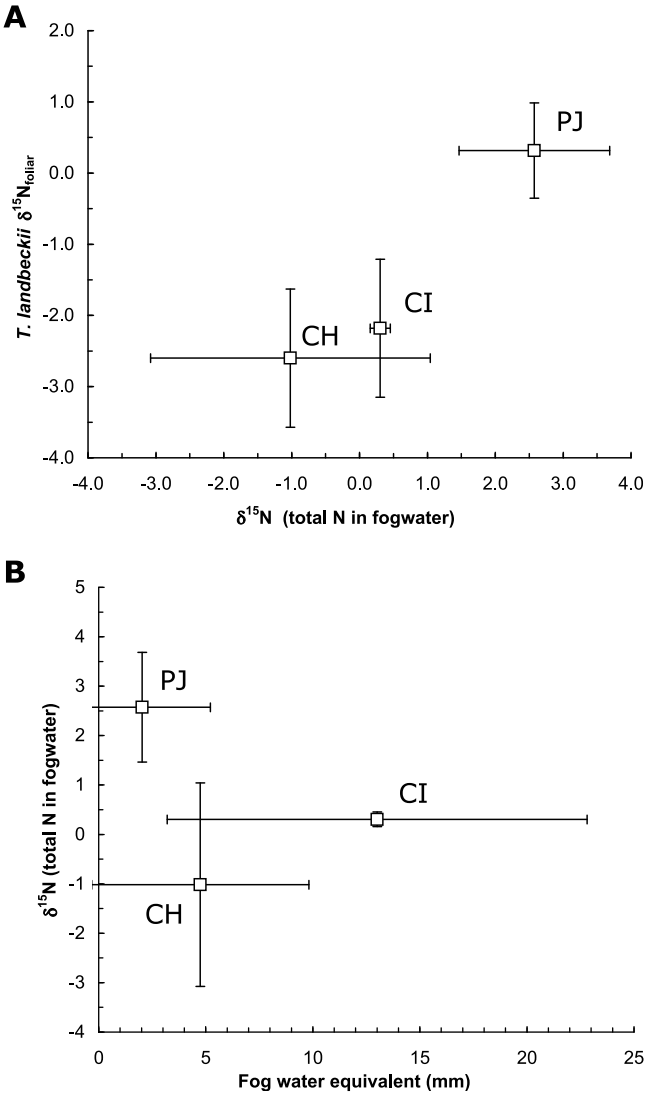


Figure 8. (a) A plot of living *T. landbeckii* foliar δ^{15}N versus δ^{15}N on total N contained in fog water. (b) Fog water equivalent (in mm) versus δ^{15}N on total N in fog water for three of our sites (abbreviations are CG, Cerro Guanacos; CH, Cerro Huantajaya; CI, Cerro Isla;, PJ, Pajonales). PJ is the locality that receives the least amount of fog and has very high δ^{15}N values. The differences between the other two sites are not significant. Note the large amount of variance in fog water amount and very small δ^{15}N error bars on the average values at CI- the highest locality. All averages are based on three measurements each.

indicate that foliar δ^{15}N values vary inversely with moisture availability and rainfall [*Handley et al.*, 1999; *Swap et al.*, 2004]. A recent study from southern Africa also correlated increasing δ^{15}N to decreased rainfall across a large latitudinal gradient [*Wang et al.*, 2010]. As previously stated, fog measurements using passive water collectors at CI, CG, CH and PJ indicate that annual mean effective moisture is highest (but also most variable) at CI, followed by CG, and CH with PJ showing the least amount of fog (Figure 2). Living *T. landbeckii* δ^{15}N values from CI, CG and CH are also significantly lower (average δ^{15}N = −2.1 ‰) than those from the PJ site (average δ^{15}N = +1.1 ‰) (Figure 7).

[32] Practically no studies exist that have examined the relationship between δ^{15}N and total N content in fog water. Although the number of samples analyzed is preliminary, our study implies a relationship between *T. landbeckii* foliar δ^{15}N and δ^{15}N on total N content in fog water (Figure 8a). In turn, fog water δ^{15}N values are highest at Pajonales which also receives the lowest amount of fog water (Figure 8b). Large errors associated with highly variable (but frequent) fog events at Cerro Isla coupled with the fact that we were not able to retrieve enough water in the N depleted fog of Cerro Guanacos for analyses, preclude us from concluding if there is a trend between fog intensity/frequency at a given site and the lower fog δ^{15}N values. This will require further research into the mechanisms and considerably more data.

[33] Yet, given the very negative δ^{15}N values observed for the relict *T. landbeckii* dune systems present at PJ (average of −3.8 ‰), it is plausible that these currently relict systems grew under considerably wetter conditions than their living, much more spatially restricted counterparts. The δ^{15}N values of the buried layers at PJ are in fact comparable to those seen at CG and CI today, which receive between 4.5 to 6 times more fog than the modern samples found at Pajonales. We are cautious, however, of these results until more stable isotope analyses on present-day fog N content are performed and the mechanisms of variation better understood.

4.3. A New Paleoclimate Record for Past Variations in Advective Fog?

[34] Radiocarbon dates from the largest *T. landbeckii* dunes at CG, PJ and CI indicate that these ecosystems were established by 3200 cal years B.P. (Figure 3). This chronology also demonstrates that the largest of the "dead" *T. landbeckii* dunes formed 2230 years ago and were periodically active until ~1000 years ago. These ages are coeval with a period of heightened climatic variability observed during the late Holocene and associated with large amplitude ENSO events at high frequencies [*Moy et al.*, 2002]. After this period, El Niño-driven lithic concentrations in a core taken offshore central Peru indicate that ENSO variability dwindled practically to zero between 1200 and 800 cal years B.P. [*Rein et al.*, 2004]. This later period, part of the Medieval Climate Anomaly (MCA) was characterized by semi-permanent La Niña conditions [*Graham et al.*, 2007]. During modern la Niña events, upwelling increases along the Chilean coastline due to an increased southerly winds [*Garreaud et al.*, 2008; *Garreaud and Falvey*, 2009]. In turn, this would lower the altitude of the marine boundary layer, effectively reducing the height of the fog bank. Although too much moisture could have caused the demise of the extensive *T. landbeckii* dune fields at Pajonales, the foliar δ^{15}N values of the buried layers are within the range of living *T. landbeckii* plants found today at slightly higher elevations (e.g., Cerro Guanacos and Cerro Isla).

[35] The extensive Pajonales system may have developed at a time when fog events were much more frequent than today, implying that the fog bank was at a lower elevation than it occurs at present. Alternatively, a major change in marine N sources during the late Holocene could explain the lower foliar δ^{15}N values observed in the buried layers at

Folio013527

Pajonales. Such changes, however, have not been documented on these timescales in sediment records off north-central Chile [*De Pol-Holz et al.*, 2007].

5. Conclusions

[36] In this study, we use stratigraphic and geochronological evidence to propose an explanation of how *T. landbeckii* dunes form. Contrary to wind-blown dunes, the systems studied here actually grow against the main wind direction, which would explain their unusual layered stratigraphy. We also examined a number of parameters preserved in the buried *T. landbeckii* layers, including stable carbon and nitrogen isotopes. Stratigraphic and stable carbon isotope evidence clearly points to a link between *T. landbeckii* leaf burial and the generation of distinct "cap" carbonates. This process occurs in a similar fashion to the development of soil carbonate but instead of precipitation of biologically respired CO_2, we suspect that oxidation of calcium oxalate (weddelite) may be involved in the origin of these carbonates.

[37] The spread of $\delta^{15}N$ values observed in our study is considerably larger than those previously reported for *T. landbeckii*. Significant changes in $\delta^{15}N$ are often linked with moisture availability. In fact, we show that a positive relationship does exist between foliar $\delta^{15}N$ values and $\delta^{15}N$ values on N in fog water. In turn, our preliminary data hints at a relationship between $\delta^{15}N$ values on N in fog and fog water amount although more research is needed regarding the sources of variation of $\delta^{15}N$ values in fog. Thus, we suggest that the low $\delta^{15}N$ values seen in the buried plants of presently relict dune ecosystems in comparison to their modern counterparts (which average almost 5‰ higher) could be due to increased fog. In turn, this implies a lowered fog bank such that these plants received moisture on par with living ecosystems that are 100–150 m higher in elevation. Finally, by complementing radiocarbon dating with variations in plant $\delta^{15}N$, we point out the potential of generating a unique record of past changes in advective fog in northern Chile that could potentially span the last 3,500 years.

[38] **Acknowledgments.** We thank A. Cherkinsky, Geochron Labs and the Center for Applied Isotopes Studies (University of Georgia) for radiocarbon dates. C.L., J.M.F. and P.A.M. acknowledge funding from FONDAP 1501–0001 to CASEB (Program 4). C.L. and P.A.M. also acknowledge additional support from grants P05–002 ICM and PFB-23 to the IEB and support from CSIC -PUC grant to the LINCGlobal Program. A.L.G. was funded by FONDECYT 3090029. Additional radiocarbon dating and analyses were provided by FONDECYT 1100916 (to C.L.).

References

Aceituno, P. (1988), On the functioning of the southern oscillation in the South American sector. Part I: Surface climate, *Mon. Weather Rev.*, *116*, 505–524, doi:10.1175/1520-0493(1988)116<0505:OTFOTS>2.0.CO;2.

Aceituno, P., M. D. Prieto, M. E. Solari, A. Martinez, G. Poveda, and M. Falvey (2009), The 1877–1878 El Niño episode: Associated impacts in South America, *Clim. Change*, *92*, 389–416, doi:10.1007/s10584-008-9470-5.

Benzing, D. H., and A. Renfrow (1971), Significance of the patterns of CO_2 exchange to the ecology and phylogeny of the Tillandsioideae (Bromeliaceae), *Bull. Torrey Bot. Club*, *98*, 322–327, doi:10.2307/2483971.

Benzing, D. H., J. Seeman, and A. Renfrow (1978), The foliar epidermis in Tillandsioideae (Bromeliaceae) and its role in habitat selection, *Am. J. Bot.*, *65*, 359–365, doi:10.2307/2442278.

Borthagaray, A. I., M. E. Fuentes, and P. A. Marquet (2010), Vegetation pattern formation in a fog-dependent ecosystem, *J. Theor. Biol.*, *265*, 18–26, doi:10.1016/j.jtbi.2010.04.020.

Cereceda, P., H. Larrain, P. Osses, M. Farias, and I. Egana (2008a), The climate of the coast and fog zone in the Tarapaca Region, Atacama Desert, *Chile, Atmos. Res.*, *87*, 301–311, doi:10.1016/j.atmosres.2007.11.011.

Cereceda, P., H. Larrain, P. Osses, M. Farías, and I. Egaña (2008b), The spatial and temporal variability of fog and its relation to fog oases in the Atacama Desert, Chile, *Atmos. Res.*, *87*, 312–323, doi:10.1016/j.atmosres.2007.11.012.

Cerling, T. E. (1984), The stable isotopic composition of modern soil carbonate and its relationship to climate, *Earth Planet. Sci. Lett.*, *71*, 229–240, doi:10.1016/0012-821X(84)90089-X.

Dawson, T. E., S. Mambelli, A. H. Plamboeck, P. H. Templer, and K. P. Tu (2002), Stable isotopes in plant ecology, *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, *33*, 507–559, doi:10.1146/annurev.ecolsys.33.020602.095451.

De Pol-Holz, R., O. Ulloa, F. Lamy, L. Dezileau, P. Sabatier, and D. Hebbeln (2007), Late Quaternary variability of sedimentary nitrogen isotopes in the eastern South Pacific Ocean, *Paleoceanography*, *22*, PA2207, doi:10.1029/2006PA001308.

Dietrich, W. E., and J. T. Perron (2006), The search for a topographic signature of life, *Nature*, *439*, 411–418, doi:10.1038/nature04452.

Ehleringer, J. R., P. W. Rundel, B. Palma, and H. A. Mooney (1998), Carbon isotope ratios of Atacama Desert plants reflect hyperaridity of region in northern Chile, *Rev. Chil. Hist. Nat.*, *71*, 79–86.

Ehleringer, J. R., D. R. Bowling, L. B. Flanagan, J. Fessenden, B. Helliker, L. A. Martinelli, and J. P. Ometto (2002), Stable isotopes and carbon cycle processes in forests and grasslands, *Plant Biol.*, *4*, 181–189, doi:10.1055/s-2002-25733.

Evans, R. D., and J. R. Ehleringer (1994), Plant $\delta^{15}N$ values along a fog gradient in the Atacama Desert, Chile, *J. Arid Environ.*, *28*, 189–193, doi:10.1016/S0140-1963(05)80056-4.

Franceschi, V. R., and P. A. Nakata (2005), Calcium oxalate in plants: Formation and function, Annu. *Rev. Plant Biol.*, *56*, 41–71, doi:10.1146/annurev.arplant.56.032604.144106.

Garreaud, R. D., and M. Falvey (2009), The coastal winds off western subtropical South America in future climate scenarios, *Int. J. Climatol.*, *29*, 543–554, doi:10.1002/joc.1716.

Garreaud, R. D., M. Vuille, and A. Clement (2003), The climate of the Altiplano: Observed current conditions and mechanisms of past changes, *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, *194*, 5–22, doi:10.1016/S0031-0182(03)00269-4.

Garreaud, R., J. Barichivich, D. A. Christie, and A. Maldonado (2008), Interannual variability of the coastal fog at Fray Jorge relict forests in semi-arid Chile, *J. Geophys. Res.*, *113*, G04011, doi:10.1029/2008JG000709.

Garvie, L. A. J. (2003), Decay-induced biomineralization of the saguaro cactus (*Carnegiea gigantea*), *Am. Mineral.*, *88*, 1879–1888.

Garvie, L. A. J. (2006), Decay of cacti and carbon cycling, *Naturwissenschaften*, *93*, 114–118, doi:10.1007/s00114-005-0069-7.

Gonzalez, G., T. Dunai, D. Carrizo, and R. Allmendinger (2006), Young displacements on the Atacama Fault System, northern Chile from field observations and cosmogenic Ne-21 concentrations, *Tectonics*, *25*, TC3006, doi:10.1029/2005TC001846.

González, A. L., J. M. Fariña, R. Pinto, C. Pérez, K. C. Weathers, J. J. Armesto, and P. A. Marquet (2011), Bromeliad growth and stoichiometry: Responses to atmospheric nutrient inputs in fog-dependent ecosystems of the hyper-arid Atacama Desert, Chile, *Oecologia*, doi:10.1007/s00442-011-2032-y.

Graham, N. E., et al. (2007), Tropical Pacific: Mid-latitude teleconnections in medieval times, *Clim. Change*, *83*, 241–285, doi:10.1007/s10584-007-9239-2.

Handley, L. L., A. T. Austin, D. Robinson, C. M. Scrimgeour, J. A. Raven, T. H. E. Heaton, S. Schmidt, and G. R. Stewart (1999), The N-15 natural abundance (delta N-15) of ecosystem samples reflects measures of water availability, *Aust. J. Plant Physiol.*, *26*, 185–199, doi:10.1071/PP98146.

Houston, J. (2006), Variability of precipitation in the Atacama desert: Its causes and hydrological impact, *Int. J. Climatol.*, *26*, 2181–2198, doi:10.1002/joc.1359.

Javaux, E. J. (2006), Extreme life on Earth- past, present and possibly beyond, *Res. Microbiol.*, *157*, 37–48, doi:10.1016/j.resmic.2005.07.008.

Keeling, C. D. (1979), The Suess effect: ^{13}Carbon-^{14}carbon interrelations, *Environ. Int.*, *2*, 229–300, doi:10.1016/0160-4120(79)90005-9.

Lillywhite, H. B., and C. A. Navas (2006), Animals, energy, and water in extreme environments: Perspectives from Ithala 2004, *Physiol. Biochem. Zool.*, *79*, 265–273, doi:10.1086/499987.

Marquet, P. A., et al. (1998), Ecosystems of the Atacama Desert and adjacent Andean area in northern Chile, *Rev. Chil. Hist. Nat.*, *71*, 593–617.

Martin, C. E. (1994), Physiological ecology of the Bromeliaceae, *Bot. Rev.*, *60*, 1–82, doi:10.1007/BF02856593.

Folio013528

McCormac, F. G., A. G. Hogg, P. G. Blackwell, C. E. Buck, T. F. G. Higham, and P. J. Reimer (2004), SHCal04 Southern Hemisphere calibration, 0–11.0 cal kyr BP, *Radiocarbon*, *46*, 1087–1092.

McKay, C. P., E. I. Friedmann, B. Gomez-Silva, L. Caceres-Villanueva, D. T. Andersen, and R. Landheim (2003), Temperature and moisture conditions for life in the extreme arid region of the Atacama Desert: Four years of observations including the El Nino of 1997–1998, *Astrobiology*, *3*, 393–406, doi:10.1089/153110703769016460.

Moy, C. M., G. O. Seltzer, D. T. Rodbell, and D. M. Anderson (2002), Variability of El Niño/Southern Oscillation activity at millennial timescales during the Holocene epoch, *Nature*, *420*, 162–165, doi:10.1038/nature01194.

Peck, L. S., P. Convey, and D. K. A. Barnes (2006), Environmental constraints on life histories in Antarctic ecosystems: Tempos, timings and predictability, *Biol. Rev. Cambridge Philos. Soc.*, *81*, 75–109, doi:10.1017/S1464793105006871.

Pinto, R., I. Barria, and P. A. Marquet (2006), Geographical distribution of *Tillandsia* lomas in the Atacama Desert, northern Chile, *J. Arid Environ.*, *65*, 543–552, doi:10.1016/j.jaridenv.2005.08.015.

Proenca, S. L., and M. Das Gracas Sajo (2008), Anatomy of the floral scape of Bromeliaceae, *Rev. Bras. Bot.*, *31*, 399–408, doi:10.1590/S0100-84042008000300004.

Quade, J., J. A. Rech, C. Latorre, J. L. Betancourt, E. Gleeson, and M. T. K. Kalin (2007), Soils at the hyperarid margin: The isotopic composition of soil carbonate from the Atacama Desert, northern Chile, *Geochim. Cosmochim. Acta*, *71*, 3772–3795, doi:10.1016/j.gca.2007.02.016.

Rein, B., A. Luckge, and F. Sirocko (2004), A major Holocene ENSO anomaly during the Medieval period, *Geophys. Res. Lett.*, *31*, L17211, doi:10.1029/2004GL020161.

Rivera, E. R., and B. N. Smith (1979), Crystal morphology and ^{13}carbon/^{12}carbon composition of solid oxalate in cacti, *Plant Physiol.*, *64*, 966–970, doi:10.1104/pp.64.6.966.

Rundel, P. W., M. O. Dillon, B. Palma, H. A. Mooney, S. L. Gulmon, and J. R. Ehleringer (1991), The phytogeography and ecology of the Coastal Atacama and Peruvian Deserts, *Aliso*, *13*, 1–49.

Rundel, P. W., B. Palma, M. O. Dillon, M. R. Sharifi, E. T. Nilsen, and K. Boonpragob (1997), *Tillandsia landbeckii* in the coastal Atacama Desert of northern Chile, *Rev. Chil. Hist. Nat.*, *70*, 341–349.

SERNAGEOMIN (2003), *Mapa geológico de Chile: Versión digital*, *Publicación Geológica Digital (CD-ROM, versión1.0, 2003)*, Santiago, Chile.

Stuiver, M., and P. J. Reimer (1993), Extended ^{14}C database and revised CALIB radiocarbon calibration program, *Radiocarbon*, *35*, 215–230.

Stuiver, M., et al. (1998), INTCAL98 Radiocarbon age calibration 24,000 - 0 cal BP, *Radiocarbon*, *40*, 1041–1083.

Swap, R. J., J. N. Aranibar, P. R. Dowty, W. P. Gilhooly, and S. A. Macko (2004), Natural abundance of ^{13}C and ^{15}N in C_3 and C_4 vegetation of southern Africa: Patterns and implications, *Global Change Biol.*, *10*, 350–358, doi:10.1111/j.1365-2486.2003.00702.x.

Wang, L., P. D'Odorico, L. Ries, and S. A. Macko (2010), Patterns and implications of plant-soil δ13C and δ15N values in African savanna ecosystems, *Quat. Res.*, *73*, 77–83, doi:10.1016/j.yqres.2008.11.004.

Westbeld, A., O. Klemm, F. Griessbaum, E. Strater, H. Larrain, P. Osses, and P. Cereceda (2009), Fog deposition to a Tillandsia carpet in the Atacama Desert, *Ann. Geophys.*, *27*, 3571–3576, doi:10.5194/angeo-27-3571-2009.

J. M. Fariña, A. L. González, Claudio Latorre, Pablo A. Marquet, Pontificia Universidad Catolica de Chile, CASEB/Ecologia, Alameda 340, Santiago, 6513677, Chile.

R. Pinto, Dalmacia 3251, Iquique, Chile.

J. Quade, Department of Geosciences, University of Arizona, Tucson, AZ 85721, USA.

Folio013529

Plant Systematics and Evolution (2022) 308:8
https://doi.org/10.1007/s00606-021-01800-0

ORIGINAL ARTICLE

Leaf wax composition and distribution of *Tillandsia landbeckii* reflects moisture gradient across the hyperarid Atacama Desert

Sergio Contreras[1,2] · Manlio Landahur[1] · Karla García[3] · Claudio Latorre[4,5,6] · Mark Reyers[7] · Janet Rethemeyer[8] · Andrea Jaeschke[8]

Received: 31 October 2021 / Accepted: 15 December 2021 / Published online: 6 January 2022
© The Author(s) 2022

Abstract

In the hyperarid Atacama Desert, water availability plays a crucial role in allowing plant survival. Along with scant rainfall, marine advective fog frequently occurs along the coastal escarpment fueling isolated mono-specific patches of *Tillandsia* vegetation. In this study, we investigate the lipid biomarker composition of the bromeliad *Tillandsia landbeckii* (CAM plant) to assess structural adaptations at the molecular level as a response to extremely arid conditions. We analyzed long-chain *n*-alkanes and fatty acids in living specimens ($n = 59$) collected from the main *Tillandsia* dune ecosystems across a 350 km coastal transect. We found that the leaf wax composition was dominated by *n*-alkanes with concentrations (total average 160.8 ± 91.4 µg/g) up to three times higher than fatty acids (66.7 ± 40.7 µg/g), likely as an adaptation to the hyperarid environment. Significant differences were found in leaf wax distribution (Average Chain Length [ACL] and Carbon Preference Index [CPI]) in the northern zone relative to the central and southern zones. We found strong negative correlations between fatty acid CPI and *n*-alkane ACL with precipitation and surface evaporation pointing at fine-scale adaptations to low moisture availability along the coastal transect. Moreover, our data indicate that the predominance of *n*-alkanes is reflecting the function of the wax in preventing water loss from the leaves. The hyperarid conditions and good preservation potential of both *n*-alkanes and fatty acids make them ideal tracers to study late Holocene climate change in the Atacama Desert.

Keywords Atacama desert · Fatty acids · Fog ecosystems · Leaf-wax · *n*-alkanes · *Tillandsia landbeckii*

Introduction

The Atacama Desert is considered to be one of the oldest and most arid deserts on Earth and is an extreme habitat for life development (McKay et al. 2003; Hartley et al. 2005). The aridity in the Atacama Desert is caused principally by cold coastal waters that characterize the Humboldt Current and the upwelling of cold deep water to the surface, which

Handling editor: Marcus Koch.

Sergio Contreras and Andrea Jaeschke have contributed equally.

Contribution to "Living at its dry limits - Tillandsiales in the Atacama Desert".

✉ Sergio Contreras
scontreras@ucsc.cl

✉ Andrea Jaeschke
andrea.jaeschke@uni-koeln.de

[1] Departamento de Química Ambiental, Facultad de Ciencias, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción, Chile

[2] Centro de Investigación en Biodiversidad y Ambientes Sustentables, CIBAS, Concepción, Chile

[3] Consorcio Eólico, Desarrollo de Proyectos de Energías Renovables, Concepción, Chile

[4] Centro UC Desierto de Atacama, Santiago, Chile

[5] Departamento de Ecología, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

[6] Instituto de Ecología & Biodiversidad (IEB), Casilla 653, Santiago, Chile

[7] Institute for Geophysics and Meteorology, University of Cologne, Cologne, Germany

[8] Institute of Geology and Mineralogy, University of Cologne, Cologne, Germany

Folio013530

creates an atmospheric thermal inversion preventing precipitation along the coastal zone (Houston and Hartley 2003). The aridity is intensified by the rain shadow effect of the Andean Mountains that blocks the transfer of moisture from the Amazon basin (Houston and Hartley 2003; Cereceda et al. 2008; Garreaud et al. 2008). As a result, the Atacama Desert has a hyperarid core characterized by mean annual precipitation lower than 2 mm between 19 and 22°S (Ritter et al. 2019; Voigt et al. 2020). Although the extremely low moisture supply to the Atacama Desert is not constant and varies geographically (e.g., latitude, distance inland and elevation), there is a clear latitudinal trend of the scarce precipitation increasing toward the north along the hyperarid core and over the coastal area (Schulz et al. 2011; Jaeschke et al. 2019; Reyers et al. 2021).

Besides infrequent rainfalls, marine advective fog from the Pacific Ocean is the most important source of moisture along the Atacama Desert (Cereceda et al. 2008; Lobos Roco et al. 2018; Schween et al. 2020; Del Río et al. 2021). Frequent coastal fog events are generally considered to be restricted to distances of up to a few kilometers from the coast and elevations of about 100–1200 m (Caviedes 1973; Prohaska 1973; García et al. 2021; Del Río et al. 2021). Beyond these elevations, hyperarid conditions limit the growth and survival of plants on the landscape and extensive areas without any vegetation exist, especially in the hyperarid core of Atacama Desert (Arroyo et al. 1988; Rundel and Dillon 1998; Schulz et al. 2011; Knief et al. 2020; Merklinger et al. 2020). Orographic fog oases are common along this coast and allow the development of unique plant communities (called *lomas*) of surprisingly high biodiversity in northern Chile and southern Peru (Rundel et al. 1991; Pinto et al. 2006; Merklinger et al. 2020). Fog corridors are unequally distributed and the hills are often isolated from each other by large expanses of barren landscape (García et al. 2021). Among these hill formations, the "*Tillandsiales*" hills stand out with its unique vegetation communities specialized for living in the Atacama Desert. The dominant species of this type of formation is *Tillandsia landbeckii* Phil. (Bromeliaceae family), one of 15 species of the genus *Tillandsia*, that survive in such extremely arid conditions by developing specialized adaptations for water collection (Rundel et al. 1997; Rundel and Dillon 1998; Pinto et al. 2006; Latorre et al. 2011). Of these 15, only three species are present in the coastal Atacama Desert of northern Chile: *T. landbeckii*, *T. marconae* Till & Vitek and rarely *T. virescens* and *T. capillaris* Ruiz & Pavon (Rundel and Dillon 1998; Schulz et al. 2011; Merklinger et al. 2020). The geographic distribution of *T. landbeckii* extends from southern Peru to the Coquimbo region in Chile (31.65°S) (Smith and Downs 1977; Till 1992) and is restricted to the occurrence and elevation of fog belts (Oka and Ogawa 1984; Ono 1986).

Most *Tillandsia* plants are growing epiphytically on sandy surfaces, rocks or other plants, while some species even grow unrooted (i.e., epiarenic) on bare sand (Rundel et al. 1997; Rundel and Dillon 1998). The plants have no functional root system for water uptake therefore, they almost exclusively depend on the water and nutrients supplied by coastal fog (Pinto et al. 2006; Westbeld et al. 2009; Borthagaray et al. 2010; Gonzalez et al. 2011; Raux et al. 2020). The water uptake is carried out by highly specialized leaf trichomes unique to this plant family, which collect fog at night (Benzing et al. 1978; Rundel et al. 1997; Raux et al. 2020). The trichome of *Tillandsia* is formed by a shield of dead cells, with an unusually thick outer cell wall and located next to a cuticle which sits on top of the dome cell (Raux et al. 2020). The cuticle is an efficient and flexible barrier (Riederer and Schreiber 2001), constituted by cutine which is a structural component of this barrier composed of polyesters (Kolattukudy and Espelie 1985; Kunst and Samuels 2003; Jetter et al. 2006) and waxes embedded in the cutine. The water permeability of the cuticle determines the minimal and unavoidable water loss when the stomata are maximally closed during dry periods (Schuster et al. 2016). This physiological adaptation to extreme water uptake efficiency is accompanied by assimilation of carbon using Crassulacean Acid Metabolism (CAM) (Benzing et al. 1978). CAM metabolism is distinguished by the night time fixation of CO_2 into malic acid allowing stomata to open only at nights when humidity is higher (Osmond et al. 1989; Haslam et al. 2003). Although CAM or a flexible C_3–CAM mode of carbon fixation is known from epiphytic *Tillandsia* species of the coastal desert region (Rundel and Dillon 1998), foliar carbon isotope ($\delta^{13}C$) values of *Tillandsia landbeckii* of -12.5 to -14.3‰ (Latorre et al. 2011; Jaeschke et al. 2019) are in the typical narrow range of values corresponding to strong CAM species of bromeliads (Hermida-Carrera et al. 2020).

Leaf waxes of higher terrestrial plants are lipids that are insoluble in water (Bianchi and Canuel 2011) and contain a mixture of homologous series of long chain (> 23 carbon atoms) compounds such as fatty acids, *n*-alkanes, alcohols and aldehydes (Kunst and Samuels 2003; Koch and Ensikat 2008; Tafolla-Arellano et al. 2013). These leaf waxes play an important role in plant physiology and ecology, being the first zone of protection, contact and interaction with other organisms, e.g., herbivores (Müller and Riederer 2005). Leaf waxes also have the function of limiting water loss through the cuticle, minimizing the exchange of gases (e.g., CO_2, O_2) and water (H_2O), acting as a thermoregulator barrier (Jeffree 2006; Jetter et al. 2006). Waxes also minimize the wettability and retention of dust particles and spores, and act as shield against insects and UV radiation (Tafolla-Arellano et al. 2013). The *n*-alkyl waxes such as fatty acids and long-chain alkanes can be characterized by their dominant homologue,

Folio013531

total abundance, and distribution (Eglinton and Hamilton 1967; Sharma et al. 2018; Dragota and Riederer 2009). The most common indices to evaluate distribution changes of these leaf waxes are the Carbon Preference Index (CPI), which measures the relative abundance of chain length with even over odd carbon dominance in long chain fatty acids or odd over even in *n*-alkanes (Eglinton and Hamilton 1967; Sachse et al. 2006) and the average chain length index (ACL). Plant wax *n*-alkanes and fatty acids occur in modern and fossil leaves. Both are stable and long-lived molecules that can survive in the fossil record and thus serve as valuable biomarkers for past environmental conditions potentially encompassing thousands or even millions of years in soils and sediments, respectively (Eglinton and Eglinton 2008; Bush and McInerney 2013; Diefendorf and Freimuth 2017; Finstad et al. 2018).

Previous investigations of *Tillandsia* plants in northern Chile have studied the geographic distribution, genetic diversity, and the variation of stable carbon and nitrogen isotopes in their tissues reflecting the variability of water and nutrient supply (Pinto et al. 2006; González et al. 2011; Latorre et al. 2011; Jaeschke et al. 2019; Koch et al. 2020; Merklinger et al. 2020). However, there are currently no reports on the specific composition of leaf waxes (fatty acids and *n*-alkanes) in these plants. The abundance and distribution of fatty acids and *n*-alkanes are important chemometric and environmental indicators, since according to their changes in abundance and distribution, changes in water availability, water stress and taxonomic prevalence can be inferred (Bush and McInerney 2013, 2015; Jaeschke et al. 2018; Andrae et al. 2019; Struck et al. 2020; Mörchen et al. 2021; Ruiz-Ruiz et al. 2021). In addition, knowing the detailed composition of these waxes is the first step to more complex analyses such as compound-specific carbon, hydrogen and nitrogen isotope analyses, which can provide additional information of their photosynthetic metabolism and origin of their water source, respectively.

This study quantifies and compares the abundance and distribution (CPI and ACL) of leaf waxes, specifically long chain *n*-fatty acids (C_{24}–C_{34}) and *n*-alkanes (C_{23}–C_{33}) from individuals of *Tillandsia landbeckii* sampled along the coastal hyperarid core of Atacama Desert (18.47–21.21°S), and correlating with geographic (latitude, elevation, distance inland) and environmental (precipitation, temperature, surface evaporation) characteristics. Our comprehensive survey of variation among *Tillandsia*-specific leaf waxes will provide new insights into unique adaptation strategies for life at the dry limit.

Material and methods

Study area and sampling strategy

The northwestern coast of South America is characterized by low rainfall and a coastal desert spanning from Peru to northern Chile, politically and geographically separated in Sechura Desert (Peruvian coast between Piura and Tacna) and Atacama Desert (Contreras et al. 2010). The Atacama Desert extends west of the central Andes between 15 and 30°S across southern Peru and northern Chile (Houston and Hartley 2003). The coastal Cordillera in northern Chile with elevations of approximately 1000–1600 m a.s.l. separates the narrow coastal plain from the broad Central Valley. The study area is located in the coastal mountain range of the Chilean Atacama Desert (Fig. 1). The climate is generally mild with uniform annual air temperature of 18.9 °C in Arica and 18.4 °C in Iquique (Schulz et al. 2011). Annual precipitation is extremely low (< 2 mm; Schulz et al. 2011; Reyers et al. 2021) and rainfall is largely restricted to austral winter (Houston 2006). Summer precipitation becomes more dominant in the northern Andean zone accounting for ca. 30% of annual rainfall at Arica (Houston 2006; Schulz et al. 2011). Fog occurs frequently along the coastal Cordillera when the massive marine Stratocumulus (Sc) cloud deck that covers a large portion of the subtropical southeast Pacific approaches the coastal cliff (Cereceda et al. 2008; Schween et al. 2020; Del Río et al. 2021). Advection of marine Sc air masses facilitate fog formation in the morning and evening/night, while changes in air circulation during the afternoon produce thermal stratification that dissipates fog (Muñoz et al. 2016; Lobos Roco et al. 2018; Schween et al. 2020). The maximum spatial extent of fog typically occurs during the winter months from June to August (Del Río et al. 2018; Schween et al. 2020).

We examined nine of the largest *Tillandsia* ecosystems (Rundel et al., 1997; Pinto et al. 2006; Latorre et al. 2011; Koch et al. 2019) located in the coastal mountains at elevations of 900–1200 m a.s.l. between Arica and the Rio Loa Canyon (ca. 18.5–21.5°S) in March 2017 (Jaeschke et al. 2019). *Tillandsia landbeckii* is the predominant species, but occasionally, *T. virescens*, *T. capillaris* and *T. marconae* coexist, in particular toward the northern range of occurrence close to the border with Peru (Rundel et al. 1997; Pinto et al. 2006; Merklinger et al. 2020). The communities are located at distances to the coast ranging from 3 km at site 8 (Cerro Chipana) to about 27 km at site 9 located at Quebrada Rio Loa (Fig. 1; Table 1). They form either dense units or sparse and isolated stands on W and SW facing slopes directly exposed to fog. Stem and leaf tissue from multiple specimens were collected from each *Tillandsia landbeckii* population to cover a range in elevation and assess natural

Folio013532

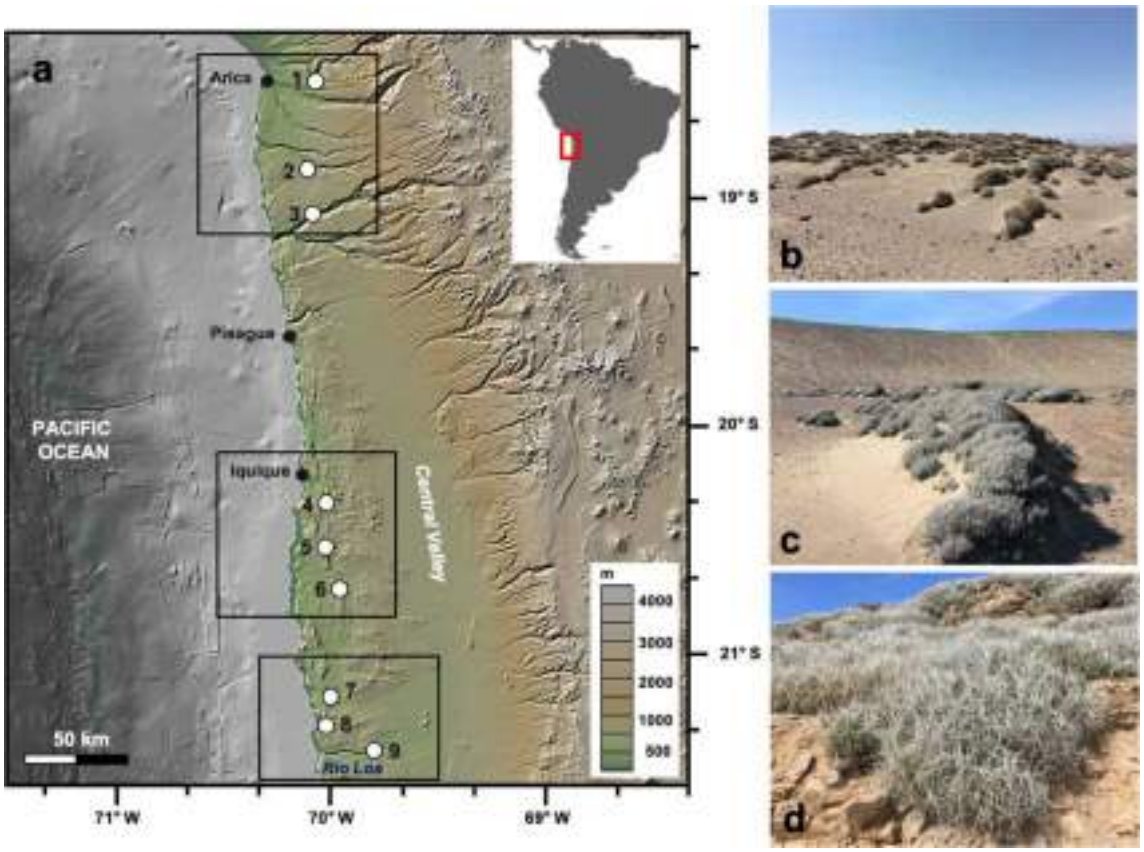


Fig. 1 **a** Map of the study area showing the locations of the *Tillandsia* fields along the Coastal Cordillera of the Atacama Desert in Northern Chile grouped in a northern (#1–3), central (#4–6) and southern (#7–9) zone. Photographs of the typical *Tillandsia* vegetation on small dunes at **b** Quebrada Camarones (#3) and **c** Cerro Oyarbide (#5) or attached to rocky surfaces at Cerro Chipana (#8)

Table 1 Location and environmental data of *Tillandsia landbeckii* fields in northern Chile. Precipitation (Precip), temperature (Temp) and surface evaporation (Surf evap) are given as climatological annual means. Site-averaged stable carbon isotope ($\delta^{13}C$) values of *Tillandsia landbeckii* whole plant material indicative of CAM metabolism

Site Nr[a]	Latitude °S	Longitude °W	Elevation (m a.s.l.)	Distance coast (km)	Precip[a,b] (mm/y)	Temp (°C)[b]	Surf evap (mm/y)[b]	$\delta^{13}C$ (‰ VPDB)[a]
Northern zone								
1	18°28′37.6"	70°04′51.5"	1000	23.6	1.50	13.7	5.63	− 13.0
2	18°52′31.4"	70°07′12.9"	1043	22.4	1.13	16.3	5.71	− 13.4
3	19°04′21.9"	70°06′26.8"	1100	20.8	1.05	16.0	5.34	− 13.1
Central zone								
4	20°20′08.8"	70°01′54.3"	1067	12.7	0.95	15.4	3.65	− 13.3
5	20°31′30.6"	70°02′43.0"	1157	15.7	0.66	15.1	3.49	− 14.3
6	20°43′33.7"	69°58′13.8"	1014	23.3	0.48	15.0	3.29	− 12.6
Southern zone								
7	21°10′40.6"	70°00′31.3"	942	10.0	0.53	14.4	4.90	− 13.2
8	21°18′22.7"	70°01′32.8"	987	4.5	0.58	13.8	4.76	− 13.9
9	21°24′38.5"	69°48′33.2"	1028	27.5	0.51	14.7	3.45	− 12.9

[a]According to Jaeschke et al. (2019)

[b]Derived from the WRF model (Reyers 2019)

Folio013533

heterogeneity (Jaeschke et al. 2019). Samples were stored in geochemical bags and allowed to air-dry before shipping to Germany.

Leaf wax analysis

Plant material was first rinsed with deionized water to remove surficial mineral dust and particles and then dried in a convection oven at 40 °C. Leaves and stems of each plant sample were ground and homogenized. Bulk plant material of 59 samples (ca. 1 g) was ultrasonically extracted using a mixture of dichloromethane (DCM) and methanol (2:1, v/v), three times repeated. The extracts were combined and the bulk of the solvent subsequently removed by rotary evaporation under vacuum. The resulting total lipid extracts (TLE) were separated into apolar (with *n*-hexane), and polar (with DCM:methanol; 1:1, v/v) fractions using activated silica gel chromatography. The apolar fractions containing *n*-alkanes were further separated into saturated and unsaturated compounds over a small column filled with $AgNO_3$-coated silica gel (10% w/w) and *n*-hexane and DCM, respectively. The polar fraction was separated into fatty acids and neutrals over a aminopropyl column with glacial acetic:diethyl-ether (1/24, v/v) and methanol, respectively. The fatty acid fractions were methylated with 500 µL of boron trifluoride in methanol, generating fatty acid methyl esters (FAMEs) prior to instrumental analysis. *n*-Alkanes were analyzed at the University of Cologne using a gas chromatograph equipped with an on-column injector and a flame ionization detector (GC-FID; HP 5890 series II) and fatty acids were analyzed at the Universidad Católica de la Santísima Concepción using a gas chromatograph with a Split/Splitless injector and a flame ionization detector (GC-FID 7890A; Agilent Technologies).

n-Alkane and fatty acid indices

The carbon preference index (CPI) was calculated using the abundances of odd- and even-numbered chain lengths from C_{23} to C_{34} for *n*-alkanes and fatty acids as follows:

$$\text{CPI (alkanes)} = 0.5 \times \left[(\Sigma \text{ even}/\Sigma \text{ odd}) + (\Sigma \text{ even}/\Sigma \text{ odd})\right].$$

$$\text{CPI (fatty acids)} = 0.5 \times \left[(\Sigma \text{ odd}/\Sigma \text{ even}) + (\Sigma \text{ odd}/\Sigma \text{ even})\right].$$

The average chain length (ACL) of *n*-alkanes was calculated as follows:

$$\text{ACL}_{23-34} = \Sigma\left(C_n \times n\right) / \Sigma(n)$$

where C*n* is the abundance of each *n*-alkane or fatty acid with *n* carbon atoms for chain lengths from C_{23} to C_{34}.

Environmental data

Estimates on mean annual precipitation and actual surface evaporation are derived from a long-term simulation with the Weather Research and Forecasting (WRF) regional climate model v3.9 (Skamarock et al. 2008). The simulation covers the period 1982 to 2017 using actual atmospheric conditions from the ERA-Interim reanalysis dataset (Dee et al. 2011) as boundary conditions and a horizontal resolution of 10×10 km is obtained using a double one-way nesting. A detailed description of the model setup, including details to the applied parameterizations, is given in Reyers et al. (2021). WRF simulated precipitation is validated against station measurements, and it shows good agreement with the rainfall observations particularly for the hyperarid core of the Atacama Desert (Reyers et al. 2021). The model output has an hourly temporal resolution, such that different statistics can be derived, including climatological means as used in this study. For each *Tillandsia* location on land, the value from the nearest grid cell was considered for comparison. Simulated daily accumulated climate data are freely available (Reyers 2019).

Statistical analysis

As the distribution of the data was not normal, we applied a Kruskal–Wallis test (non-parametric ANOVA) to estimate differences between leaf waxes for geographic zones, abundance and distribution (CPI and ACL) per zones. A Dunn's test was used to determine whether or not there is a statistically significant difference between the medians of the three zones. To assess the effect of environmental and geographic parameters on the abundance and distribution of the leaf wax compounds, we used a Spearman's correlation. The software Statistica 10.0.228.2 was used for statistical analysis.

Results and discussion

Leaf wax abundance

The leaf wax class dominant in *Tillandsia landbeckii* are *n*-alkanes (Fig. 2a) with an average concentration three times higher than fatty acids considering all the individuals analyzed ($n = 59$). The highest difference among leaf wax classes was found in the Central Zone reaching *n*-alkane abundances almost four times higher than fatty acids. There are few studies evaluating the composition of different leaf wax classes from plants in South America, mainly restricted to tropical areas (Jansen et al. 2006; Feakins et al. 2016) and temperate forests (Dodd et al. 1998; Rafii and Dodd 1998; Cifuentes et al. 2020; Cerda-Peña et al. 2020), where long chain fatty acids were mostly dominant compared with

Folio013534

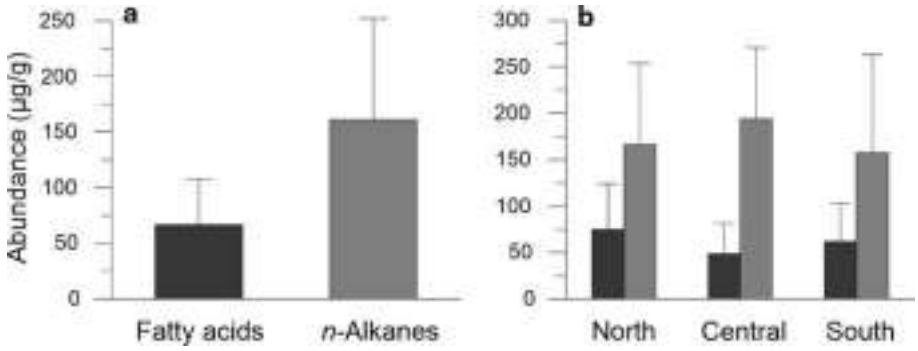


Fig. 2 Average abundances of fatty acids (black bars) and *n*-alkanes (grey bars) in fog-affected *Tillandsia landbeckii* of northern Chile **a** and per zones **b** along a N-S gradient between Arica and the Rio Loa canyon (North $n=13$, Central $n=23$, South $n=23$). The bars show mean values ± SD. Statistical analysis (Kruskal–Wallis test) showed no significant differences between zones (fatty acids: $H=3.213$, $p=0.2005$, *n*-alkanes: $H=1.0413$, $p=0.5941$)

n-alkanes (Fig. S1). A higher concentration of *n*-alkanes in leaf waxes might confer to *Tillandsia landbeckii* individuals a more hydrophobic wax layer to avoid the loss of water from the leaves. In fact, a predominance of leaf wax *n*-alkanes compared with leaf wax fatty acids had been reported in two species of plants living in the Gobi Desert, located between Mongolia and China (Xu et al. 2020). The *n*-alkanes are produced metabolically from the fatty acids (Kolattukudy, 1966) and are the most effective wax constituents in reducing the permeability of cuticule barriers (Kosma et al. 2009; Xu et al. 2016). Therefore, the *Tillandsia* plants could synthesize higher amounts of *n*-alkanes to minimize water loss as an adaptation to extreme drought stress (Xu et al. 2020).

The dominance of *n*-alkanes is also visible in all three sampling zones (Fig. 2b) with the highest difference (almost 4 times higher) between average amount of both waxes in the Central Zone. The average abundance of leaf wax fatty acids was 77.1 µg/gdl with a range between 21.4 and 176.9 µg/gdl in the Northern Zone, an average of 49.5 µg/gdl with a range between 10.9 and 117.6 µg/gdl in the Central Zone, and in the Southern Zone 65.7 µg/gdl with a range between 10.2 and 152.9 µg/gdl (Fig. 2b). The average abundance of leaf wax *n*-alkanes in the Northern Zone was 166.5 µg/gdl with a range between 80.1 and 305.8 µg/gdl, the Central Zone hold an average of 193.8 µg/gdl ranging between 118.9 and 329.0 µg/gdl, and Southern Zone had 160.2 µg/gdl on average ranging between 10.6 and 368.3 µg/gdl (Fig. 2b). The statistical analysis (Kruskal–Wallis) did not give any significant difference among zones considering both leaf waxes (for fatty acids $H=3.2136$, $p=0.2005$; for *n*-alkanes $H=1.0413$, $p=0.5941$). The high variability in leaf wax abundance within a specific *Tillandsia* system most likely reflects the natural variability related to fine-scale changes in moisture supply and thus plant growth and fitness which was also observed in the Oyarbide field (Koch et al. 2019, 2020). In addition, age differences may also account for part of the variability as we analyzed not only the youngest leaves but the whole plant including leaves and stems.

The total amount of *n*-alkanes stored in *Tillandsia landbeckii* is in the range of those reported for CAM plants of southwest Africa (Boom et al. 2014) and shrub vegetation (i.e., Poaceae, Cyperaceae, Artemisia spp.) of the Gobi Desert (Struck et al. 2020). Concentrations are however about 10–30 times lower compared to C_3 shrub vegetation analyzed in the Paposo region of Chile at ~ 24.5°S, which is also affected by fog and slightly higher rainfall amount (Mörchen et al. 2021). This may relate to plant species-specific (i.e., CAM vs. C_3 photosynthetic pathway) differences in leaf size and leaf wax production, density of stomata *vs* trichomes covering leaves, water use efficiency and drought tolerance. In addition, C_3 plants can benefit from soil moisture which is in general not available for rootless *Tillandsia* plants (Jaeschke et al. 2019).

Leaf wax distribution

Leaf wax fatty acid CPI values ranged between 2.5 and 11.1 with significant differences between zones ($H=20.047$, $p=0.0000$). CPI values were considerably lower in the Northern Zone (average = 5.1) than in the Central Zone (6.6) and Southern Zone average CPI (6.9) (Fig. 3a). CPI values of *n*-alkanes were less variable than those of fatty acids ranging between 6.9 and 11.3 with no significant differences between zones ($H=2.1090$, $p=0.3484$) and averages in Northern Zone of 8.1, in the Central Zone of 8.3, and in the Southern Zone of 8.9 (Fig. 3b).

Tillandsia landbeckii is characterized by an almost homogenous distribution of the different homologues ranging between C_{23}–C_{31} (*n*-alkanes) and C_{24}–C_{32} (fatty acids) (Fig. 4). ACL values of fatty acids range between 24.6 and 30.2 with no significant differences among zones ($H=7.2309$, $p=0.0269$). The ACL mean for the

Folio013535

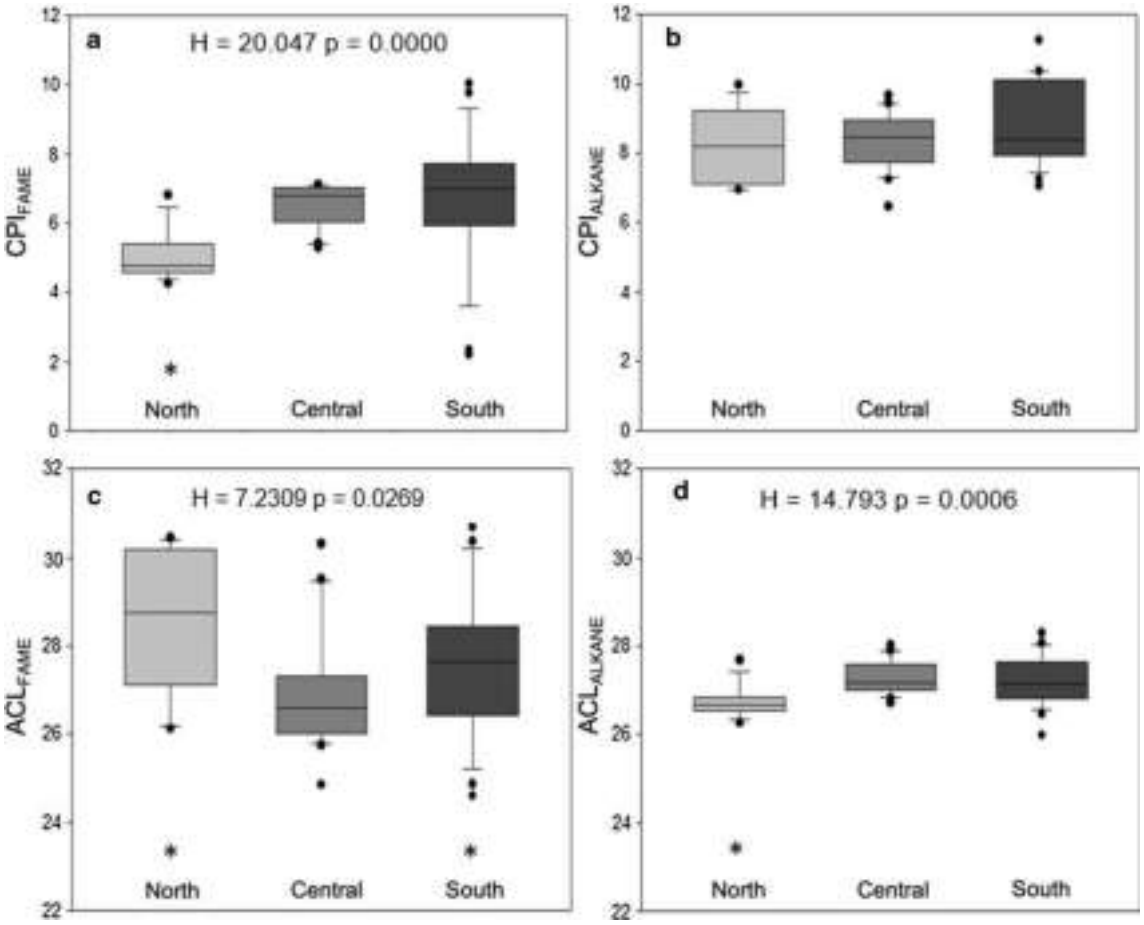


Fig. 3 Box plots divided by plant wax class for CPI (Carbon Preference Index) and ACL (Average Chain Length) of fatty acids (**a**, **c**) and *n*-alkanes (**b**, **d**) for the different geographical zones along the Coastal Cordillera (Northern Zone $n=13$, Central Zone $n=23$, Southern Zone $n=23$). Each box represents the range of middle (50%) of group values, the horizontal line is group mean, and asterisk shows significant differences. In panels **a** and **d**, significant differences were found between Northern Zone and Central and Southern Zone based on Kruskal–Wallis test with **a** $H=20.047$, $p=0.0000$ and **d** $H=14.793$, $p=0.0006$, respectively, showing differences in Northern Zone at both panels based on Dunn test ($Q_{\text{critic[a]}}=2.394$; $Q_{1,2}=3.288$; $Q_{1,3}=4.236$; $Q_{2,3}=1.089$ and $Q_{\text{critic[d]}}=2.394$; $Q_{1,2}=3.724$; $Q_{1,3}=3.022$; $Q_{2,3}=0.895$). In panel **c**, significant differences were found between Northern Zone and Central and Southern Zone based on Kruskal–Wallis test ($H=7.2309$, $p=0.0269$), and based on Dunn test show differences in the Northern Zone with Central Zone, but equal with Southern Zone ($Q_{\text{critic[c]}}=2.394$; $Q_{1,2}=2.560$; $Q_{1,3}=1.403$; $Q_{2,3}=1.424$)

Northern Zone was 28.7, for the Central Zone 26.9, and for the Southern Zone 27.7 (Fig. 3c). Generally, a lower range in ACL values was observed for *n*-alkanes ranging from 26.0 to 28.3 (Fig. 3d), compared to fatty acid ACL values. Significant differences were found between the Northern Zone (26.7 ACL average) compared to the Central and Southern Zones (27.3 and 27.1 ACL average, respectively). The *n*-alkane pattern of *Tillandsia landbeckii* was markedly different compared to those reported for the shrub vegetation in the Atacama Desert (Mörchen et al. 2021), the Gobi Desert (Struck et al. 2020) or for CAM plants from arid southwest Africa (Boom et al. 2014), and ACL values are below those reported for C_3 or C_4 plants compiled by Diefendorf and Freimuth (2017).

A study by Feakins and Sessions (2010) also showed a tendency to longer chain lengths in drought-adapted succulent species peaking at *n*–C_{29} to *n*–C_{33} and extreme differences in abundance and distribution of the individual *n*-alkane homologues. Mörchen et al. (2021) proposed that fog-affected plants can be distinguished from rain-affected plants in the Atacama Desert by their specific *n*-alkane pattern dominated by *n*–C_{31}. We cannot confirm these observations and suggest that the distinct *n*-alkane distribution in *Tillandsia* is rather typical for this plant type using CAM metabolism in this dry and relatively cold coastal desert (Table 1).

Folio013536

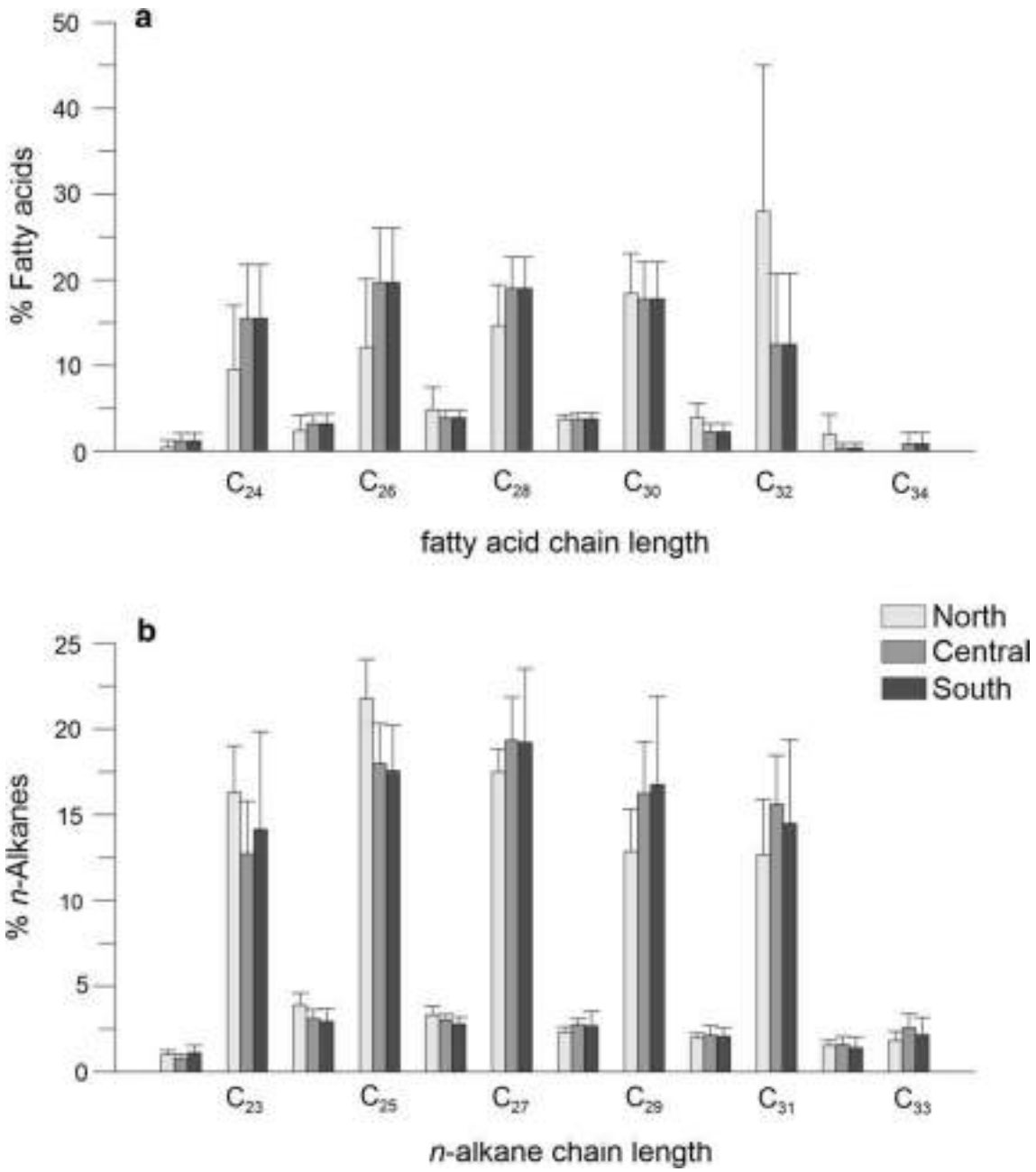


Fig. 4 Average chain length distribution of even fatty acids (**a**) and odd *n*-alkanes (**b**) in fog-affected *Tillandsia landbeckii* of northern Chile (North $n=13$, Central $n=23$, South $n=23$). The bars show mean values ± SD

Environmental influence on leaf wax abundance and distribution

Environmental parameters such as rainfall, temperature and relative humidity can affect the composition of higher plant leaf wax (Sachse et al. 2006; Hoffmann et al. 2013; Bush and McInerney 2015; Jaeschke et al. 2018; Andrae et al. 2019). Because of the high intra-system variability of *Tillandsia* plant waxes described above, we use site-average abundances to better constrain relationships with climate parameters along the investigated coastal transect (Jaeschke et al. 2019).

The Mean Annual Precipitation (MAP) derived from the WRF simulation (Reyers 2019; Jaeschke et al. 2019) is extremely low at the study sites (≤1.5 mm/yr). However, the highest significant Spearman's Rank correlation coefficient was observed between latitude and MAP ($r_s=-0.726$; $p<0.001$, Table 2), showing a significant decrease in moisture content across the investigated transect. It's well known that the main source of moisture at the western coast

Folio013537

Table 2 Spearman correlation matrix between geographic and climate variables and *Tillandsia landbeckii* ($n = 59$) along the Coastal Cordillera in northern Chile. Significant correlations ($p \leq 0.05$) in italics and higher than 0.4 marked in bold

	FA	ALK	CPI_{FA}	CPI_{ALK}	ACL_{FA}	ACL_{ALK}	Lat	Altitude	Distance	Precip
ALK	0.036									
CPI_{FA}	0.008	−0.071								
CPI_{ALK}	−0.051	0.104	0.176							
ACL_{FA}	0.173	−0.108	*−0.304*	−0.064						
ACL_{ALK}	−0.192	***0.413***	*0.286*	*−0.264*	−0.189					
Latitude	0.007	0.117	***0.580***	0.100	0.001	*0.303*				
Altitude	−0.059	−0.094	−0.256	0.011	0.105	−0.152	***−0.411***			
Distance	−0.060	0.161	*−0.384*	***−0.425***	0.093	0.021	*−0.266*	0.051		
Precip	−0.064	−0.100	***−0.562***	0.107	0.225	***−0.416***	***−0.726***	***0.451***	−0.066	
Surf evap	0.165	*−0.261*	*−0.301*	0.123	0.231	***−0.485***	***−0.417***	−0.034	−0.235	***0.727***

of Northern South America is associated to the seasonal migration of the Intertropical Convergence Zone (Takahashi and Battisti 2007). However, latitude correlates significantly and negatively also with actual surface evaporation but to a lower degree ($r_s = -0.417$; $p < 0.001$). It is important to remember that we are talking at very low levels and scarce (infrequent) precipitation, thus fog must play a significant role as moisture source (Lobos-Roco et al. 2018; Schween et al. 2020; Böhm et al. 2021; Del Rio et al. 2021; García et al. 2021). A significant and positive trend was observed between precipitation and elevation ($r_s = 0.451$; $p < 0.001$, Table 2), which may relate to the higher water content at the top of the Sc cloud deck (Cereceda et al. 2008; Latorre et al. 2011; Jaeschke et al. 2019). However, neither water content of the Sc cloud or fog are included in the WRF precipitation, which may explain some of the variability seen in our data. A promising fog-detecting approach was recently introduced by Böhm et al. (2021) and may help to disentangle the influence of different moisture sources on *Tillandsia* lomas.

The abundance of leaf wax fatty acids did not show significant correlations with any of the climate variables. However, the *n*-alkane abundance correlates significantly and positively with ACL of *n*-alkanes ($r_s = 0.413$; $p < 0.001$) and negatively with surface evaporation ($r_s = -0.261$; $p < 0.05$). Therefore, increasing abundance of *n*-alkanes are related with an increase in abundance of longer chain length of *n*-alkanes. In addition, the low but significant correlation with surface evaporation suggests an increase of *n*-alkanes at low moisture conditions. CPI of fatty acids correlates significantly with many variables but the highest correlations were observed with latitude and precipitation ($r_s = 0.580$; $p < 0.001$ and -0.562; $p < 0.001$, respectively), showing a clear response to variable moisture content (Table 2; Fig. 5). A high CPI is the main characteristic of leaf waxes, which must be related to leaf wax production that is not visible in the fatty acid abundance. The highest correlation of *n*-alkane CPI values was observed with distance to the coast ($r_s > 0.4$; $p < 0.001$, Table 2). The ACL of the fatty acids did not show high significant correlation (Table 2) but ACL of the *n*-alkanes correlates negatively with both, precipitation ($r_s = -0.416$; $p < 0.001$) and surface evaporation ($r_s = -0.485$; $p < 0.001$) (Fig. 5). The latter correlation, where lower moisture is related to higher abundance of longer carbon chain length of *n*-alkanes, confirm a direct response of the leaf wax distribution (ACL and CPI) to moisture gradients. Aridity has been proposed as a driver of *n*-alkane chain length, where drier conditions promote generally longer chain lengths (Dodd et al. 1998; Feakins and Sessions 2010; Hoffmann et al. 2013; Andrae et al. 2019). It is thought that under arid and usually warm conditions, selective pressures may favor the production of longer, more hydrophobic *n*-alkane chain lengths (Shepherd and Griffiths 2006; Bush and McInerney 2013). However, opposite trends between ACL and aridity have also been found in leaves and soils (Hoffmann et al. 2013; Carr et al. 2014; Jaeschke et al. 2018). The observed dissimilarities may thus relate to genetic or taxonomic differences besides being solely modulated by environmental parameters (Bush and McInerney 2013; Carr et al. 2014; Andrae et al. 2019; Xu et al. 2020).

Leaf waxes to understand moisture at the dry limits of the hyperarid Atacama Desert

Saturated long-chain ($> C_{20}$) fatty acids are the precursors for the biosynthesis of aliphatic cuticular wax components, such as primary and secondary alcohols, aldehydes, alkanes, ketones and alkyl esters (Kolattukudy 1966). In fact, Kolattukudy (1966, 1967) proposed an elongation–decarboxylation pathway for alkane biosynthesis. During this pathway, the shorter chain fatty acids ($< C_{20}$) are elongated by the stepwise addition of C_2 units followed by decarboxylation until an appropriate length (C_{30}–C_{32}) is reached. The resulting leaf wax *n*-alkanes then show the typical odd over even dominance (Kunst et al. 2006). The leaf wax trends observed in this study (Table 2) are related to leaf wax production under extremely low moisture conditions where CPI of fatty acids and ACL of *n*-alkanes correlate with moisture availability (Fig. 5). More studies are required to understand the

Folio013538

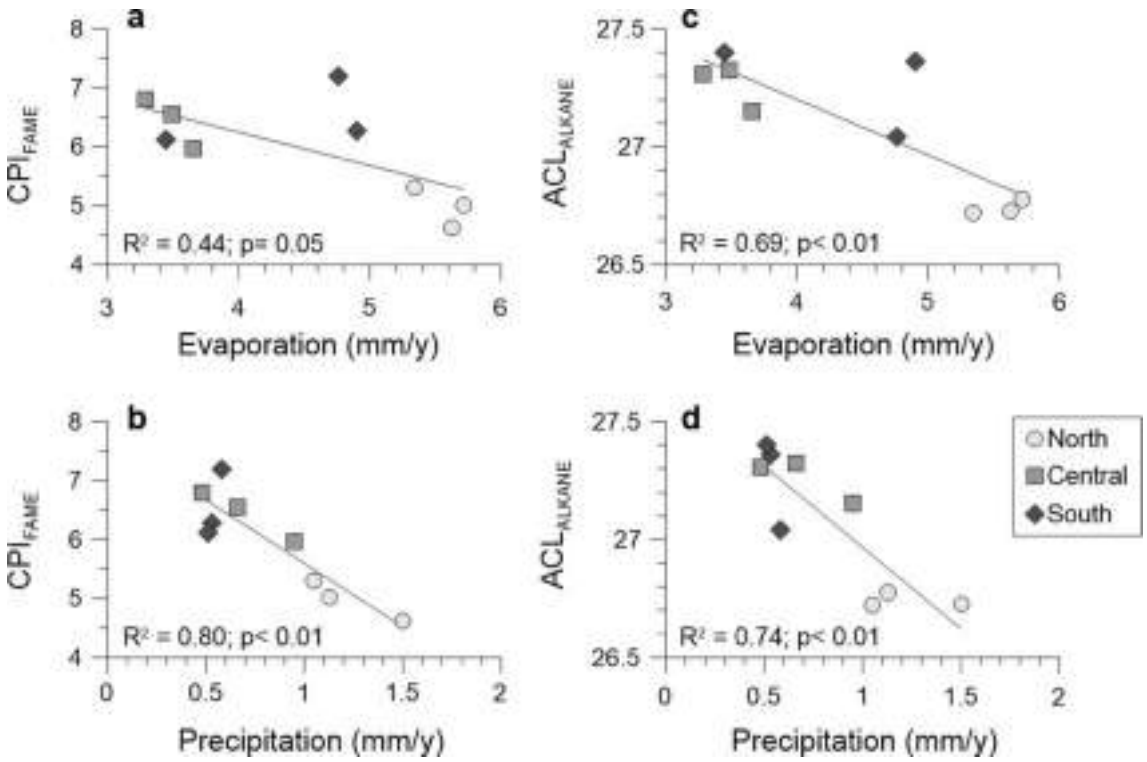


Fig. 5 Correlation between environmental parameters and chain length distributions of fatty acids CPI (**a**, **b**) and *n*-alkanes ACL (**c**, **d**) in *Tillandsia landbeckii*

full mechanisms behind this strong relationship with moisture for plants thriving at the dry limit.

Conclusions

This study investigated leaf wax *n*-alkane and fatty acid distributions in modern *Tillandsia landbeckii* plants located in isolated patches along the Coastal Cordillera of the Atacama Desert to investigate their potential as chemotaxonomic markers and dependency on climate. Our results show that *Tillandsia* plants produce more *n*-alkanes than fatty acids in their leaves likely as an expression of enhanced drought tolerance. While *n*-alkane and fatty acid concentrations and chain-length patterns are highly variable within a specific ecosystem, likely reflecting small-scale changes in moisture availability and natural variability, site-averaged values show significant correlations with annual precipitation and evaporation along the investigated coastal transect. Our results indicate sensitive changes in leaf wax composition of *Tillandsia* to subtle differences in climate parameters pointing to an adaptive strategy to the extremely arid conditions at the molecular level. The *Tillandsia*-specific chemical fingerprints can thus provide crucial information on past climate variability in the Atacama Desert.

Information on Electronic Supplementary Material

Online Resource 1. Comparison of leaf wax fatty acids and *n*-alkanes of *Tillandsia landbeckii* with those of two trees from a temperate forest in Chile.

Supplementary Information The online version contains supplementary material available at https://doi.org/10.1007/s00606-021-01800-0.

Acknowledgements This study was part of the CRC 1211 'Earth – Evolution at the dry limit' supported by the Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG, German Research Foundation) under Grant 268236062 – SFB 1211. SC and ML acknowledge the grant ANID FONDECYT 1190398. We thank F. McInerney and M. Koch for their valuable comments improving the quality of this manuscript.

Author contributions SC and AJ conceived and designed the project. AJ conducted the field work. ML, KG, SC and AJ analyzed the samples. MR provided WRF model data. SC and AJ drafted the manuscript. CL, MR, KG and JR reviewed the manuscript. All authors contributed to the final manuscript draft.

Funding Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

Declarations

Conflict of interest The authors declare that they do have no conflict of interest.

Folio013539

Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/.

References

Andrae JW, McInerney FA, Tibby J, Henderson ACG, Hall PA, Marshall JC, McGregor GB, Barr C, Greenway M (2019) Variation in leaf wax n-alkane characteristics with climate in the broad-leaved paperbark (Melaleuca quinquenervia). Org Geochem 130:33–42. https://doi.org/10.1016/j.orggeochem.2019.02.004

Arroyo MTK, Squeo FA, Armesto JJ, Villagran C (1988) Effects of aridity on plant diversity in the northern Chilean Andes: results of a natural experiment. Ann Missouri Bot Gard 75:55–78

Benzing DH, Seeman J, Renfrow A (1978) The foliar epidermis in Tillandsioideae (Bromeliaceae) and its role in habitat selection. Amer J Bot 65:359–365. https://doi.org/10.2307/2442278

Bianchi TS, Canuel EA (2011) Lipids: fatty acids. In: Parrish CC (ed) Chemical biomarkers in aquatic ecosystems. Princeton University Press, Princeton, pp 144–168

Böhm C, Schween JH, Reyers M, Maier B, Löhnert U, Crewell S (2021) Toward a climatology of fog frequency in the Atacama Desert via multispectral satellite data and machine learning technique. J Appl Meteorol Climatol 60:1149–1169. https://doi.org/10.1175/JAMC-D-20-0208.1

Boom A, Carr AS, Chase BM, Grimes HL, Meadows ME (2014) Leaf wax n-alkanes and δ13C values of CAM plants from arid southwest Africa. Org Geochem 67:99–102. https://doi.org/10.1016/j.orggeochem.2013.12.005

Borthagaray AI, Miguel A, Fuentes MA, Marquet PA (2010) Vegetation pattern formation in a fog-dependent ecosystem. J Theor Biol 265:18–26. https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2010.04.020

Bush RT, McInerney F (2013) Leaf wax n-alkane distributions in and across modern plants: implications for paleoecology and chemotaxonomy. Geochim Cosmochim Acta 117:161–179. https://doi.org/10.1016/j.gca.2013.04.016

Bush RT, McInerney FA (2015) Influence of temperature and C4 abundance on n-alkane chain length distributions across the central USA. Org Geochem 79:65–73. https://doi.org/10.1016/j.orggeochem.2014.12.003

Carr AS, Boom A, Grimes HL, Chase BM, Meadows ME, Harris A (2014) Leaf wax n-alkane distributions in arid zone South African flora: environmental controls, chemotaxonomy and palaeoecological implications. Org Geochem 67:72–84. https://doi.org/10.1016/j.orggeochem.2013.12.004

Caviedes C (1973) A climatic profile of the North Chilean desert at latitude 20°S. In: Amiran DHK, Wilson AW (eds) Coastal deserts, their natural and human environments. University of Arizona Press, Tuscon, pp 115–121

Cerda-Peña C, Contreras S, Rau JR (2020) Molecular n-alkyl leaf waxes of three dominant plants from the temperate forest in South America. Org Geochem 149:104105. https://doi.org/10.1016/j.orggeochem.2020.104105

Cereceda P, Larraín H, Osses P, Farías M, Egaña I (2008) The spatial and temporal variability of fog and its relation to fog oases in the Atacama Desert, Chile. Atmos Res 87:312–323. https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2007.11.012

Cifuentes G, Contreras S, Cerda-Peña C (2020) Evaluation of the foliar damage that threatens a millennial-age tree, Araucaria araucana (Molina) K. Koch, using leaf waxes. Forests 11:59. https://doi.org/10.3390/f11010059

Contreras S, Lange CB, Pantoja S, Lavik G, Rincón-Martínez D, Kuypers MMM (2010) A rainy northern Atacama Desert during the last interglacial. Geophys Res Lett 37:L23612. https://doi.org/10.1029/2010GL045728

Dee DP, Uppala SM, Simmons AJ, Berrisford P, Poli P, Kobayashi S, Andrae U, Balmaseda MA, Balsamo G, Bauer P, Bechtold P, Beljaars ACM, van de Berg L, Bidlot J, Bormann N, Delsol C, Dragani R, Fuentes M, Geer AJ, Haimberger L, Healy SB, Hersbach H, Hólm EV, Isaksen L, Kållberg P, Köhler M, Matricardi M, McNally AP, Monge-Sanz BM, Morcrette J-J, Park B-K, Peubey C, Rosnay P, Tavolato C, Thépaut J-N, Vitart F (2011) The ERA-Interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system. Quart J Roy Meteorol Soc 137:553–597. https://doi.org/10.1002/qj.828

Del Río C, García JL, Osses P, Zanetta N, Lambert F, Rivera D, Siegmund A, Wolf N, Cereceda P, Larraín H, Lobos F (2018) ENSO influence on coastal fog-water yield in the Atacama Desert, Chile. Aerosol Air Qual Res 18:127–144. https://doi.org/10.4209/aaqr.2017.01.0022

Del Río C, Lobos-Roco F, Latorre C, Koch MA, García JL, Osses P, Lambert F, Alfaro F, Siegmund A (2021) Spatial distribution and interannual variability of coastal fog and low clouds cover in the hyperarid Atacama Desert and implications for past and present *Tillandsia landbeckii* ecosystems. Pl Syst Evol 58:1–23. https://doi.org/10.1007/s00606-021-01782-z

Diefendorf AF, Freimuth EJ (2017) Extracting the most from terrestrial plant-derived n-alkyl lipids and their carbon isotopes from the sedimentary record: a review. Org Geochem 103:1–21. https://doi.org/10.1016/j.orggeochem.2016.10.016

Dodd RS, Rafii ZA, Power AB (1998) Ecotypic adaptation in *Austrocedrus chilensis* in cuticular hydrocarbon composition. New Phytol 138:699–708

Dragota S, Riederer M (2009) Comparative study on epicuticular leaf waxes of *Araucaria araucana*, *Agathis robusta* and *Wollemia nobilis* (Araucariaceae). Austral J Bot 56:644–650

Eglinton TI, Eglinton G (2008) Molecular proxies for paleoclimatology. Earth Planet Sci Lett 275:1–16. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2008.07.012

Eglinton G, Hamilton RJ (1967) Leaf epicuticular waxes. Science 156:1322

Feakins SJ, Sessions AL (2010) Crassulacean acid metabolism influences D/H ratio of leaf wax in succulent plants. Org Geochem 41:1269–1276. https://doi.org/10.1016/j.orggeochem.2010.09.007

Feakins SJ, Peters T, Wu MS, Shenkin A, Salinas N, Girardin CA, Bentley LP, Blonder B, Enquist BJ, Martin RE, Asner GP, Malhi Y (2016) Production of leaf wax n-alkanes across a tropical forest elevation transect. Org Geochem 100:89–100. https://doi.org/10.1016/j.orggeochem.2016.07.004

Finstad KM, Pfeiffer M, McNicol G, Tuite M, Williford K, Amundson R (2018) A late quaternary paleoenvironmental record in sand dunes of the northern Atacama Desert, Chile. Quatern Res 90:127–138. https://doi.org/10.1017/qua.2018.20

García J-L, Lobos-Roco F, Schween JH, del Río C, Osses P, Vives R, Pezoa M, Siegmund A, Latorre C, Alfaro F, Koch MA, Loehnert U (2021) Climate and coastal low-cloud dynamic in the hyperarid Atacama fog Desert and the geographic distribution of *Tillandsia landbeckii* (Bromeliaceae) dune ecosystems. Pl Syst Evol 307:57. https://doi.org/10.1007/s00606-021-01775-y

Folio013540

Garreaud R, Barichivich J, Christie DA, Maldonado A (2008) Interannual variability of the coastal fog at Fray Jorge relict forests in semi- arid Chile. J Geophys Res 113:G04011. https://doi.org/10.1029/2008JG000709

González AL, Fariña JM, Pinto R, Pérez C, Weathers KC, Armesto JJ, Marquet PA (2011) Bromeliad growth and stoichiometry: responses to atmospheric nutrient supply in fog-dependent ecosystems of the hyper-arid Atacama Desert, Chile. Oecologia 167:835–845. https://doi.org/10.1007/s00442-011-2032-y

Hartley AJ, Chong G, Houston J, Mather AE (2005) 150 million years of climatic stability: evidence from the Atacama Desert, northern Chile. J Geol Soc 162:421–424. https://doi.org/10.1144/0016-764904-071

Haslam R, Borland A, Maxwell K, Griffiths H (2003) Physiological responses of the CAM epiphyte *Tillandsia usneoides* L. (Bromeliaceae) to variations in light and water supply. J Pl Physiol 160:627–634. https://doi.org/10.1078/0176-1617-00970

Hermida-Carrera C, Fares MA, Font-Carrascosa M, Kapralov MV, Koch MA, Mir A, Molins A, Ribas-Carbó M, Rocha J, Galmés J (2020) Exploring molecular evolution of Rubisco in C 3 and CAM Orchidaceae and Bromeliaceae. BMC Evol Biol 20:11. https://doi.org/10.1186/s12862-019-1551-8

Hoffmann B, Kahmen A, Cernusak LA, Arndt SK, Sachse D (2013) Abundance and distribution of leaf wax n-alkanes in leaves of Acacia and Eucalyptus trees along a strong humidity gradient in northern Australia. Org Geochem 62:62–67. https://doi.org/10.1016/j.orggeochem.2013.07.003

Houston J (2006) Variability of precipitation in the Atacama Desert: its causes and hydrological impact. Int J Climatol 26:2181–2198. https://doi.org/10.1002/joc.1359

Houston J, Hartley AJ (2003) The central Andean west-slope rainshadow and its potential contribution to the origin of hyper-aridity in the Atacama Desert. Int J Climatol 23:1453–1464. https://doi.org/10.1002/joc.938

Jaeschke A, Rethemeyer J, Lappé M, Schouten S, Boeckx P, Schefuß E (2018) Influence of land use on distribution of soil n-alkane δD and brGDGTs along an altitudinal transect in Ethiopia: Implications for (paleo)environmental studies. Org Geochem 124:77–87. https://doi.org/10.1016/j.orggeochem.2018.06.006

Jaeschke A, Böhm C, Merklinger FF, Bernasconi SM, Reyers M, Kusch S, Rethemeyer J (2019) Variation in δ15N of fog-dependent *Tillandsia* ecosystems reflect water availability across climate gradients in the hyperarid Atacama Desert. Global Planet Change 183:103029. https://doi.org/10.1016/j.glop.lacha.2019.103029

Jansen B, Nierop K, Hageman J, Cleef AM, Verstraten JM (2006) The straight-chain lipid biomarker composition of plant species responsible for the dominant biomass production along two altitudinal transects in the Ecuadorian Andes. Org Geochem 37:1514–1536

Jeffree C (2006) The fine structure of the plant cuticle. Biol Pl Cuticle 23:11–125

Jetter R, Kunst L, Samuels AL (2006) Composition of plant cuticular waxes annual plant reviews volume 23: biology of the plant cuticle. Blackwell Publishing Ltd, Oxford, pp 145–181

Knief C, Bol R, Amelung W, Kusch S, Frindte K, Eckmeier E, Jaeschke A, Dunai T, Fuentes B, Mörchen R, Schütte T, Lücke A, Klumpp E, Kaiser K, Rethemeyer J (2020) Tracing elevational changes in microbial life and organic carbon sources in soils of the Atacama Desert. Global Planet Change 184:103078. https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2019.103078

Koch K, Ensikat HJ (2008) The hydrophobic coatings of plant surfaces: epicuticular wax crystals and their morphologies, crystallinity and molecular self-assembly. Micron 39:759–772

Koch MA, Kleinpeter D, Auer E, Siegmund A, del Río C, Osses P, García JL, Marzol MV, Zizka G, Kiefer C (2019) Living at the dry limits. Ecological genetics of *Tillandsia* lomas in the Chilean Atacama Desert. Pl Syst Evol 305:1041–1053. https://doi.org/10.1007/s00606-019-01623-0

Koch MA, Stock C, Kleinpeter D, del Río C, Osses P, Merklinger FF, Quandt D, Siegmund A (2020) Vegetation growth and landscape genetics of *Tillandsia* lomas at their dry limits in the Atacama Desert show fine-scale response to environmental parameters. Ecol Evol 10:13260–13274. https://doi.org/10.1002/ece3.6924

Kolattukudy PE (1966) Biosynthesis of wax in Brassica oleracea. Relation of fatty acid to wax. Biochemistry 5:2265–2275

Kolattukudy PE (1967) Biosynthesis of paraffins in Brassica oleracea: fatty acid elongation–decarboxylation as a plausible pathway. Phytochemistry 6:963–975. https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)86048-3

Kolattukudy PE, Espelie K (1985) Chapter 8—Biosynthesis of Cutin, Suberin, and Associated Waxes. In: Higuchi T (ed) Biosynthesis and Biodegradation of Wood Components. Academic Press, pp 161–207. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-347880-1.50012-X

Kosma DK, Bourdenx B, Bernard A, Parsons EP, Lu S, Joubes J, Jenks MA (2009) The impact of water deficiency on leaf cuticle lipids of Arabidopsis. Pl Physiol 151:1918–1929

Kunst L, Samuels A (2003) Biosynthesis and secretion of plant cuticular wax. Prog Lipid Res 42:51–80

Kunst L, Jetter R, Samuels AL (2006) Biosynthesis and transport of plant cuticular waxes. In: Riederer M, Müller C (Eds) Biology of the plant cuticle, vol. 23. Blackwell Publishing Ltd, pp 182–215. https://doi.org/10.1002/9781119312994.apr0233

Latorre C, Gonzáles AL, Quade J, Farina JM, Pinto R, Marquet PA (2011) Establishment and formation of fog-dependent *Tillandsia landbeckii* dunes in the Atacama Desert: Evidence from radiocarbon and stable isotopes. J Geophys Res 116:G03033. https://doi.org/10.1029/2010JG001521

Lobos-Roco F, Vilà-Guerau de Arellano J, Pedruzo-Bagazgoitia X (2018) Characterizing the influence of the marine stratocumulus cloud on the land fog at the Atacama Desert. Atmos Res 214:109–120. https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2018.07.009

McKay CP, Friedmann EI, Gomez-Silva B, Carceres-Villanueva L, Andersen DT, Landheim R (2003) Temperature and moisture conditions for life in the extreme arid region of the Atacama Desert: Four years of observation including the El Niño of 1997–1998. Astrobiology 3:393–406. https://doi.org/10.1089/153110703769016460

Merklinger FF, Zheng Y, Luebert F, Harpke D, Böhnert T, Stoll A, Koch MA, Blattner FR, Wiehe T, Quandt D (2020) Population genomics of *Tillandsia landbeckii* reveals unbalanced genetic diversity and founder effects in the Atacama Desert. Global Planet Change 184:103076. https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2019.103076

Mörchen R, Amelung W, Giese C, Böhnert T, Ruhm J, Lehndorff E (2021) Fingerprint of plant life in the Atacama Desert—Insights from n-alkane analyses. Org Geochem 151:104145. https://doi.org/10.1016/j.orggeochem.2020.104145

Müller C, Riederer M (2005) Plant surface properties in chemical ecology. J Chem Ecol 3:2621–2651

Muñoz R, Quintana J, Falvey M, Rutllant J, Garreaud R (2016) Coastal clouds at the eastern Margin of the southeast Pacific: climatology and trends. J Clim 29:4525–4542. https://doi.org/10.1175/JCLI-D-15-0757.1

Oka S, Ogawa H (1984) The distribution of Lomas vegetation and its climatic environments along the Pacific Coast of Peru. Geogr Rep Tokyo Metrop Univ 19:113–125

Ono M (1986) Taxomonic and ecological studies on the lomas vegetation in the Pacific coast of Peru. Reports of Overseas Scientific

Folio013541

Survey. Makino Herbarium, Tokyo Metropolitan University, Tokyo

Osmond C, Adams W, Smith S (1989) Crassulacean acid metabolism. In: Pearcy R, Ehleringer JR, Mooney H, Rundel P (eds) Plant physiological ecology. Chapman and Hall, New York, pp 258–280

Pinto R, Barria I, Marquet PA (2006) Geographical distribution of *Tillandsia* lomas in the Atacama Desert, northern Chile. J Arid Environm 65:543–552. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2005.08.015

Prohaska FJ (1973) New evidence on the climatic controls along the Peruvian coast. In: Amiran DHK, Wilson AW (eds) Coastal deserts, their natural and human environments. University of Arizona Press, Tuscon, p 91–107

Rafii ZA, Dodd RS (1998) Genetic diversity among Coastal and Andean natural populations of *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch. Biochem Syst Ecol 26:441–451. https://doi.org/10.1016/S0305-1978(97)00125-7

Raux PS, Gravelle S, Dumais J (2020) Design of a unidirectional water valve in *Tillandsia*. Nature Commun 11:1–7. https://doi.org/10.1038/s41467-019-14236-5

Reyers M (2019) WRF output daily accumulated precipitation 10 km Atacama. CRC1211 Database (CRC1211DB). Available at: https://doi.org/10.5880/CRC1211DB.20

Reyers M, Böhm C, Shau Y, Crewell S (2021) Synoptic-to-regional-scale analysis of rainfall in the Atacama Desert (18°-26°S) using a long-term simulation with WRF. Monthly Weath Rev 149:91–112. https://doi.org/10.1175/MWR-D-20-0038.s1

Riederer M, Schreiber L (2001) Protecting against water loss: analysis of the barrier properties of plant cuticles. J Exp Bot 52:2023–2032

Ritter B, Wennrich V, Medialdea A, Brill D, King G, Schneiderwind S, Niemann K, Fernández-Galego E, Diederich J, Rolf C, Bao R, Melles M, Dunai T (2019) Climatic fluctuations in the hyper-arid core of the Atacama Desert during the past 215 ka. Sci Rep 9:5270. https://doi.org/10.1038/s41598-019-41743-8

Ruiz-Ruiz PA, Contreras S, Urzua A, Quiroga E, Rebolledo L (2021) Fatty acid biomarkers in three species inhabiting a high latitude Patagonian fjord (Yendegaia Fjord, Chile). Polar Biol 44:147–162. https://doi.org/10.1007/s00300-020-02788-y

Rundel PW, Dillon MO (1998) Ecological patterns in the Bromeliaceae of the lomas formations of Coastal Chile and Peru. Pl Syst Evol 212:261–278

Rundel PW, Dillon MO, Palma B, Mooney HA, Gulmon SL, Ehleringer JR (1991) The phytogeography and ecology of the Coastal Atacama and Peruvian Deserts. Aliso 13:1–49

Rundel PW, Palma B, Dillon MO, Sharifi MR, Nilsen ET, Boonpragob K (1997) *Tillandsia landbeckii* in the coastal Atacama Desert of northern Chile. Rev Chil Hist Nat 70:341–349

Sachse D, Radke J, Gleixner G (2006) ΔD values of individual n-alkanes from terrestrial plants along a climatic gradient – implications for the sedimentary biomarker record. Org Geochem 37:469–483. https://doi.org/10.1016/j.orggeochem.2005.12.003

Schulz N, Boisier JP, Aceituno P (2011) Climate change along the arid coast of northern Chile. J Clim 32:1803–1814. https://doi.org/10.1002/joc.2395

Schuster AC, Burghardt M, Alfarhan A, Bueno A, Hedrich R, Leide J, Thomas J, Riederer M (2016) Effectiveness of cuticular transpiration barriers in a desert plant at controlling water loss at high temperatures. AoB PLANTS 8:plw027

Schween JH, Hoffmeister D, Loehnert U (2020) Filling the observational gap in the 921 Atacama Desert with a new network of climate stations. Global Planet Change 184:103034. https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2019.103034

Sharma P, Kothari SL, Rathore MS, Gour VS (2018) Properties, variations, roles, and potential applications of epicuticular wax: a review. Turk J Bot 42:135–149. https://doi.org/10.3906/bot-1702-25

Shepherd T, Griffiths DW (2006) The effects of stress on plant cuticular waxes. New Phytol 171:469–499

Skamarock WC, Klemp JB, Dudhia J, Gill DO, Barker D, Duda MG, Huang X, Wang W, Powers JG (2008) A description of the Advanced Research WRF version 3. NCAR Tech. Note NCAR/TN-4751STR, pp 113. https://doi.org/10.5065/D68S4MVH

Smith LB, Downs RJ (1977) Tillandsioideae (Bromeliaceae). Fl Neotrop Monogr 14:888

Struck J, Bliedtner M, Strobel P, Schumacher J, Bazarradnaa E, Zech R (2020) Leaf wax n-alkane patterns and compound-specific d13C of plants and topsoils from semi-arid and arid Mongolia. Biogeosciences 17:567–580. https://doi.org/10.5194/bg-17-567-2020

Tafolla-Arellano JC, González-León A, Tiznado-Hernández ME, Zacarías García L, Báez-Sañudo R (2013) Composición, fisiología y biosíntesis de la cutícula en plantas. Rev Fitotec Mex 36:3–12

Takahashi K, Battisti DS (2007) Processes controlling the mean tropical pacific precipitation pattern. Part II: the SPCZ and the Southeast Pacific dry zone. J Clim 20:5696–5706

Till W (1992) Die Untergattung Diaphoranthema von Tillandsia, 4. Teil: Das Tillandsia recurvata Aggregat. Die Bromelie 1:15–20

Voigt C, Klipsch S, Herwartz D, Chong G, Staubwasser M (2020) The spatial distribution of soluble salts in the surface soil of the Atacama Desert and their relationship to hyperaridity. Global Planet Change 184:103077. https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2019.103077

Westbeld A, Klemm O, Grießbaum F, Sträter E, Larrain H, Osses P, Cereceda P (2009) Fog deposition to a *Tillandsia* carpet in the Atacama Desert. Ann Geophys 27:3571–3576. https://doi.org/10.5194/angeo-27-3571-2009

Xu X, Xiao L, Feng J, Chen N, Chen Y, Song B, Xue K, Shi S, Zhou Y, Jenks MA (2016) Cuticle lipids on heteromorphic leaves of *Populus euphratica* Oliv. growing in riparian habitats differing in available soil moisture. Physiol Pl 158:318–330

Xu X, Chen N, Feng J, Zhou M, He J, Zou Y, Shi S, Zhou J, Jenks MA (2020) Comparative analyses of leaf cuticular lipids of two succulent xerophytes of the Ordos Plateau (Gobi Desert), *Tetraena mongolica* maxim and *Zygophyllum xanthoxylum* (Bunge) Engl. Environm Exp Bot 177:104129. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2020.104129

Publisher's Note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Folio013542

Plant Systematics and Evolution
https://doi.org/10.1007/s00606-019-01623-0

ORIGINAL ARTICLE

Living at the dry limits: ecological genetics of *Tillandsia landbeckii* lomas in the Chilean Atacama Desert

Marcus A. Koch[1,2] · Dorothea Kleinpeter[1] · Erik Auer[1] · Alexander Siegmund[2,3] · Camilo del Rio[4,5] · Pablo Osses[5] · Juan-Luis García[4,5] · Maria V. Marzol[6] · Georg Zizka[7] · Christiane Kiefer[1]

Received: 17 September 2019 / Accepted: 23 October 2019
© Springer-Verlag GmbH Austria, part of Springer Nature 2019

Abstract

The northern Chilean Atacama Desert is among those regions on Earth where life exists at its dry limits. There is almost zero rainfall in its core zone, and the only source of water is a spatio-temporally complex fog system along the Pacific coast, which is reaching far into the hyperarid mainland. Hardly any vascular plants grow in these areas, and, thus, it is intriguing to be faced with a vegetation-type build-up by one single and highly specialized bromeliad species, *Tillandsia landbeckii* Phil., forming regular linear structures in a sloped landscape. We studied the genetic make-up of a population system extending an area of approximately 1500 km^2 and demonstrated a fine-scale correlation of genetic diversity with spatial population structure and following an elevational gradient of approximately 150 m. Increase in genetic diversity is correlated with increased fitness as measured by flowering frequency, and evidence is provided that outbreeding is linked with a large-distance flying pollinator feeding occasionally as generalist on its flowers, but not using the plant as source for larvae feeding. Our data demonstrate that establishment of linear vegetation structure is in principle a process driven by clonal growth and propagation of ramets over short distances. However, optimal conditions (slope, elevation, fog occurrence) for linear growth pattern formation also increase sexual plant reproductive fitness, thus providing the reservoir for newly combined genetic variation and counteracting genetic uniformity. Our study highlights the *Tillandsia* vegetation, also called *Tillandsia* lomas, as unique and genetically diverse system, which is highly threatened by global climate change and disturbance of the coastal fog system.

Keywords AFLP · Atacama desert · Chile · Landscape genetics · *Tillandsia landbeckii* · *Tillandsia* lomas

Introduction

The coastal zone of northern Chile and southern Peru ranging from approximately 18°S–30°S is home to unique ecosystems which depend on coastal fog. Here, marine low stratocumulus clouds are reaching far towards the elevated inland and act as the main source of water in an otherwise arid or even hyperarid environment. This region, the Atacama Desert, runs over 1300 km at elevations from sea level

Handling Editor: Karol Marhold.

Electronic supplementary material The online version of this article (https://doi.org/10.1007/s00606-019-01623-0) contains supplementary material, which is available to authorized users.

✉ Marcus A. Koch
marcus.koch@cos.uni-heidelberg.de

[1] Centre for Organismal Studies, Heidelberg University, 69120 Heidelberg, Germany

[2] Heidelberg Center for the Environment HCE, Heidelberg University, 69120 Heidelberg, Germany

[3] Department of Geography – Research Group for Earth Observation (rgeo), Heidelberg University of Education, 69115 Heidelberg, Germany

[4] Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile, Chile

[5] Centro UC Desierto de Atacama, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

[6] Departamento de Geografía e Historia, Universidad de La Laguna, 38200 La Laguna, Tenerife, Spain

[7] Department of Diversity and Evolution of Higher Plants, Institute of Ecology, Evolution and Diversity, Goethe-University, 60323 Frankfurt/Main, Germany

Published online: 04 November 2019

Folio013543

up to 3000 m altitude, and consists of very unique vegetation types (Luebert and Pliscoff 2006). The origin of the arid climate dates back to the mid-Miocene and was induced by the Andean uplift which blocked westward movement of humidity from the Amazon Basin (Houston and Hartley 2003; Rech et al. 2010). Hyperarid conditions were formed in the Atacama Deserts not earlier than during the Pleistocene (Hartley et al. 2005) and were intensified by an expansion of coastal upwelling in the southeast Pacific, the abrupt cooling of surface water temperatures along the coast of Ecuador and a global cooling trend (Ibaraki 1997; Zachos et al. 2001). Vegetation today occurs in disjunct patches, the so-called fog oases or lomas assumed to be the remnants of a continuous vegetation belt during the Pleistocene (Cereceda et al. 1999; Rauh 1958). These are made up of at least 300–400 vascular plant species in Chile (Schulz 2009)—many of them endemic and/or threatened (Schulz 2009)—and c. 850 species in Peruvian loma formations (Dillon et al. 2011). The fog oases constitute hot spots of biodiversity and important conservation areas (Zizka et al. 2009). In particular, phylogenetic diversity (PD) is high, because there are often only few species from a given genus or family (Heibl and Renner 2012). This may be considered as a signature for deep impact of evolutionary history (Scherson et al. 2017); and it has been shown, for instance, for genus *Oxalis* that there is no evidence for rapid adaptive radiation (Heibl and Renner 2012). However, little is known about spatio-temporal patterns of plant species (Heibl and Renner 2012), and vegetation dynamics throughout Pleistocene climate cycles (Luebert and Wen 2008).

In recent decades, the Chilean–Peruvian fog ecosystems have shown increasing signs of decline, which might be linked to abrupt mesoscale climate shifts since the mid-1970s (Schulz et al. 2010). However, the magnitude of the decline and the underlying causal ecologic-atmospheric relationships are yet to be investigated (Latorre et al. 2011). Reports are alarming and indicate high mortality within the coastal lomas, but currently the extent and quality of the dieback as well as the effects of changes in the fog dynamics on the degradation of the lomas are not understood (Muñoz-Schick et al. 2001; Pinto et al. 2006; Schulz et al. 2010). Similarly, topographic features, such as saddlebacks, depressions, fog-corridors, aspect, and elevation above sea level, may play an important role by affecting the local geographic distribution, frequency and water content of fog (Osses et al. 2007), with direct effect on the distribution of coastal ecosystems (Cereceda et al. 2008; Larraín et al. 2002; Latorre et al. 2011; Pinto et al. 2006; Westbeld et al. 2009).

The northern Chilean Atacama Desert in particular is among those regions where life exists at its dry limits. In major areas, there is hardly any vascular plant growing, and, thus, it is intriguing to be faced with a vegetation-type build-up by one single and highly specialized bromeliad species, *Tillandsia landbeckii* Phil., forming regular linear structures in a sloped desert landscape. In Chile, there are few terrestrial *Tillandsia* species growing on bare sand (*T. landbeckii*, *T. marconae* Till & Vitek, rarely *T. virescens* Ruiz & Pavon). Since they are lacking a typical root system, they depend on sloped dunes (coppice dunes) to stabilize plant growth. Moreover, lacking a system of water uptake via root, these "grey tillandsias" harvest water with highly specialized trichomes utilizing incoming fog during the night. This adaptation to extreme water uptake efficiency is accompanied by obligate CAM (Crassulacean Acid Metabolism) photosynthesis representing another efficient way to cope with extreme environments and open stomata during the night only (Haslam et al. 2003).

Linear or banded pattern formation of vegetation in arid climates has been analysed in the past, but is still lacking a deeper understanding (Deblauwe et al. 2012). Studies from various arid regions all over the world developed models and elaborated on parameters to describe the observed patterns, such as wavelength of banding patterns, slope or precipitation (Deblauwe et al. 2012; Tlidi et al. 2018). Such descriptive models have also been generated for *T. landbeckii* (Borthagaray et al. 2010) and *Tillandsia latifolia* Meyen in Peru (Aponte and Flores 2013; Hesse 2012, 2014).

However, these models do not allow to draw conclusions about important population characteristics such as the relative contributions of vegetative or generative reproduction and dispersal to population dynamics, either as seeds or ramets, which may have severe consequences on population fitness often positively correlated with genetic diversity (Takahashi et al. 2018). In principal substantial genetic variation in *T. landbeckii* populations, which may be essential to survive in a hyperarid environment for thousands of years (Latorre et al. 2011), can be maintained by both strategies: either a large number of genotypes is propagated clonally, or geneflow via pollen and subsequent seed dispersal is maintaining and continuously creating genetic diversity. The formation of regular linear banding patterns might favour the hypothesis of clonal population growth, whereas the extreme habitats within the entire distribution range may require continuous local adaptation, which is dependent on geneflow and sexual reproduction.

Therefore, elaborating on a comprehensive understanding of tillandsia lomas and their contemporary population dynamics needs to consider genetic information, which also reflects the species evolutionary history. We screened genetic variation in *Tillandsia landbeckii* within the centre of its distribution in the northern Chilean Atacama Desert covering a metapopulation system that spans approximately 1500 km^2. Within this area, we selected a representative population (Cerro Oyarbide) with optimal linear growth patterning to study the fine-scale distribution of genetic diversity in the context of the entire metapopulation system. Using this data,

Folio013544

we aim to test the two competing hypotheses—whether population structure in tillandsia lomas is dominated by clonal growth indicated by genetically identical individuals leading to linear vegetation patterns or by geneflow and seed dispersal indicated by a spatial distribution of genetic variation.

We (1) study genetic connectivity among populations in the best-developed metapopulation system, (2) characterize fine-scaled genetic diversity at a representative study site (Oyarbide) to unravel modes and spatial structure of reproduction and dispersal, (3) and provide first evidence for fitness parameters important for long-term plant population survival within a (possibly) rapidly changing and fragile environment, and thereby (4) contribute to our understanding of linear vegetation pattern formation in this unique vegetation type.

Materials and methods

Study sites and plant material

Satellite-based remote-sensing detection of *Tillandsia landbeckii* populations was performed (Wolf et al. 2016). The entire study area is part of the hyperarid Atacama Desert in the Tarapacá region in northern Chile near Iquique (Fig. 1). The analysed area extends over a 90×30 km coastal stripe at approximately 20°S (Wolf et al. 2016), and vegetation cover analyses were based on 30×30 m grids (Wolf et al. 2016). These data were used to navigate through the desert and sample individuals along a transect from North to South grouped into populations no. 1–7. In the centre of this population system, a large *Tillandsia* loma field (Oyarbide, pop. 7) was identified with a perfectly linear vegetation banding patters running orthogonally to the sloped terrain (Fig. 2). This study field has a total size of approximately 6 km^2 and is our focal population in this study. In order to place the population in a genetic context, randomly selected individuals from additional six populations over the entire region were collected. These individuals (65 in total) served as a reference for subsequent genetic analysis (genepools and genetic parameters). To collect samples within this study field, we first overlaid the region with a georeferenced grid of 100×100 m. This grid was aligned to the linear arrangement of the vegetation. Coordinates were extracted for all grid centres and used as way-points to navigate and collect samples. Samples were ideally collected with the exact coordinates (centre of the grid). If this was not possible (either no *Tillandsia* at all present at coordinates or only dead plants), the nearest neighbouring *Tillandsia* was collected and the coordinates for the new respective sampling site within the given grid cell were adjusted accordingly before moving to the next way-point/sampling point. The Oyarbide sampling field (grid system) was structured with rows (A-O, from inland to coast; following linear vegetation) and 23 grids each resulting in a final coverage of 3.5 km^2. In total, we collected 264 individuals, with 199 individuals from the described Oyarbide grid field. Collection of plant material was conducted in November 2016 under optimal field growing conditions.

Genetic diversity and nuclear AFLP analysis

AFLP profiles (Meudt and Clarke 2007; Vos et al. 1995) were generated for the entire data set with 264 individuals from all seven population areas (Online Resource 1). Leaf material was taken in the field and immediately stored in silica gel for fast drying. In the laboratory, material was homogenized by grinding with a pistil on liquid nitrogen. The Invisorb Spin Plant Mini kit was used following the manufacturer's instructions, including the optional step of RNA digestion. The following modifications were applied to the CTAB protocol (Doyle and Doyle 1987): DNA pellets were washed twice with 70% ethanol and then dissolved in 100 µl TE-buffer (10 mM Tris–HCl, 1 mM EDTA, pH 7.5). Quality (high molecular weight) and quantity of DNA were checked prior to subsequent analytical steps. DNA quality and fragment length were visually checked on 1% agarose gels, and concentration was assessed via fluorescence spectroscopy using a high-sensitivity, double-stranded DNA-specific dye with the Qubit® dsDNA HS Assay (Thermo Fisher Scientific, Waltham, Massachusetts, USA). Digestion of diluted genomic DNA and ligation of dsDNA adaptors was performed simultaneously by endonucleases *Eco*RI HF and *Mse*I and T4 DNA Ligase (New England Biolabs GmbH, Frankfurt am Main, Germany). PCRs were carried out with AmpliTaq DNA Polymerase in AmpliTag buffer II for PCR step 1 and with AmpliTaq Gold and AmpliTaq Gold Buffer (Abi/Life Technologies, Darmstadt, Germany) for PCR step 2 (selective PCR). Oligonucleotides and fluorescent-labelled oligonucleotides (with fluorophores FAM, Hex and Atto550) were obtained from biomers.net GmbH Ulm, Germany. During an initial screening for variability, a set of six combinations of selective primers was chosen for the study: (A) EcoRI + ACA(FAM)/MseI + CAT, (B) EcoRI + AAC(Hex)/MseI + CAT, (C) EcoRI + AGC (Atto550)/MseI + CAT), (D) EcoRI + ACA(FAM)/MseI + CTC, (E) EcoRI + AAC(Hex)/MseI + CTC and (F) EcoRI + AGC (Atto550)/MseI + CAT). A detailed protocol of the laboratory routines including reagent concentrations and thermocycling conditions is described in Tewes et al. (2017). Prior to fragment detection, amplicons were pool-plexed and purified by ultrafiltration (NucleoFast 96 PCR plate ultrafiltration kit, Macherery-Nagel, Düren, Germany). Fragment detection was performed by GATC Biotech AG

Folio013545

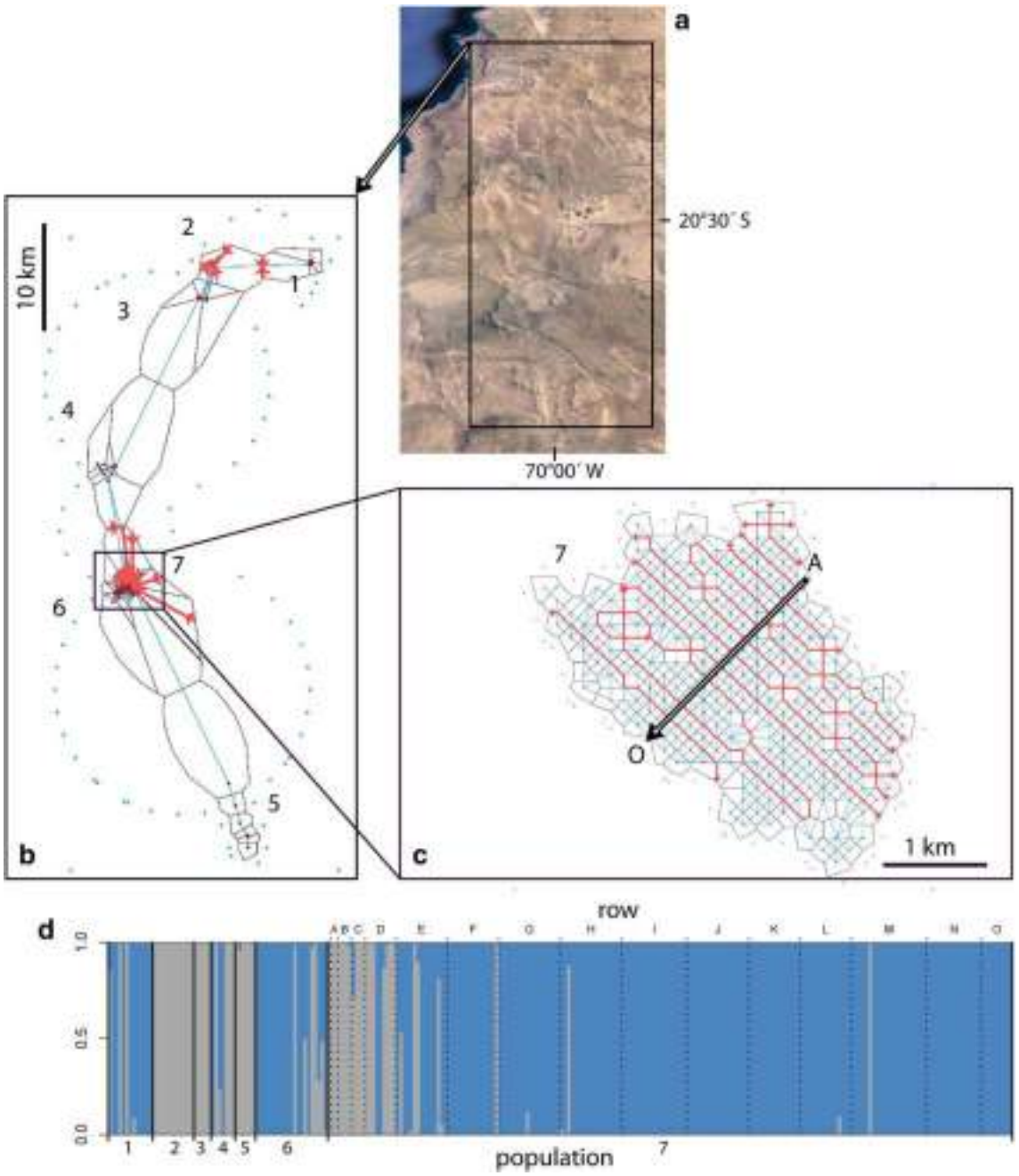


Fig. 1 Distribution of analysed populations and genetic results. **a** Study area in northern Chile (Map data: Google Earth, Landsat/Copernicus; accessed 20 February 2019). **b** Output from Barrier analysis. Numbers indicate populations. Barriers to geneflow are drawn as red lines. **c** Zoom into the Oyarbide study field (pop. 7) and the respective output from Barrier analysis with rows A–O indicated. **d** Genetic assignment revealed by Structure analysis based on optimal $K=2$. Population numbers and rows (pop. 7) are indicated

(Konstanz, Germany). Size calling and manual genotype calling were performed with GeneMarker 1.95 (SoftGenetics LLC, State College, USA). Scored data were exported as a binary data table for further analysis. To assess the genotyping error, we included replicate samples from duplicated DNA extractions in our setup. In total, we generated 20 replicate genotypes for 10 individuals plus several negative (water) controls. Samples were assigned randomly to an experimental block (96-well reaction plate). Experimental and genotyping errors were further analysed using a variance criterion testing plate-specific effect. For that, associations of all pairs of samples were expressed by a dissimilarity coefficient with Euclidean properties (Legendre and Legendre 2012) using Jaccard's dissimilarity coefficient

Folio013546

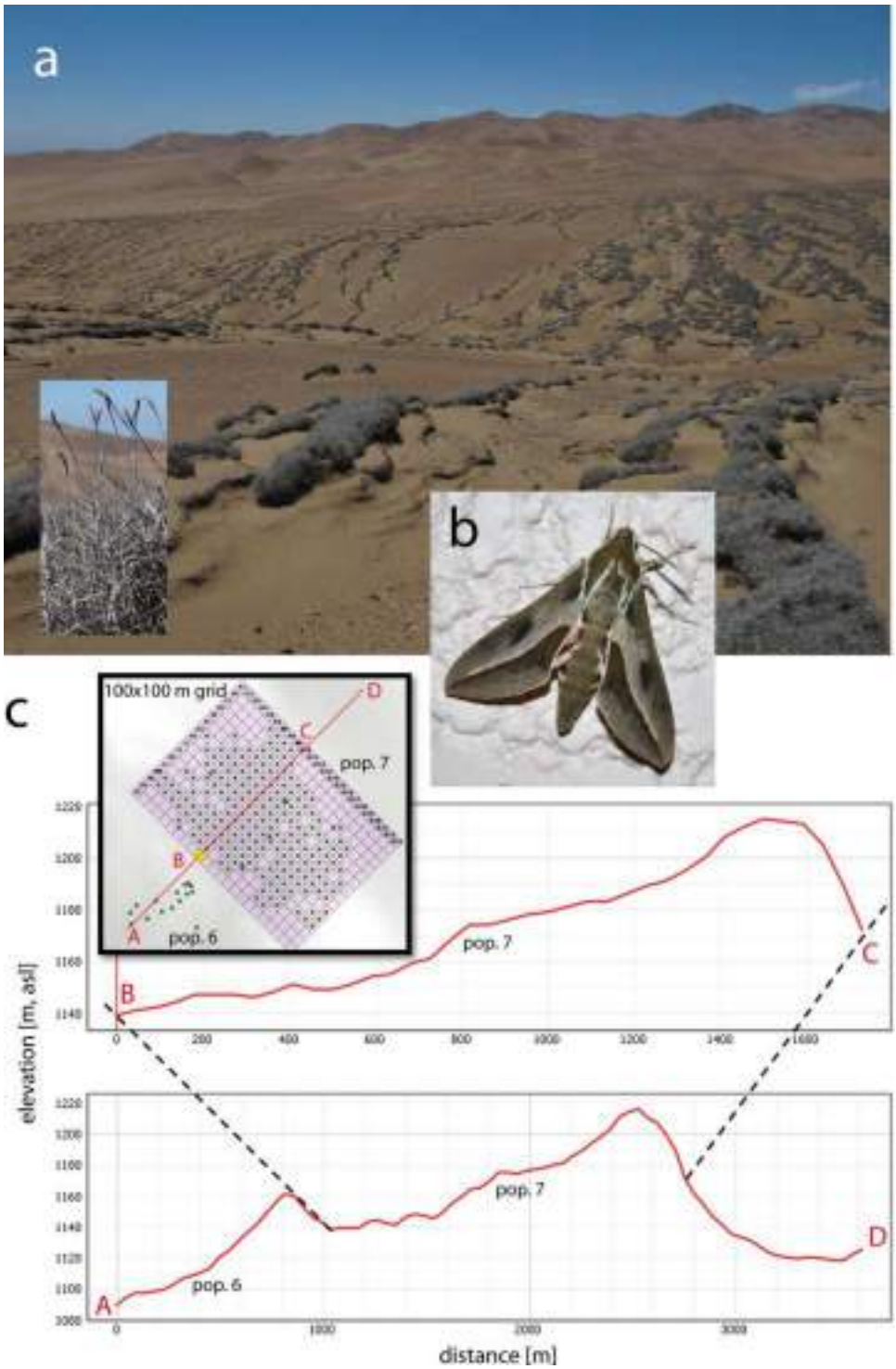


Fig. 2 Illustration of the Oyarbide study field. **a** Linear arrangement of *Tillandsia landbeckii* vegetation and flowering plant. **b** Putative pollinator *Hyles annei*. **c** Sampling grid for *T. landbeckii* at Oyarbide and details of the sloped terrain. Images were taken by M.A.K. (**a**) and D.K. (**b**)

(Jaccard 1901). Principle coordinate analysis (PCoA) (Anderson and Willis 2003) and Eigen decomposition of the resulting association matrix were performed with the function pcoa R package "ape" (Paradis et al. 2004). The variance of the occurrence of any marker among plates was calculated, and all markers showing a variance bigger than 0.025 were removed. The final rate of genotyping error was determined over all pairs of replicates (Bonin et al. 2004).

Genetic assignment of accessions was inferred under the non-admixture model implemented in STRUCTURE 2.3.4. (Pritchard et al. 2000) using the correlated allele frequencies and the recessive alleles options (Falush et al. 2007). Burn-in

Folio013547

period was set to 150,000 MCMC steps, and data collection was carried out over another 250,000 steps. Thirty replicate simulations were run for each value of *K* (the number of ancestral clusters assumed by STRUCTURE) ranging from 1 to 10. Individual ancestry was averaged across all replicate simulations for each value of *K* using CLUMPP Version 1.1.2 (Jakobsson and Rosenberg 2007). A formal determination of the optimal value of *K* was carried out using Evanno's Mean Delta *K* (Evanno et al. 2005). Analysis of molecular variance (AMOVA) and estimation of molecular diversity indices were performed with Arlequin v. 3.5.2.2 (Excoffier and Lischer 2010).

Possible genetic barriers in a geographically defined landscape were analysed using a Monmonier's maximum difference algorithm as implemented with the software BARRIER version 2.2 (Manni et al. 2004). This program calculates zones where abrupt changes in genetic variations occur and visualizes them on a geographic map presenting the sample's locations. These abrupt changes occur when the IBD (isolation–by–distance) model does not apply to a population due to barriers of gene flow. Basically, the IBD model states that genetic differentiation between individuals uniformly increases with a geographic distance due to a decline in gene flow at increasing distances (Manel et al. 2003). If isolating factors prevent gene flow, irregularities appear in the pattern, represented as barriers in the map. Barrier analyses were conducted (i) with the total data set (264 individuals), and (ii) with a reduced set of samples from the grid field (Oyarbide) (199 individuals).

Screening of flowering phenotypes

Estimation of flower frequency at Oyarbide was performed on a 2 m^2 plot scale with the respective georeferenced and sampled individual in its centre. Flowering categories were 0 = 0–6 flowers per 100 cm^2, 1 = 7–12 flowers per 100 cm^2, and 2 = > 12 flowers per 100 cm^2. Final screening of flowering frequency was performed during a field campaign in November 2018. In order to obtain a better idea about flowering time and phenology, we selected 10 permanent plots (10x10 m) and marked 500 randomly chosen and non-flowering shoots. All of them were visited during March, May, August and November 2018 to score transition to flowering.

Results

Genetic data obtained from AFLP analysis indicate little genetic structure and limited barriers to geneflow in the metapopulation system

The AFLP analysis of core (pop. 7, Oyarbide field) and peripheric populations (pops. 1–6) included 264 individuals. Of 287 semi-automatically scored loci, 131 loci were kept after rigorous quality control following a method introduced earlier (Koch et al. 2017); 106 of these 131 loci were found to be polymorphic. The combined experimental and genotyping error rate (Bonin et al. 2004) in the final data set was below 0.5%. AFLP data indicated little genetic structure within the entire study region of about 1500 km^2. The optimal number of genetic clusters (*K*) was estimated to be 2 (Fig. 1d) with highest Delta*K* at *K* = 2 (Table 1).

Individuals assigned to both genetic clusters were also detected in the core population and study field at Oyarbide (Fig. 1c and Fig. 2a, c, population no. 7 with rows A–O, inland to coast direction). However, genetic clusters are partitioned geographically with cluster 1 (grey) confined mostly to upper rows A–E and cluster 2 (blue) confined to lower rows F–O. Neighbouring populations (1–6) largely follow this pattern, and AFLP data indicate genetic coherence.

Analysis of barriers to geneflow between core and peripheric populations was congruent (Fig. 1B, C), and no major barriers to geneflow between the different populations were detected. Within the entire distribution area, significant barriers were found only between population 1 and 2 (Fig. 1B), which were also characterized by STRUCTURE with two different genetic assignments (Fig. 1D). Within the core population at Oyarbide (Fig. 1C), barriers to geneflow following linear vegetation were detected in most parts of the study site when analysing this population alone. Linear patterns are most pronounced in the upper rows compared to rows at lower elevation which are less sloped (see Fig. 2C). This is in agreement with STRUCTURE results indicating a transition zone from genepool 1 (grey) to genepool 2 (blue) at row E/F. Following STRUCTURE results, the Oyarbide field can be divided into row A–E and F–O and the mean number of fragments can be compared as an indicator of genetic diversity. Data in both classes followed a normal distribution, and a two-tailed Mann–Whitney U test was applied. The mean number of AFLP fragments among individuals ($n = 199$) was significantly different at $p < 0.001$: mean A–E = 118.6 (SD 16.3) compared to F–O = 104.3 (SD 10.0), with 13% more alleles in the upper part of the field.

Table 1 Identification of the most likely number of clusters from genetic data of 264 *Tillandsia landbeckii* individuals

K	Mean LnP (*K*)	SD	Ln′ (*K*)	Ln″ (*K*)	Delta *K*
1	−27,582	60.8	NA	NA	NA
2	−25,964	66.5	1618	805	121
3	−23,151	646.6	812	303	4.7
4	−24,642	1259.5	508	183	1.4

The selection of the appropriate *K* was based as described in the main text. *K* number of clusters, mean LnP(*K*) ± SD, Ln′(*K*), Ln″ (*K*), and respective Delta*K* are given over 30 independent runs. Results are shown for *K* ranging from 1 to 4

Folio013548

Table 2 Summary statistics of AFLP data

Pop.	*N*	*S*	θ (S)	θ (π)	*D*	*p*(D)	Gene diversity (SD)	He (SD)
1	13	24	7.734 (3.241)	5.641 (3.253)	−1.17	0.126	0.043 (0.248)	0.235 (0.125)
2	12	40	13.245 (5.417)	10.394 (5.746)	−0.98	0.164	0.079 (0.043)	0.259 (0.124)
3	5	31	14.880 (8.552)	14.800 (9.365)	−0.04	0.541	0.113 (0.071)	0.477 (0.099)
4	7	45	15.337 (3.631)	17.809 (10.341)	−0.17	0.431	0.136 (0.079)	0.395 (0.123)
5	6	29	12.701 (6.300)	11.400 (6.974)	−0.65	0.334	0.087 (0.053)	0.393 (0.099)
6	17	35	10.353 (3.967)	5.911 (3.323)	−1.76	0.019	0.045 (0.025)	0.169 (0.112)
7	199	90	15.337 (3.3631)	6.739 (3.531)	−1.73	0.013	0.051 (0.027)	0.075 (0.082)
A–E	34	68	16.631 (5.298)	13.433 (6.884)	−0.71	0.250	0.102 (0.052)	0.198 (0.171)
F–O	165	73	12.852 (3.184)	4.629 (2.526)	−1.98	0.005	0.035 (0.019)	0.063 (0.069)

N number of samples; *S* number of segregating sites; *θ(S)* Watterson's estimator of the expected number of sites (standard deviation); *θ(π)* observed, average number of segregating sites (standard deviation); *D* Tajima's D; *p(D) p* value for D obtained via simulations of 10,000 neutral genealogies; gene diversity (*SD* standard deviation); *He* expected heterozygosity for polymorphic loci (standard deviation)

Further genetic diversity statistics of all populations using Arlequin (Table 2) indicated that 32.4% of the genetic variation is distributed among populations, whereas the majority of variation (67.6%) is found within populations. The overall fixation index (F_{ST}) was 0.32. Within the Oyarbide population, summary statistics also showed a strong difference of θ (*S*) and θ (π) between rows A–E and F–O and higher genetic diversity in rows A–E.

Mantel tests of genetic and geographic distance indicate linear genetic population structure in distinct parts of a population

A Mantel test for distance classes over the entire Oyarbide field showed significant correlation between genetic distances (Jaccard index) and geographic distances ($p < 0.01$) for distance classes from 100 to 400 m only. A less significant negative correlation ($p < 0.05$) was observed for distance classes from 900 to 1200 m (Fig. 3). The positive correlation may coincide with local clusters of genetically descendent individuals considering the grid size of 100 m. Negative Mantel's r in distance classes below 700 m indicated the separation of the entire field in two genepools (upper rows A–E and lower rows F–O). Under the assumption that there is increased clonal dispersal along a given line, there should be no correlation of genetic and spatial distances. In order to test whether any correlation from the total data set at Oyarbide is sub-structured within given rows, these Mantel tests were conducted for individual rows A–O. None of the tests showed any correlation between genetic and geographic distances (Online Resource 2), indicating that limited genetic variation is distributed within rows and that individuals are more similar to each other, possibly representing a more pronounced clonal structure. These results are consistent with BARRIER analyses that also demonstrated a linear arrangement of genetic diversity. Because of the rigorous filtering of potential genotyping error, we may not be able to distinguish between clonal variants (identical genotypes) and genetically very similar individuals. Therefore, we followed the above-described results to further elaborate on the fine-scale structure and distribution of genetic variation. Using Arlequin, we first extracted genetically identical pairs and groups of individuals from the data matrix, and second, we identified individuals in direct proximity (neighbouring 100 × 100 m grid), and finally, we tested whether identical and neighbouring individuals were spatially arranged following vegetation banding patterns (horizontally)

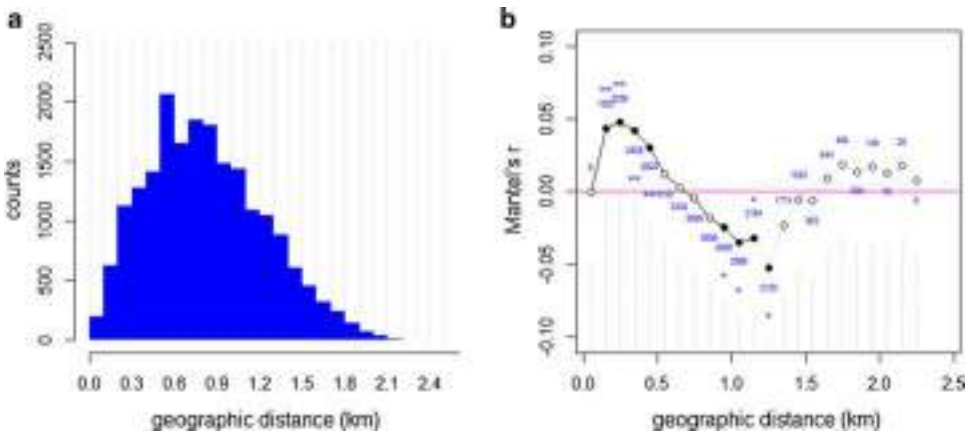


Fig. 3 Mantel test for correlation of geographic and genetic distances at Oyarbide. **a** Frequency of geographic distance over the entire study field. **b** Mantel's *r* indicated for the various distance classes (100 m classes). Filled circles show significant correlation at $p = 0.05$ (*) and $p = 0.01$ (**)

Folio013549

or whether they were following an up/downward direction. Along rows A–E, only 3% of all individuals had AFLP haplotypes identical to any other individual within these rows, in contrast to rows F–O with 36% of identical haplotypes. Those identical AFLP haplotypes along rows F–O were largely shared across rows (90%) and not within rows (10%) [total pairwise hits $n = 782$]. The number of identical AFLP types was gradually increasing from 13% in row F to a maximum of 67% in row K and decreasing from 47% in row L to 22% in row O. This might indicate more extensive dispersal of clonal variants within the lower part of the Oyarbide populations represented by rows F–O. A significantly negative Tajima's D was found for the same area, signifying an excess of low-frequency polymorphisms relative to expectation and thereby potentially indicating population size expansion.

Plant reproductive fitness correlates with genetic diversity

Mean flowering frequency was determined in the core population at Oyarbide within plots from which samples screened for genetic variation were collected ($n = 199$ plots). Flower frequency grouped into ranks (0, 1, 2) did not violate an assumption of a normal distribution of data. Mean flowering frequency along rows A–E (rank = 1.03, SD 0.43) was significantly higher ($p < 0.05$) than along rows F–O (rank = 0.86, SD 0.48) (Wilcoxon-Mann–Whitney U test). Thus, the differences between "flowering frequency" phenotypes were not only associated with a distinction between genepool 1 (grey) and genepool 2 (blue) (Fig. 2D), but also coincided with mean number of AFLP fragments/gene diversity (Table 2) indicating most likely a higher level of heterozygosity in rows A–E. During flowering frequency inspection and other field campaigns (November 2016, January–February 2017, October 2017, March, May, August, November–December 2018), we also searched for putative pollinators. We identified adults of the seasonally occurring hawkmoth *Hyles annei* (= *Sphinx annei* Guérin-Méneville) on our field collection trip in October in the given region indicating the early start of seasonal flowering. Phenological data revealed a transition rate towards flowering of 9.5% (from November to March), 5% (from March to May), 5% (from May to August), and 2.2% (from August to November) totalling to a yearly chance of 21.5% for any randomly chosen shoot ($n = 500$) to transition towards flowering.

Discussion

An important hypothesis to be tested was that whether *Tillandsia landbeckii* lomas in our study area represent a metapopulation system without significant barriers to geneflow, thus enabling us to make firm conclusions from genetic fine-scale analysis at core Oyarbide study site. The presented data reflect historical and contemporary population dynamics. The historical dimension spanning the history of many generations and the sum of any dispersal event did not reveal any obvious and significant spatial pattern across the entire study area (peripheral and core population) (Fig. 1), indicating that the entire region can be considered a metapopulation system with substantial migration of genetic migrants over time. Our main study site at Oyarbide in the centre of the metapopulation is a genetically representative population allowing to present conclusive results. The fine-scale analysis of the core population at Oyarbide mirrors substantial contemporary population dynamics and geneflow. Therefore, our genetic data provide a clue for the understanding of the establishment of the linear arranged tillandsia lomas in coastal fog systems. There are several approaches to explain the genesis of linear structures in *T. landbeckii* lomas. A very strict correlation between increasing total vegetation cover and increasing elevational occurrence has been described between 950 and 1025 m a.s.l. (Rundel et al. 1997), and it was suggested that a dynamic pattern of colonial development of *Tillandsia landbeckii* starts from a single point of origin. The radiative growth of each lens-like clonal structure should then be accompanied by a dieback of original and older parts of the clonal patch. However, it is still unclear how this results in linear and regular patterns running orthogonally to the slope of the terrain (Rundel et al. 1997). Here, it should be considered that several of those expanding rings interfere with each other and are then forced to form a more continuous line (see Fig. 2). In our analysis at lower elevations (less-sloped terrain), spatial distances between rows are larger compared to higher elevations at the same population. This has been modelled and explained by a correlated nonlinear function of decreasing fog shadow with increasing slope (Borthagaray et al. 2010). In a similar way, the model predicted an increase in regular patterning (linearity) with increased vegetation density (Borthagaray et al. 2010) and vice versa. The model, however, did not integrate two factors—sand movement and growth behaviour—which are both important for the system to be maintained. The rootless tillandsias are only able to grow in a sympodial and strictly "forward manner". Considering a sloped terrain and facing incoming fog from downhill, plants have to grow "downhill". At the same time, plants lack their stabilizing substrate. The wind system transporting fog during the night, however, also allows the transport of sand in an "uphill" direction, thereby stabilizing the growing plants which act as sand trap. The dynamics and speed of this process is neither understood nor modelled and is awaiting detailed analyses (Fig. 4). *Tillandsia landbeckii* lomas are only distributed between approximately 18 and 21.5°S with a maximum of total vegetation cover between 20 and

Folio013550

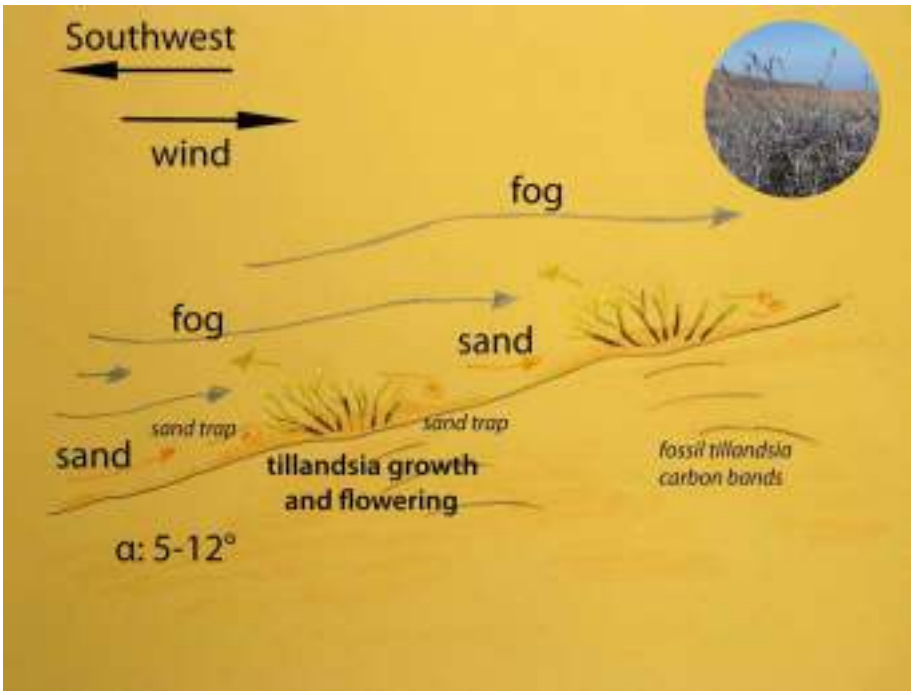


Fig. 4 Factors and variables determining terrestrial growth of *Tillandsia landbeckii*. Wind brings in fog (water source from the Pacific) and transports sand as stabilizing substrate modulating *Tillandsia* growth down the sloped landscape. The plant itself serves as a sand trap, and over decades and centuries plants will be over-sanded repeatedly leaving fossil carbon bands (Latorre et al. 2011). For further details, refer to the main text

20.5°S (Pinto et al. 2006), where the Oyarbide study field is located. A more detailed analysis of a geographically defined niche has divided topological constraints of *T. landbeckii* growth (Wolf et al. 2016) and provided respective optimal median values and range from lower to upper quartile (elevation: 1090 m a.s.l. [1000–1160 m], slope: 8° [5°–12°], aspect: 220°, facing the southwest [160°–270°], distance from coast: 15.5 km [11–21 km].

Our genetic data are supporting several aspects of the above-described growth traits and support the hypothesis that linearity of vegetation patterns along an altitudinal gradient is correlated with spatial distribution of genetic variation. Genetic diversity is highest at the upper part of our focal population (Oyarbide field), where the terrain is steeper, rows are closer together and the overall "linearity" of the entire system is maximized. This is exactly what BARRIER analyses indicate (Fig. 1). Furthermore, higher genetic diversity can be attributed to increased heterozygosity of individual plants but also total genetic diversity is increased (Table 2), which may favour the idea that the linear system is the result of U-shaped and interfering growth of different individuals (Rundel et al. 1997). In contrast, at lower elevations (and less-sloped areas) vegetation is patchy and distance between rows is much larger accompanied by suboptimal growth conditions, which leaves ample space for vegetative (clonal) remnants acting as colonizers. Hence, we do not see horizontal dispersal as the preferred direction. Rather, plants migrate in any direction with downhill movement even preferred. The gradually changing dispersal and growth pattern along an altitudinal gradient result in decreased genetic variation and genetically less linearly arranged vegetation systems at lower elevations at our study field.

Accordingly, genetic data indicate local and effective outcrossing as suggested by pollinator visits. The various populations showed surprisingly high levels of genetic diversity and expected heterozygosity (Table 1). This is best explained by outbreeding and an effective pollination system. Although different mating systems ranging from SI (self-incompatible) to SC (self-compatible) and autonomous self-pollination have been described for more than 80 species of *Tillandsia* (Orozco-Ibarrola et al. 2015), most relatives of *T. landbeckii* from subgenus *Diaphoranthema* have been classified as possessing polyembryonic seeds (rare in Bromeliaceae) and an autogamous breeding system with a few number of species having cleistogamous flowers (Bianchi and Vesprini 2013; Donadio et al. 2015; Gardner 1986). In *T. landbeckii*, seeds are not polyembryonic, and endosperm is present in mature seeds (Donadio et al. 2015). In conclusion, we may have to consider a SC system acting in *T. landbeckii*, allowing self-pollination. However, nectar production is triggering insect-mediated pollination resulting in varying outcrossing rates. The dynamics of breeding systems involving *T. landbeckii* are also reflected by hybridization between different species, and, thereby, also documenting the evolutionary consequences of outbreeding even across species: the northern limit of *T. landbeckii* distribution building respective mono-specific coastal lomas in Chile is also the southern limit of lomas built up by *T. purpurea* Ruiz & Pavon, which are mostly found in Peru.

Folio013551

In the respective contact zone, *T. marconae* has been found (Zizka and Munoz-Schick 1993). There is some evidence that *T. marconae* is a hybrid between both species, *T. landbeckii* and *T. purpurea*, with varying degrees of backcrossing in one or the other species (AFLP data and DNA sequence data from *agt*1, microanatomical studies; Koch M.A. et al., Zizka G. et al. unpublished). The presence of the putative pollinator *Hyles annei* in our study fields with a peak during October considered as the end of the flowering season and which is feeding on *Tillandsia* flowers can be seen as an indicator for seasonal outbreeding, thereby maintaining substantial levels of heterozygosity within populations. The flowers have a narrow perianth tube considered as adaptation to the arid environment to insulate the nectar and thereby reduce evaporation. Long, narrow tubes in combination with yellowish, whitish flower colour combined with pleasant odours suggest shingophily (Leins and Erbar 2010). There are no other nectar feeding resources around across many kilometres, and therefore *Tillandsia landbeckii* serves as the only feeding source for the hawkmoth. *Hyles annei* is a widely distributed species from Chile, Bolivia, western Peru and Argentina and is thought to feed as larvae on many plant species and, therefore, is considered a generalist. The large insect with up to 60–70 mm in length can travel large distances, and the strong and inland-directed winds might support long-distance migration. We were not able to monitor the species during the rest of the year. Details on natural feeding plants of larvae are largely unknown, but a polyphagous behaviour has been shown (Hundsdörfer et al. 2019); however, we did not observe feeding larvae on *T. landbeckii* nor damage on the leaves possibly caused by feeding larvae.

From an evolutionary perspective, it may make sense that an environmentally highly specialized plant species with high risk of local extinction but an ample capacity to distribute over larger distances by vegetative means (e.g. wind-mediated dispersal of plant fragments) is not depending on specialized pollinators. Such a pollinator would suffer even harder from stochasticity of population collapse in a landscape with no alternative feeding resources. The reasoning for higher number of flowers in the upper parts of the Oyarbide remains open. Higher flower number may either be directly linked to better environmental conditions, in particular due to fog occurrence supplying sufficient water and thereby increasing plant fitness (growth and thereby flowering), or increased flowering frequency is genotype dependent and increased heterozygosity counteracts negative fitness effects otherwise acting via inbreeding, which may result in increased drift and genetic depletion. Alternatively, both effects act hand in hand and affect each other in a feed-back loop. Thereby, the upper part of the population can operate as a long-term genetic source for successful colonization either downwards or towards different regions, which is an open question to be addressed in future.

In summary, our data demonstrate that establishment of linear vegetation structure is primarily a process driven by clonal growth and propagation of ramets over short distances. Optimal conditions (slope, elevation, fog occurrence) for linear growth pattern formation, however, also increase sexual plant reproductive fitness, thus providing the reservoir for newly combined genetic variation and thereby counteracting genetic uniformity. Under less favourable conditions with less dense vegetation and disturbed linear vegetation patterns, clonal propagation and spread is prevailing in any direction. Since sexual reproductive fitness is also highly reduced at lower elevation at Oyarbide, total genetic variation is lower compared to optimal sites at higher elevation with optimal growth conditions. It is remarkable to see that maintaining sexual reproductive fitness plays a key role in population dynamic processes while growing at the dry limits, most likely also on long-term evolutionary time scales.

The herein described vegetation type is threatened by global climate change. The rapid decline of total size of the *Tillandsia landbeckii* lomas during the past 50 years is alarming. Unfortunately, we largely lack information on past evolutionary dynamics of distribution ranges for plants from the hyperarid Atacama Desert, where episodes of high aridity were interrupted by intervals of increased rainfall (Latorre et al. 2005) to make any comparisons with past climate change. First evidence for an evolutionary north–south gradient of declining genetic diversity was detected in *Nolana* (Ossa et al. 2013). This supports that populations survived in northern arid sites during wetter and colder episodes of the glacial cycles, and present-day distribution is the result of the last southward expansion of the coastal desert vegetation. Accordingly, fossil evidence for *T. landbeckii* lomas in our study area can be traced back for 3290 years (study site pop. 12), 3500 years (study site pop. 15) or 3310 years (study site pop. 16) (Latorre et al. 2011). This indicates long-term stable vegetation for thousands of years after the Last Glaciation Maximum. Currently, many *Tillandsia* fields, which are easily accessible and close to main roads, largely consist of dead vegetation lines. However, aside general observations of plant dieback along the coastal desert of northern Chile during the second half of the past century (Schulz et al. 2010), there is only one systematically conducted survey focusing on *T. landbeckii* (Osses et al. 2007). This study compared the situation close to our Oyarbide study site from 1955 with 1997 (Osses et al. 2007; Schulz et al. 2010) and postulated a total loss of living *Tillandsia landbeckii* lomas of about 35%. Generally, information about range contraction of *Tillandsia* lomas is scarce, because of the difficulties to access and monitor the landscape and because of generally missing documentation of biodiversity change in these areas. Distribution surveys and loma vegetation observation differed significantly among studies (Cereceda et al. 1999;

Folio013552

Pinto et al. 2006; Rundel et al. 1997; Wolf et al. 2016) with significant increases in reliability and accuracy following the establishment of remote sensing-based technologies (satellite- and drone-based imaging). Although there is a bias because of differing methods to estimate vegetation cover, the negative trend in coverage by *Tillandsia* lomas is obvious. The reason, however, is unclear, and direct human impact such as recreational activities (off-road motorcycling) may have an impact. The recent literature has reported high mortality within the coastal *lomas*, but at present we understand neither the regional extent nor how widespread such mortality is, nor the effect of topography (aspect, elevation) and changes in fog dynamics on loma degradation (Muñoz-Schick et al. 2001; Schulz et al. 2010). However, there is evidence that loma vegetation and its decline are mostly linked to changes in the intensity of fog fluxes (Pinto et al. 2006), and we know from isotope analysis from living and fossil plant material that there were past fog changes (Latorre et al. 2011). It has been shown that regional-wide El Niño Southern Oscillation (ENSO) has a potential causal link to fog along the Atacama (Del Rio et al. 2018). Since El Niño events are in the process of becoming more intense due to global warming and climate change (Cai et al. 2014), the fog system might change accordingly. Within our project, we have set up a long-term monitoring scheme (monitoring total vegetation and biomass, screening individual and population growth, monitoring relevant climate parameters and fog precipitation along various transects in the Atacama, collecting cloud cover data and fog occurrence) to develop a respective geoecological niche model which will help to predict the fate of *Tillandsia* lomas. It has been suggested (Rundel et al. 1997) that *Tillandsia* lomas should deserve special attention as bioindicators of climatic changes. Our analyses were conducted in this light, and our monitoring system was set up to refine future analysis, thereby further strengthening the role of *Tillandsia* lomas as bioindicators in a changing world.

Acknowledgements This study was supported by HCE (Heidelberg Centre for the Environment) enabling funds to M.A.K., and by BMBF within the ERANet-LAC program of the EU to A. S. and M.A.K. J.L.G, C.D.R. and P.O. were supported by ELAC2015/T01-0872 and Centro UC Desierto de Atacama. We thank Peter Sack, Lisa Kretz and Florian Michling for technical laboratory support in Heidelberg. Nils Wolf assisted with GIS-based data processing and field collections.

Authors' contribution M.A.K. conceived the project and the experiments. D.K. and M.A.K. conducted the experiment(s), M.A.K., D.K., E.A. and C.K. analysed the results. A.S., C.D.R., P.O., J.L.G., G.Z. and M.V.M. assisted with sample plant material. M.A.K. drafted the manuscript. All authors contributed to the final manuscript draft.

Data availability The data sets generated and analysed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request. Results from Mantel tests and accession data are presented in Online Resource 1.

Compliance with ethical standards

Conflict of interest The authors declare that they do have no conflict of interest.

Information on Electronic Supplementary Material

Online Resource 1. Information on accessions and individuals studied.
Online Resource 2. Information on the results from Mantel tests.

References

Anderson MJ, Willis TJ (2003) Canonical analysis of principal coordinates: a useful method of constrained ordination for ecology. Ecology 84:511–525. https://doi.org/10.1890/0012-9658(2003)084%5b0511:CAOPCA%5d2.0.CO;2

Aponte H, Flores J (2013) Density and spatial distribution of Tillandsia latifolia on the tillandsial lomas of Piedra Campana (Lima, Perú). Ecol Aplicada 12:35–43

Bianchi MB, Vesprini JL (2013) Contrasting breeding systems in six species of *Tillandsia* L. (Bromeliaceae) from woody areas of Santa Fe Province, Argentinia. Pl Biosyst 148:956–964. https://doi.org/10.1080/11263504.2013.806965

Bonin A, Bellemain E, Bronken Eidesen P, Pompanon F, Brochmann C, Taberlet P (2004) How to track and assess genotyping errors in population genetics studies. Molec Ecol 13:3261–3273. https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2004.02346.x

Borthagaray AI, Fuentes ME, Marquet PA (2010) Vegetation pattern formation in a fog-dependent ecosystem. J Theor Biol 265:18–26. https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2010.04.020

Cai W, Borlace S, Lengaigne M, Van Rensch P, Collins M, Vecchi G, Timmermann A, Santoso A, MvPhaden MJ, Wu L, England MH, Wang G, Guilyardi E, Jin FF (2014) Increasing frequency of extreme El Niño events due to greenhouse warming. Nat Clim Change 4:111–116. https://doi.org/10.1038/nclimate2100

Cereceda P, Larrain H, Lázaro P, Osses P, Schemenauer RS, Fuentes L (1999) Campos de Tillandsias y niebla en el desierto de Atacama. Revista Geogr Norte Grande 26:37–52

Cereceda P, Larrain H, Osses P, Farías M, Egaña I (2008) The climate of the coast and fog zone in the Atacama Desert of Tarapacá Region, Chile. Atmos Res 301:301–311. https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2007.11.011

Deblauwe V, Couteron P, Bogaert J, Barbier N (2012) Determinants and dynamics of banded pattern migration in arid climates. Ecol Monogr 82:3–21. https://doi.org/10.1890/11-0362.1

Del Rio C, Garcia JL, Osses P, Zanetta N, Lambert F, Rivera D, Siegmund A, Wolf N, Cereceda P, Larraín H, Lobos F (2018) ENSO influence on coastal fog-water yield in the Atacama Desert, Chile. Aerosol Air Qual Res 18:127–144. https://doi.org/10.4209/aaqr.2017.01.0022

Dillon MO, Gonzáles SL, Cruz MZ, Asencio PL, Silvestre VQ (2011) Floristic checklist of the Peruvian lomas formation. Arnaldoa 18:7–32

Donadio S, Pozner R, Giussani LM (2015) Phylogenetic relationships within *Tillandsia* subgenus *Diaphoranthema* (Bromeliaceae, Tillandsioidea) based on a comprehensive morphological dataset. Pl Syst Evol 301:387–410. https://doi.org/10.1007/s00606-014-1081-1

Doyle JJ, Doyle JL (1987) A rapid DNA isolation procedure for small amounts of fresh leaf tissue. Phytochem Bull 19:11–15

Folio013553

Evanno G, Regnaut S, Goudet J (2005) Detecting the number of clusters of individuals using the software STRUCTURE: a simulation study. Molec Ecol 14:2611–2620. https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2005.02553.x

Excoffier L, Lischer HEL (2010) Arlequin suite ver 3.5: a new series of programs to perform population genetics analyses under Linux and Windows. Molec Ecol Res 10:564–567. https://doi.org/10.1111/j.1755-0998.2010.02847.x

Falush D, Stephans M, Pritchard JK (2007) Inference of population structure using multilocus genotype data: dominant markers and null alleles. Molec Ecol Notes 7:574–578. https://doi.org/10.1111/j.1471-8286.2007.01758.x

Gardner CS (1986) Inferences about pollination in *Tillandsia* (Bromeliaceae). Selbyana 9:76–87

Hartley AJ, Chong G, Houston J, Mather AE (2005) 150 million years of climatic stability: evidence from the Atacama Desert, northern Chile. J Geol Soc London 162:421–424. https://doi.org/10.1144/0016-764904-071

Haslam R, Borland A, Maxwell K, Griffiths H (2003) Physiological responses of the CAM epiphyte *Tillandsia usneoides* L. (Bromeliaceae) to variations in light and water supply. J Pl Physiol 160:627–634. https://doi.org/10.1078/0176-1617-00970

Heibl C, Renner SS (2012) Distribution models and a dated phylogeny for Chilean *Oxalis* species reveal occupation of new habitats by different lineages, not rapid adaptive radiation. Syst Biol 61:823–834. https://doi.org/10.1093/sysbio/sys034

Hesse R (2012) Spatial distribution of and topographic controls on *Tillandsia* fog vegetation in coastal southern Peru: remote sensing and modelling. J Arid Environm 78:33–40. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2011.11.006

Hesse R (2014) Three-dimensional vegetation structure of *Tillandsia latifolia* on a coppice dune. J Arid Environm 109:23–30. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2014.05.001

Houston J, Hartley AJ (2003) The central Andean west-slope rainshadow and its potential contribution to the origin of hyper-aridity in the Atacama Desert. Int J Climatol 23:1453–1464. https://doi.org/10.1002/joc.938

Hundsdörfer AK, Buchwalder K, O´Neill MAO, Dobler S (2019) Chemical ecology traits in an adaptive radiation: TPA-sensitivity and detoxification in *Hyles* and *Hippotion* (Sphingidae, Lepidoptera) larvae. Chemoecol 29:35–47

Ibaraki M (1997) Closing of the Central American Seaway and Neogene coastal upwelling along the Pacific coast of South America. Tectonophysics 281:99–104. https://doi.org/10.1016/S0040-1951(97)00161-3

Jaccard P (1901) Étude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et des Jura. Bull Soc Vaud Sci Nat 37:547–579

Jakobsson M, Rosenberg NA (2007) CLUMPP: a cluster matching and permutation program for dealing with label switching and multimodality in analysis of population structure. Bioinformatics 23:1801–1806. https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btm233

Koch MA, Michling F, Walther A, Huang XC, Tewes L, Müller C (2017) Early-Mid Pleistocene genetic differentiation and range expansions as exemplified by invasive Eurasian Bunias orientalis (Brassicaceae) indicates the Caucasus as key region. Sci Rep 7:16764. https://doi.org/10.1038/s41598-017-17085-8

Larraín H, Velásquez F, Cereceda P, Espejo R, Pinto R, Osses P, Schemenauer RS (2002) Fog measurements at the site "Falda Verde" north of Chañaral compared with other fog stations of Chile. Atmos Res 273:273–284

Latorre C, Betancourt JL, Rech JA, Quade J, Holmgren C, Placzek C, Maldonado A, Vuille M, Rylander KA (2005) Late Quaternary history of the Atacama Desert. In: Smith M, Hesse P (eds) 23°S: archaeology and environmental history of the southern deserts. National Museum of Australia Press, Canberra, pp 73–90

Latorre C, Gonzáles AL, Quade J, Farina JM, Pinto R, Marquet PA (2011) Establishment and formation of fog-dependent *Tillandsia landbeckii* dunes in the Atacama Desert: Evidence from radiocarbon and stable isotopes. J Geophys Res 116:G03033. https://doi.org/10.1029/2010JG001521

Legendre P, Legendre L (2012) Numerical ecology. Elsevier, Amsterdam

Leins P, Erbar C (2010) Flower and fruit: morphology, ontogeny, phylogeny, function and ecology. Schweizerbart, Stuttgart

Luebert F, Pliscoff P (2006) Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria Santiago de Chile, Santiago de Chile

Luebert F, Wen J (2008) Phylogenetic analysis and evolutionary diversification of *Heliotropium* Sect. *Cochranea* (Heliotropiaceae) in the Atacama Desert. Syst Bot 33:390–402. https://doi.org/10.1600/036364408784571635

Manel S, Schwartz MK, Luikart G, Taberlet P (2003) Landscape genetics: combining landscape ecology and population genetics. Trends Ecol Evol 18:189–197. https://doi.org/10.1016/S0169-5347(03)00008-9

Manni F, Guérard E, Heyer E (2004) Geographic patterns of (genetic, morphologic, linguistic) variation: how barriers can be detected by "Monmonier's algorithm". Human Biol 76:173–190

Meudt HM, Clarke AC (2007) Almost forgotten or latest practice? AFLP applications, analyses and advances. Trends Pl Sci 12:106–117. https://doi.org/10.1016/j.tplants.2007.02.001

Muñoz-Schick M, Pinto R, Mesa A (2001) Oasis de Neblina en los Cerros Costeros del sur de Iquique, Región de Tarapacá, Chile, durante el evento El Niño 1997–1998. Revista Chilena Hist Geogr 74:389–405

Orozco-Ibarrola OA, Flores-Hernández PS, Victoriano-Romero E, Corona-López AM, Flores-Palacios A (2015) Are breeding system and florivory associated with the abundance of *Tillandsia* species (Bromeliaceae). Bot J Linn Soc 177:50–65. https://doi.org/10.1111/boj.12225

Ossa PG, Perez F, Armesto JJ (2013) Phylogeography of two closely related species of *Nolana* from the coastal Atacama Desert of Chile: post glacial population expansion in response to climate fluctuations. J Biogeogr 40:2191–2203. https://doi.org/10.1111/jbi.12152

Osses P, Cereceda P, Larrain H, Astaburuaga JP (2007) Distribution and geographical factors of the *Tillandsia* fields in the coastal mountain range of the Tarapacá Region, Chile. In: Biggs A, Cereceda C (eds) Proceedings of fourth international conference on fog, fog collection and dew, La Serena, Chile. La Serena, pp 93–96

Paradis E, Claude J, Strimmer K (2004) APE: Analyses of phylogenetics and evolution in R language. Bioinformatics 20:289–290. https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btg412

Pinto R, Barria I, Marquet PA (2006) Geographical distribution of *Tillandsia* lomas in the Atacama Desert, northern Chile. J Arid Environm 65:543–552. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2005.08.015

Pritchard JK, Stephens M, Donelly P (2000) Inference of population structure using multilocus genotype data. Genetics 155:945–959

Rauh W (1958) Beitrag zur Kenntnis der peruanischen Kakteenvegetation. Sitzungsber. Heidelberger Akad Wiss Math-Naturwiss Kl 395:1–543

Rech JA, Currie BS, Shullenberger ED, Dunagan SP, Jordan TE, Blanco N, Tomlinson AJ, Rowe H, Houston J (2010) Evidence for the development of the Andean rain shadow from a Neogene isotopic record in the Atacama Desert, Chile. Earth Planet Sci Lett 292:371–382. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2010.02.004

Rundel PW, Palma B, Dillon MO, Sharifi MR, Boonpragob K (1997) *Tillandsia landbeckii* in the coastal Atacama Desert of northern Chile. Revista Chilena Hist Nat 70:341–349

Folio013554

Scherson RA, Thornhill AH, Urbin-Casanova R, Frayman WA, Pliscoff PA, Mishler BD (2017) Spatial phylogenetics of the vascular flora of Chile. Molec Phylogen Evol 112:88–95. https://doi.org/10.1016/j.ympev.2017.04.021

Schulz N (2009) Loma-Formationen der Küsten-Atacama/Nordchile unter besonderer Berücksichtigung rezenter Vegetations- und Klimaveränderungen. PhD Thesis, Geographical Institute, Erlangen-Nürnberg University, Nürnberg

Schulz N, Aceituno P, Richter M (2010) Phytogeographic divisions, climate change and plant dieback along the coastal desert of northern Chile. Erdkunde 65:169–187. https://doi.org/10.3112/erdkunde.2011.02.05

Takahashi Y, Tanaka R, Yamamoto D, Noriyuki S, Kawata M (2018) Balanced genetic diversity improves population fitness. Proc Roy Soc B 285:20172045. https://doi.org/10.1098/rspb.2017.2045

Tewes LJ, Michling F, Koch MA, Müller C (2017) Intracontinental plant invader shows matching genetic and chemical profiles and might benefit from high defence variation within populations. J Ecol 106:714–726. https://doi.org/10.1111/1365-2745.12869

Tlidi M, Clerc MG, Escaff D, Couteron P, Messaoudi M, Khaffou M, Makhoute A (2018) Observation and modelling of vegetation spirals and arcs in isotropic environmental conditions: dissipative structures in arid landscapes. Phil Trans Roy Soc A 376:20180026. https://doi.org/10.1098/rsta.2018.0026

Vos P, Hogers R, Bleeker M, Reijans M, Van de Lee T, Hornes M, Frijters A, Pot J, Paleman J, Kuiper M, Zabeau M (1995) AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. Nucl Acids Res 23:4407–4414. https://doi.org/10.1093/nar/23.21.4407

Westbeld A, Klemm O, Grießbaum F, Sträter E, Larrain H, Osses P, Cereceda P (2009) Fog deposition to a *Tillandsia* carpet in the Atacama Desert. Ann Geophys 27:3571–3576. https://doi.org/10.5194/angeo-27-3571-2009

Wolf N, Siegmund A, Del Rio C, Osses P, Garcia JL (2016) Remote sensing-based detection and spatial pattern analysis for geo-ecological niche modelling of *Tillandsia* spp. in the Atacama Desert, Chile. Int Arch Photogramm Remote Sensing 41:B2. https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XLI-B2-251-2016

Zachos J, Pagani M, Sloan L, Thomas E, Billups K (2001) Trends, rhythms, and aberrations in global climate 65 Ma to present. Science 292:686–693

Zizka G, Munoz-Schick M (1993) *Tillandsia-marconae* W. Till & Vitek, a bromeliad species new to Chile. Bol Mus Nac Hist Nat Chile 44:11–17. https://doi.org/10.1126/science.1059412

Zizka G, Schmidt M, Schulte K, Nonoa P, Pinto R, König K (2009) Chilean Bromeliaceae: diversity, distribution and evaluation of conservation status. Biodivers Conservation 18:2449–2471. https://doi.org/10.1007/s10531-009-9601-y

Publisher's Note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

César Esteban Pizarro Gacitúa <

RV: Solicita mayores antecedentes por evento rally.

1 mensaje

Francisco Galleguillos Severino < > 4 de mayo de 2023, 12:30
Para:

Estimados/as:

Junto con saludarlos(as) y esperando que se encuentren bien. Por medio del presente, tengo a bien en solicitar a Uds., de acuerdo a sus facultades y jurisprudencia, sus pronunciamientos en cuanto a la solicitud de evento rally, que se desarrollaría en el presente mes, específicamente en los días del 26 al 28, según se indica en Plan de Contingencia adjunto.

En cuanto a los servicios tales como: SEREMI de Medio Ambiente; SERNATUR; CONAF y el Depto. de Medio Ambiente de la Municipalidad de Copiapó, en específico, puedan verificar que las rutas a utilizar por el organizador y que se visualizan mediante los formatos KMZ adjuntos, no afecten o intervengan en zonas de biodiversidad o turística respectivamente.

Finalmente solicitar por favor que, vuestros pronunciamientos puedan ser respondidos en formato Word adjunto, denominado: “Acta Evento Rally Travesía Atacama”.

Sin otro particular, le saluda atentamente a Uds.,

Ministerio del Interior y Seguridad Pública

Francisco Galleguillos Severino
Operador de la Oficina de Gestión de Emergencias y Catástrofe
Delegación Presidencial Región de Atacama
Ministerio del Interior y Seguridad Pública
https://www.dpratacama.gob.cl

De: rallytravesia atacama [ ]
Enviado el: jueves, 04 de mayo de 2023 11:34
Para: Francisco Galleguillos Severino
Asunto: Re: Solicita mayores antecedentes por evento rally.

ADVERTENCIA: REMITENTE EXTERNO

Folio013556

El remitente de este correo, es externo al Ministerio del Interior y Seguridad Publica. Si no tiene certeza de su origen, por seguridad, NO abra archivos adjuntos y NO haga click en enlaces (puede verificar el destino de un enlace, pasando el cursor sobre éste). Ante sospechas o dudas, reporte a la mesa de ayuda.

Buenos días.

Junto con saludar, envío en archivo adjunto plan de contingencia y a su vez los kmz referentes a las rutas a recorrer en la fecha del travesía atacama.

los kmz van por separados, Etapa 1 con la Etapa 2 mas los controles de paso.

Favor me confirma la recepción conforme.

Saludos cordiales.

Víctor Silva M.

Cel.:

Director y Productor de Rally Cross Country.

El jue, 20 abr 2023 a las 17:20, Francisco Galleguillos Severino (< >) escribió:

> Estimados Travesía Atacama.
>
> Junto con saludar cordialmente, de acuerdo a la solicitud presentada en esta Delegación Presidencial Regional y como es de vuestro conocimiento, es requerido para la evaluación de toda actividad que revista como evento público. Para ello, adjunto el formato respecto y solicito a Uds., enviar los antecedentes solicitados a la brevedad posible para evaluar.
>
> A su vez, enviar por formato KMZ o KML, los trazados de las rutas que utilizarán en los días en que se ejecutará el evento en cuestión. Por otra parte, si realizarán la construcción de algún sistema eléctrico, se requiere de la certificación de la TE-1 de la SEC. Finalmente, si se involucrará cierre de calles, las solicitudes deberán realizaras en el Gobierno Regional.
>
> Sin otro particular, le saluda atentamente a Uds.,

Folio013557

Ministerio del Interior y Seguridad Pública

Francisco Galleguillos Severino
Coordinador de Eventos y Estadio Seguro
Delegación Presidencial Región de Atacama
Ministerio del Interior y Seguridad Pública
https://www.dpratacama.gob.cl

CONFIDENCIALIDAD Y USO EXCLUSIVO:

La información contenida en este mensaje y/o en los archivos adjuntos son de carácter confidencial y está destinada al uso exclusivo del emisor y/o de la persona o entidad a quien va dirigida, y por lo mismo pueden ser consultados y revisados por la entidad emisora o propietaria de los sistemas desde donde fueron enviados.- Si usted no es el destinatario, cualquier almacenamiento, divulgación, distribución o copia de esta información está estrictamente prohibida y sancionada por la ley. Si recibió este mensaje por error, por favor infórmenos inmediatamente respondiendo este mismo mensaje y borre éste y todos los archivos adjuntos. Considerando que no existe certidumbre de que el presente mensaje no será modificado como resultado de su transmisión por correo electrónico, el emisor original no será responsable si el contenido del mismo ha sido modificado.

Ministerio del Interior y Seguridad Publica

CONFIDENCIALIDAD Y USO EXCLUSIVO:

La información contenida en este mensaje y/o en los archivos adjuntos son de carácter confidencial y está destinada al uso exclusivo del emisor y/o de la persona o entidad a quien va dirigida, y por lo mismo pueden ser consultados y revisados por la entidad emisora o propietaria de los sistemas desde donde fueron enviados.- Si usted no es el destinatario, cualquier almacenamiento, divulgación, distribución o copia de esta información está estrictamente prohibida y sancionada por la ley. Si recibió este mensaje por error, por favor infórmenos inmediatamente respondiendo este mismo mensaje y borre éste y todos los archivos adjuntos. Considerando que no existe certidumbre de que el presente mensaje no será modificado como resultado de su transmisión por correo electrónico, el emisor original no será responsable si el contenido del mismo ha sido modificado.

Ministerio del Interior y Seguridad Publica

4 adjuntos

- **SS1_RTACOPIAPO2023.kmz**
  3K
- **SS2_RTACOPIAPO2023.kmz**
  5K
- **PLAN CONTINGENCIA TRAVESÍA ATACAMA CORREGIDO - COPIAPÓ.MAYO23.pdf**
  652K
- **ACTA EVENTO RALLY TRAVESIA ATACAMA.docx**
  82K

Folio013558

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL
REGIÓN DE ATACAMA
DIRECCIÓN REGIONAL ATACAMA
CPG

ORD.Nº: 57/2023

ANT. : SOLICITUD PRONUNCIAMIENTO DELEGACIÓN PRESIDENCIAL ATACAMA

MAT. : RALLY DESAFÍO DEL DESIERTO

COPIAPO, 05/05/2023

DE : DIRECTORA REGIONAL DIRECCIÓN REGIONAL ATACAMA OR.III

A : SEÑOR CRISTHIAN FUENTES VARAS DELEGADO PRESIDENCIAL DELEGACIÓN PRESIDENCIAL REGIONAL DE ATACAMA

Junto con saludar esta dirección regional de CONAF Atacama se pronuncia sobre Evento Rally "Desafío del Desierto" que considera la participación de 200 personas en competencia con una presencia total de 500 personas.

Se ha realizado la evaluación de las 3 rutas trazadas para la competencia, ante lo cual, y en el marco de las competencias institucionales sobre conservación de especies y ecosistema de Desierto Florido, se indica lo siguiente:

• Las tres rutas atraviesan zonas identificadas con presencia de germoplasma del fenómeno Desierto Florido (Anexo I) y además del Sitio Prioritario Desierto Florido (Ley 19.300), se adjunta Anexo II.

• Los polígonos adjuntos revelan la presencia de material biológico de alta relevancia para la viabilidad ecológica de especies de flora como de fauna que proliferan cuando existen las condiciones ambientales para su desarrollo, esto es precipitación líquida sobre 15mm, temperaturas adecuadas y humedad atmosférica estable.

• La tracción de los vehículos sobre las capas de sustratos arenosos remueve semillas, bulbos y tubérculos, además destruye madrigueras de polinizadores invertebrados que se mantienen en dormacia en dichos lugares, esperando las condiciones atmosféricas adecuadas que activan el germoplasma y con ello la producción primaria, base del ecosistema de dunas.

Por último, se recomienda realizar consulta a SERNATUR y Municipalidad de Copiapó respecto a la intervención de las bases y parte de la serranía dunar de la Gran Duna del Medanoso, la Duna más alta de Chile de 450 metros de altura, sitio de uso turístico por operadores de turismo de la región quienes realizan caminatas con visitantes donde la experiencia del visitante tiene relación directa con la belleza de las formaciones de dunas (Recurso Paisaje). Este atractivo turístico es promocionado por el Estado a través de SERNATUR y la plataforma Chile es Tuyo

Folio013559

https://chileestuyo.cl/itinerarios/playas-dunas-y-el-desierto-florido-un-viaje-inolvidable-por-atacama/ por lo cual el riesgo de afectar el paisaje del lugar con ésta actividad 4x4, es alta.

En conclusión y en base a lo expuesto se recomienda que el evento se realice fuera de las áreas mencionadas con actividad biológica y Sitio Prioritario, y que debido a la masividad del evento exista supervisión de parte del Estado.

Saluda atentamente a usted



SANDRA MORALES PEREZ
DIRECTORA REGIONAL
DIRECCIÓN REGIONAL ATACAMA

Incl.: Documento Digital: Área Germoplasma Desierto Florido
Documento Digital: Sitio Prioritario Desierto Florido

c.c.: Francisco Galleguillos Severino-Operador Oficina gestión de Emergencias y Catástrofe, Delegación Presidencial Regional de Atacama
Sebastián Alday Valdés-Jefe Depto Coordinación y Gestión Territorial, Delegación Presidencial Regional de Atacama

CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Norte en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales recibidos a través del memo interno recibido el 09 de julio del 2024, cuyo nombre de archivo es el siguiente:

KMZ “Area germoplasma Desierto Florido 2021-2022.kmz”



MINUTA
ÉXITO REPRODUCTIVO DE FLAMENCOS
SALAR DE MARICUNGA
REGIÓN DE ATACAMA
Fecha: 15 junio 2023

Contexto

Desde el año 1997 la Corporación Nacional Forestal (CONAF) a través de la Secretaría de Coordinación del Plan Nacional de Conservación de los Flamencos Altoandinos (CONAF macrozona norte) desarrolla monitoreos de las poblaciones y su hábitat, identificando sitios de alimentación y reproducción de flamencos altoandinos en 30 humedales entre las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta y Atacama.

En el caso particular de la región de Atacama se realiza cada año el censo estival de aves altoandinas durante la segunda quincena de enero abarcando 11 humedales altoandinos desde la Laguna del Negro Francisco por el sur hasta el Salar de Plato de sopa colindante con la región de Antofagasta, existiendo antecedentes de nidificación de flamencos de las 3 especies de flamencos altoandinos: Flamenco andino o Parina grande (Phoenicoparrus andinus) en Salar de Maricunga (1989), Laguna del Negro Francisco (2021) y Salares de Pedernales y de Piedra Parada (2018); Flamenco de James o Parina chica (Phoenicoparrus jamesi) en Salar Piedra Parada (1986 y 2018) y Laguna del Negro Francisco (2021 y 2022); y Flamenco chileno o austral (Phoenicopterus chilensis) en Laguna del Negro Francisco (2014, 2015, 2016, 2020, 2021 y 2022).

Hallazgo de flamencos en la Gran Laguna

Este año 2023 el equipo de Guardaparques del Parque Nacional Nevado de Tres Cruces (PNNTC) & Sitio Ramsar “Complejo Lacustre Laguna del Negro Francisco-Laguna Santa Rosa”, realizó el censo estival de aves altoandinas entre el 17 y 23 de enero 2023 abarcando todos los sitios con hábitat para aves y en específico para flamencos altoandinos, registrando el hallazgo de una colonia de flamencos en la Gran Laguna ubicada en el Salar de Maricunga **(figura 1)** a 3km al norte del límite del Parque Nacional Nevado de Tres Cruces y a 4km al norte del límite del Sitio Ramsar “Complejo Lacustre Laguna del Negro Francisco-Laguna Santa Rosa”.
Para verificar el hallazgo se realizó un segundo intento de acercamiento el día 22 de enero 2023, donde se pudo observar la presencia de aproximadamente 126 polluelos (Anexo I).



Figura 1. Colonia de flamencos.

Durante el mes de febrero se realizó un intento de ingreso al sector, pero debido a los efectos del invierno altiplánico los accesos por la costra salina estaban húmedos, por lo que se tomó la decisión de esperar hasta principios de marzo.

Segundo ingreso a la Gran Laguna

El domingo 05 de marzo se realizó un nuevo intento de acceder a la zona, pero ésta vez a través de una huella existente desde borde noreste del Salar de Maricunga, logrando acceder registrando la presencia de flamencos en distintas etapas reproductivas existiendo 5 colonias activas de nidificación con 144 nidos en proceso de incubación **(figura 2)**. Además, fue posible registrar la presencia de cerca de 400 volantones **(figura 3)** distribuidos en 3 agrupaciones, 2 de ellas observadas en la laguna principal del salar. Ver detalles en Anexo II.



Figura 2. Flamencos nidificando.

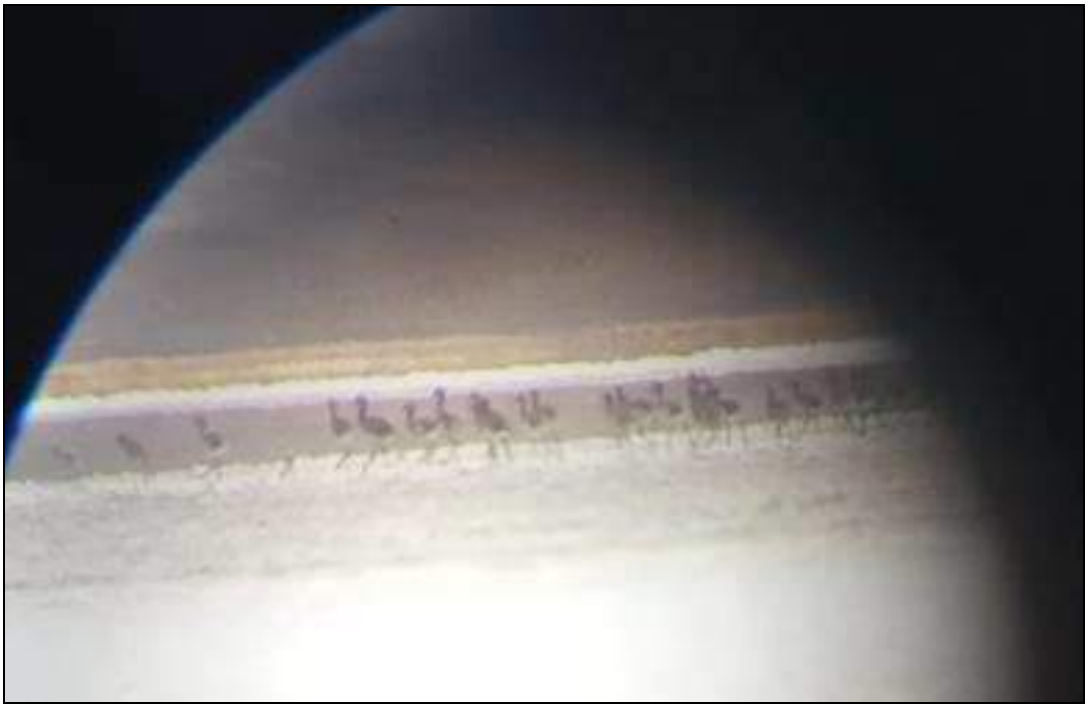


Figura 3. Flamencos volantones.

Evaluación del hallazgo

El domingo 12 de marzo de 2023 se efectuó una inspección al sitio, accediendo de forma segura en vehículo para posteriormente realizar un recorrido pedestre por la costra salina hasta llegar a la coordenada **UTM 489536E- 7020004N**, donde se realizaron las observaciones de campo mediante monoculares y levantamiento de RPA para la obtención de registros audiovisuales. Los detalles de la inspección pueden ser revisados en Reporte de éxito reproductivo en la Gran Laguna del Salar de Maricunga en Anexo III.
Los antecedentes obtenidos revelan la presencia de un total de **1.123 flamencos** en la Gran Laguna del Salar de Maricunga con el siguiente detalle:

Parina grande
Se registró un crèche de 859 ejemplares volantones (3 meses de edad) junto a 13 flamencos adultos cumpliendo el rol de nodrizas **(figura 4)**.
Flamenco chileno
Se registró un crèche de 38 ejemplares volantones junto a 1 ejemplar adulto cumpliendo el rol de nodriza **(figura 5)**.
Se registraron 212 flamencos adultos incubando, manteniendo una temperatura constante en los huevos **(figura 6)**.



Figura 4. Toma aérea de Crèche de parina grande en la Gran Laguna.



Figura 5. Toma aérea de Crèche de flamencos chilenos en la Gran Laguna.

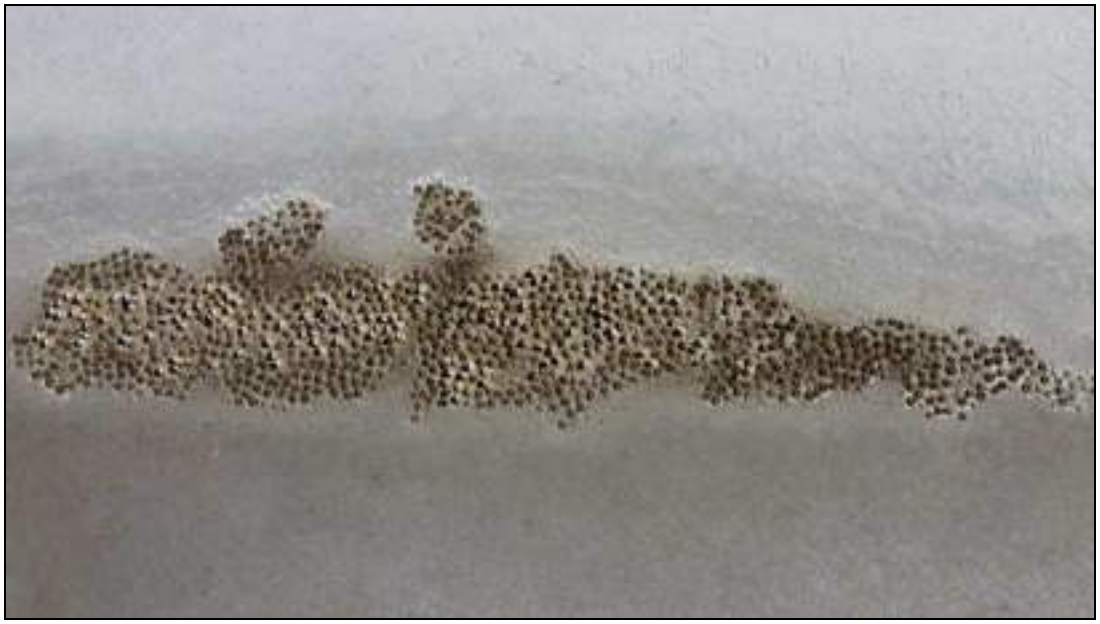


Figura 6. Toma aérea de etapa de incubación de flamencos chilenos en costra salina a un costado de la Gran Laguna.

Se verifica la existencia de una faena minera de exploración en proceso de perforación del salar a una distancia aproximada de 1.700mt **(figura 7)** de la colonia de nidificación. Se verifica en gabinete que pertenencen al proyecto “Exploración Salar de Maricunga”, del titular CODELCO.



Figura 7. Se logra obtener este registro utilizando el monocular, donde se observa una faena de perforación en el borde noroeste del Salar de Maricunga.

Evaluación de volantones y nidificantes

El miércoles 12 de abril se ingresa nuevamente al área de la Gran Laguna para verificar el estado estado de los flamencos volantes de las especies Parina grande y Flamencos chilenos, además de verificar el estado de la nidificación de flamencos chilenos.

De los 3 vuelos programados, se realizaron solo 2, debido a las condiciones ambientales por fuertes ráfagas de viento, sin embargo con el comienzo de los vientos se pudo observar, a través del uso de monocular, que un gran crèche de cientos de flamencos volantones, comenzó a alzar el vuelo, en prácticas de vuelos cortos a menos de 10m de altura y desplazamientos de 100m aproximadamente, lo cual es un buen indicador de la salud de la gran bandada, ya preparándose para el momento de abandonar el salar hacia tierras más bajas, probablemente hacia el Este de la cordillera de los andes, antes del inicio del congelamiento de las lagunas en el Salar de Maricunga.

De los 2 vuelos realizados, se pudo registrar un grupo de aproximadalemente 300 volantones de parina grande en un área de costra salina húmeda **(figura 8).**



Figura 8. Registro de volantones de parina grande.

Con el segundo vuelo se realiza un descenso en la colonia de nidificación abandonada y se realiza un barrido de toda esa área, registrando nidos que actuales (primer trimestre 2023), ya sea construidos y/o reparados, sin embargo también se aprecian nidos de una o dos temporadas anteriores **(figura 9)** y se observan circunferencias en la costra salina demostrando que este sitio ha sido utilizado por flamencos para su período reproductivo en años anteriores, estimando que tienen una data superior a 3 años, considerando que la costra salina del lugar está expuesta a las leves fluctuaciones del nivel de las aguas, por lo tanto los hallazgos de nidos mientras más cerca del espejo de agua, más probabilidad tienen de ser alcanzados por la humedad, sin embargo aquellas marcas circulares en la costra, sin elevación en forma de taza tienen una data superior a 3 años.



Figura 9. Nidos de flamencos de distintas temporadas (años) de nidificación.

En la **figura 10** se aprecia la diferencia estructural de nidos utilizados el presente año y otros nidos de años anteriores.



Figura 10. Comaparación formas de nidos del presente año y de años anteriores.

Evaluación período reproductivo de flamencos en la Gran Laguna

El día lunes 08 de Mayo se realiza la última visita de la temporada a la Gran Laguna con la finalidad de realizar un barrido con equipo RPA en toda el espejo lacustre y verificación de presencia de flamencos en las costra salina, para comprobar cuantos flamencos lograron levantar vuelo a humedales de tierras bajas, cuantos aún podrían quedar y cuantos muertos podrían encontrarse (acción de monitoreo de termino de período reproductivo de flamencos).

En el primer vuelo se logró registrar 112 volantones de Flamenco Andino junto a 14 adultos que cumplen el rol de “nodrizas”, todos en el agua. Si bien en la **figura 11** no se aprecia con claridad las aves, por la altura del vuelo de RPA, los registros en video si son identificables (disponibles).



Figura 11. Volantones y adultos nodrizas de Parina grande.

A través del uso de monocular se logró identificar un pequeño grupo de Parina chica (*Phoenicoparrus jamesi*) que se encontraba durmiendo. Se contabilizó 19 individuos en la laguna, 16 adultos y 3 juveniles **(figura 12).**



Figura 12. Pequeña bandada de Parina chica durmiendo.

El tercer vuelo, fue hacia un grupo de 5 volantones **(figura 13)** de especie no identificada que se encontraban al norte de la Gran Laguna, en la costra salina, aislados del grupo. Se logra ver que dos de ellos son de talla menor, lo que habla de inmadurez para el proceso de vuelo.



Figura 13. Volantones aislados en costra salina.

Finalmente, se realizó una revisión de los nidos que fueron abandonados por flamencos chilenos, logrando contabilizar 136.

Las causas del abandono de la colonia de incubación por parte de mas de 200 flamencos chilenos pueden: condiciones ambientales desfavorables (bajas temperaturas), predación de carnívoros terrestres como zorros culpeo o aéreos como halcón peregrino, y causas antropogénicas como son: intrusión y perturbación por acercamiento humano, alteración de la baj luminosidad nocturna producto de fuentes lumínicas en sitio de perforación minera, fuertes ruidos o espantamiento intencionado.

Por último en todos los barridos aéreos, no fueron identificados flamencos muertos.

Evaluación final

Los flamencos altoandinos nidifican desde fines de diciembre hasta fines de febrero y en casos excepcionales hasta principios de marzo. Su etología en esta fase inicial de vida pasa de ser polluelo, con plumaje blanco, por aproximadamente 3 semanas, para aumentar su talla y cambiar a plumas grises hasta el cumplimiento de 3 meses de edad, donde comienzan a aparecer las plumas remeras suavemente rosadas en su parte interior, en este momento comienzan sus prácticas de vuelo.

Antes de cumplir 4 meses los individuos elevan vuelo para dirigirse a humedales a menor altitud y/o donde se encuentren las condiciones atmosféricas adecuadas asi como la disponibilidad de alimento.

La inspección del día 08 de mayo entrega antecedentes para estimar un éxito de sobrevivencia de aproximadamente el 86% de los flamencos andinos volantones, los que lograron levantar vuelo a tierras bajas en humedales con condiciones ambientales favorables para enfrentar el invierno, como por ejemplo la ampliamente monitoreada Laguna Mar Chiquita, en Argentina. Lo anterior no significa que los 117 flamencos volantones que fueron registrados estén muertos, pero si a la fecha no lograron salir del Salar, es muy probable su deceso. Por ultimo, no se descarta que hayan podido despegar hacia el norte, al Salar de Pedernales.

CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Norte en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales recibidos a través del memo interno recibido el 09 de julio 2024, cuyos nombres de archivos son los siguientes:

“Registros Chinchillas abril 2024.png”



Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR) – Versión 2009-2012

Se puede descargar en la siguiente dirección: http://www.ramsar.org/ris/key_ris_index.htm.

Categorías aprobadas en la Recomendación 4.7 (1999) y modificadas por la Resolución VIII.13 de la 8ª Conferencia de las Partes Contratantes (2002) y Resoluciones IX.1, Anexo B, IX.6, IX.21 y IX. 22 de la 9ª Conferencia de las Partes Contratantes (2005).

Notas para el compilador de la información:

1. La FIR ha de ser llenada como se indica en la *Nota explicativa y lineamientos para llenar la Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar* adjunta. Se ruega encarecidamente al compilador que lea estas orientaciones antes de llenar la FIR.

2. Puede encontrar más información y orientaciones de apoyo a las designaciones de sitios Ramsar en el *Marco estratégico para el desarrollo futuro de la Lista de Humedales de Importancia Internacional* (Manual de Ramsar para el uso racional Nº 14, 3ª edición). Está en preparación una 4ª edición del Manual estará disponible en 2009.

3. Una vez llenada, se ruega mandar la FIR (y el o los correspondientes mapas) a la Secretaría de Ramsar. El compilador debe facilitarle un ejemplar electrónico de la FIR (MS Word) y, de ser posible, ejemplares digitales de todos los mapas.

---

1. Nombre y dirección del compilador de la Ficha:

PARA USO INTERNO DE LA OFICINA DE RAMSAR.

DD MM Y Y

Designation date | Site Reference Number

Compilador: Moisés P. Grimberg Pardo
Jefe Departamento de Áreas Silvestres Protegidas
Corporación Nacional Forestal Región Atacama
Dirección:
Teléfono
E-mail:

2. Fecha en que la Ficha se llenó /actualizó:

Finalizada el 23 de junio del 2011, recibida el 17 de Noviembre de 2009

3. País:

Chile

4. Nombre del sitio Ramsar:

El nombre exacto del sitio designado en uno de los tres idiomas oficiales (inglés, francés o español) de la Convención. Los nombres alternativos, incluido en el idioma o idiomas locales, deben figurar entre paréntesis a continuación de ese nombre exacto.

Complejo Lacustre Laguna del Negro Francisco y Laguna Santa Rosa

5. Designación de nuevos sitios Ramsar o actualización de los ya existentes:

Esta FIR es para (marque una sola casilla)**:**

a) Designar un nuevo sitio Ramsar ☐; o

b) Actualizar información sobre un sitio Ramsar existente ☒

Folio013575

6. Sólo para las actualizaciones de FIR, cambios en el sitio desde su designación o anterior actualización:

a) Límite y área del sitio

El límite y el área del sitio no se han modificado: ❑

Si el límite del sitio se ha modificado:
i) se ha delineado el límite con más exactitud ☒; o
ii) se ha ampliado el límite ❑; o
iii) se ha restringido el límite** ❑

y/o

Si se ha modificado el área del sitio:
i) se ha medido el área con más exactitud ☒; o
ii) se ha ampliado el área ❑; o
iii) se ha reducido el área** ❑

** Nota importante: Si el límite y/o el área del sitio designado está en proceso de restricción/reducción, la Parte Contratante debería haber seguido los procedimientos establecidos por la Conferencia de las Partes en el Anexo a la Resolución IX.6 de la COP9, y haber presentado un informe en consonancia con el párrafo 28 de ese anexo, antes de presentar y actualizar la FIR.

b) Describa brevemente cualquier cambio importante que se haya producido en las características ecológicas del sitio Ramsar, incluyendo la aplicación de los criterios, desde la anterior FIR para el sitio.

La experiencia de CONAF en torno a conocer el comportamiento del sitio a través de tiempo se ha basado en monitoreos de fauna y la observación de los cuerpos de agua superficial de dichos ecosistemas. Respecto a los monitoreos de fauna amenazada las poblaciones de flamencos y camélidos altoandinos han permanecido en general estables. Respecto a los espejos de agua superficial, a través de la observación por parte de guardaparques del Parque Nacional Nevado de Tres Cruces, se ha observado una reducción en el cuerpo de agua de la Laguna del Negro Francisco. No obstante, con la información que se maneja al momento de la elaboración de esta ficha, no es posible determinar los probables cambios que han ocurrido en las características ecológicas desde la designación del sitio.

No existen estudios científicos previos, de conocimiento de CONAF, que expliquen las razones de la reducción del cuerpo de agua de la laguna del Negro Francisco, si bien la actividad productiva preponderante en la cuenca que involucra a este sitio es la minería. Al respecto, existe una permanente demanda de territorios aledaños al Sitio Ramsar en torno a proyectos mineros que demandan a su vez, gran cantidad recursos hídricos presentes en la zona, los que podrían afectar las napas freáticas que aportan al sitio. Por tanto, es pertinente realizar estudios que permitan establecer criterios en torno al caudal ecológico que permita asegurar el mantenimiento de los acuíferos que sustentan las vegas, bofedales y la biodiversidad asociada de estos ecosistemas altoandinos.

7. Mapa del sitio:
Véanse las orientaciones detalladas sobre suministro de mapas en regla, incluidos los mapas digitales, que figuran en el anexo III de la *Nota explicativa y lineamientos*.

a) Se incluye un mapa del sitio, con límites claramente delineados, con el siguiente formato:
i**) versión impresa** (necesaria para inscribir el sitio en la Lista de Ramsar) ☒
ii**) formato electrónico** (por ejemplo, imagen JPEG o ArcView) ☒
iii) **un archivo SIG con tablas de atributos y vectores georreferenciados sobre los límites del sitio** ☒

b) Describa sucintamente el tipo de delineación de límites aplicado:
Por ejemplo, el límite coincide con el de un área natural protegida existente (reserva natural, parque nacional, etc.), o sigue una divisoria de captación de aguas, o una divisoria geopolítica como una jurisdicción de un gobierno local, sigue límites físicos como carreteras, una línea de costa o la ribera de un río, etc.

Folio013576

La delimitación del Sitio Ramsar considera tres grandes sectores: dos sectores del Parque Nacional Nevado de Tres Cruces (unidad que forma parte del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado chileno) y sector denominado corredor biológico Pantanillo - Cienaga Redonda, que une los otros dos sectores. Este corredor es de vital importancia para el tránsito de avifauna altoandina y camélidos (vicuñas,), y además, a través de él pasa uno de los principales afluentes y aportadores de agua a las lagunas, denominado río Astaburoaga, que en cierto lugar del corredor se divide, fluyendo una parte hacia la Laguna Santa Rosa y otra parte hacia la Laguna del Negro Francisco. Asimismo, el sitio cuenta con otro sector de menor tamaño, que corresponde al bofedal del Río La Gallina.

Referencia importante para acceder al sitio Ramsar es el acceso al Parque Nacional Nevado de Tres Cruces, a través del camino internacional hacia Argentina, que atraviesa el llano Ciénaga Redonda, en dirección Sur hasta llegar al Río Lamas.

A continuación, se describe brevemente cada uno de los sectores:

Sector A: Laguna Santa Rosa:
A partir del río Lamas, en dirección al Este, los límites en este sector del Sitio Ramsar, el más septentrional, están definidos por la unión de las altas cumbres del cerro Portezuelo (4.842 m.s.n.m.), y el cerro Cienaga Redonda (4.533 m.s.n.m). Hacia el Norte, el límite lo conforma el salar de Maricunga, cuya altitud promedio 3.750 m.s.n.m. Un tercio de este salar forma parte del sitio (también del parque nacional). La laguna Santa Rosa, que le da el nombre a este sector del sitio, y a su vez , a uno de los sectores del parque nacional, se encuentra en el límite Sur del salar de Maricunga. Desde esta laguna, hacia el Oeste, los límites van por las altas cumbres de varios cerros, que oscilan entre los 4.000 m.s.n.m. y los 4.885 m.s.n.m (cerro Santa Rosa). El límite Sur de este sector esta dado por una línea recta desde el cerro Santa Rosa en dirección al Este, hacia el cerro Cienaga Redonda.

Sector B: Pantanillo-Cienaga Redonda (Corredor Biológico):
Desde el límite Sur del sector anterior y por el costado Este del cerro Cienaga Redonda en dirección Sur por el camino vehicular que conecta los sectores A y C, se encuentra el sector Pantanillo-Ciénaga Redonda, que presenta áreas o parches de vegetación que corresponden a vegas y bofedales, los cuales a su vez conforman un corredor biológico, cuyos lugares de más importancia son: bofedal Cienaga Redonda, bofedal Quebrada Villalobos, vega Barros Negros y vega Pantanillo.

Sector C : Laguna del Negro Francisco:
Este es el sector más al Sur del Sitio Ramsar (también es parte del parque nacional), junto con el sector D. Se encuentra ubicado al Sur del corredor biológico, e incluye parte del Río Astaburuaga, que viene de Sur a Norte por la quebrada Pantanillo, para luego desviarse en dirección Sur-Oeste hacia la Laguna del Negro Francisco. Esta laguna está ubicada en la última cuenca endorreica altiplánica de Chile, en términos latitudinales. En el límite Norte del sitio, lo bordea la Sierra de Monardes, por el Oeste, y la Cordillera de Darwin y el volcán Copiapó, por el Norte. El límite Sur, corresponde al borde sur de la Laguna del Negro Francisco, con el sur-este del Llano del Negro Francisco.

Sector D: Bofedal del río La Gallina:
Proporcionalmente, este sector es de superficie muy pequeña en relación a los tres restantes. Es un bodefal que se encuentra aledaño a la laguna del Negro Francisco y está ubicado en dirección Sur-Oeste del sector C del sitio.

---

8. Coordenadas geográficas (latitud / longitud, en grados y minutos):
Proporcione las coordenadas del centro aproximado del sitio y/o los límites del mismo. Si éste se compone de más de un área separada, proporcione las coordenadas de cada una de esas áreas.

A continuación, se indican las coordenadas geográficas de los de los centros aproximados del sitio. No obstante, en el ANEXO 1, se incluyen TODAS las coordenadas de delimitación del sitio.

Folio013577

Sector A: Laguna Santa Rosa	27°04'S 69°10'O
Sector B: Corredor Biológico	
Área 1: Bofedal Cienaga Redonda	27º09'S 69º00'O
Área 2:Bofedal Quebrada Villalobos	27º12'S 69º01'O
Área 3:Vega Barros Negros	27º16'S 69º00'O
Área 4:Vega Pantanillo	27º21'S 69º00'O
Sector C: Laguna del Negro Francisco	27°27'S 69°13'O
Sector D: Bofedal del Río La Gallina	27º30'S 69º17'O

9. Ubicación general:
Indique en qué parte del país y en qué gran(des) región(es) administrativa(s) se halla el sitio, así como la ubicación de la localidad importante más cercana.

El sitio está localizado en la Región de Atacama (254.336 habitantes), Provincia de Copiapó, comunas de Copiapó y Tierra Amarilla, aproximadamente a 230 Km. de la ciudad de Copiapó (155.713 habitantes), Chile.

10. Altitud: (en metros: media y/o máxima y mínima)

Sector A: Laguna Santa Rosa	3.760 m.s.n.m. (máxima)
Sector B: Corredor Biológico	
Área 1: Bofedal Cienaga Redonda	3.946 m.s.n.m. (máxima)
Área 2:Bofedal Quebrada Villalobos	4.030 m.s.n.m. (máxima)
Área 3:Vega Barros Negros	4.089 m.s.n.m. (máxima)
Área 4:Vega Pantanillo	4.172 m.s.n.m. (máxima)
Sector C: Laguna del Negro Francisco	4.110 m.s.n.m. (máxima)
Sector D: Bofedal del Río La Gallina	4.363 m.s.n.m. (máxima)

11. Área: (en hectáreas)

El Sitio Ramsar consta de 62.460 ha, las cuales fueron designadas y constituidas en el año 1996.

Sector A: Laguna Santa Rosa	38.950 hectáreas
Sector B: Corredor Biológico	11.057 hectáreas
Sector C: Laguna del Negro Francisco	12.138 hectáreas
Sector D: Bofedal del Río La Gallina	315 hectáreas
Total Sitio RAMSAR	**62.460 hectáreas**

12. Descripción general del sitio:
Describa sucintamente en un corto párrafo las principales características ecológicas y la importancia del humedal.

El sitio está conformado principalmente por dos lagunas, tres bofedales y dos vegas. A continuación de hace una descripción general de ellos:

La laguna Santa Rosa es un humedal de tipo continental que se encuentra al sur del salar de Maricunga, conectado a éste por un canal de ancho variable que constituye dos cuerpos de agua de forma subtriangular, los cuales son aprovechados por las aves migratorias que llegan en la época estival. Este humedal presenta distintas conformaciones naturales, por lo cual se produce una segregación vegetacional

Folio013578

y faunística bien definida. La vegetación corresponde al tipo de vegas y bofedales y se distribuye de acuerdo a la gradiente de salinidad.

El corredor biológico Pantanillo-Cienaga Redonda conecta a la laguna del Negro Francisco y a la laguna Santa Rosa, sectores del Sitio Ramsar que a su vez son parte del Parque Nacional Nevado Tres Cruces, proporcionando refugios temporales para aves migratorias y un lugar adecuado para que puedan desarrollar sus ciclos biológicos. Las aves presentes en este sector presentan una riqueza superior a las 40 especies, destacándose las tres especies de flamencos (flamenco andino, flamenco chileno y flamenco de james). Para los mamíferos mayores, el corredor biológico representa un sector de refugio y alimentación, principalmente para los guanacos (*Lama guanicoe*) y vicuñas (*Vicugna vicugna*). Esto se ve reflejado en los informes de censos de camélidos, siendo el sector con mayor abundancia del sitio. El sector está constituido por quebradas y afloramientos de aguas subterráneas, y cursos de agua, entre los que se cuentan el río Villalobos y el río Astaburuaga, cuyas aguas originan un ambiente de vegas y bofedales, entre las que destacan, el bofedal de Ciénaga Redonda, la quebrada Villalobos y las vegas de Barros Negros y Pantanillo.

Las formaciones vegetacionales asociadas a este sector son principalmente bofedales, vegas y pajonales que se caracterizan por ser de estratos bajos, de características turbosas y asociados a cuerpos de aguas ya sean superficiales o subterráneas.

La laguna del Negro Francisco (Región de Atacama) constituye el espejo de agua más importante al sur del Salar de Atacama (Región de Antofagasta). Se trata de un humedal de tipo continental, compuesto a su vez, de una laguna salobre y otra salada, separadas por un cordón de material de aluvión y conectadas por un canal pegado a la orilla sur. En la Región de Atacama, representa el sitio de mayor concentración de las tres especies de flamencos sudamericanos, y el área más austral de distribución de la parina grande o flamenco andino (*Phoenicoparrus andinus).* El principal aporte de la laguna es el río Astaburuaga, el cual conforma una desembocadura con afloramientos subterráneos, donde se concentra la mayor cantidad de especies de aves limnícolas de la puna atacameña, especialmente chorlos y playeros, especies migratorias del hemisferio norte. Se presenta como un notable elemento regulador de los componentes bióticos y abióticos que forman la base de las tramas tróficas de los ecosistemas andinos de la región.

Finalmente, está el bofedal del río La Gallina, de menor superficie aunque importante, ya que aporta con aguas subterráneas a la laguna del Negro Francisco, y al igual que los otros bofedales que componen el sitio, es un lugar de preferencia para la nidificación de patos y otras aves.

13. Criterios de Ramsar:

Ponga una cruz en la casilla que se encuentre bajo el número correspondiente a cada Criterio aplicado para designar el sitio Ramsar. Véanse los Criterios en el anexo II de *Notas explicativas y lineamientos* y las instrucciones para aplicarlos (aprobadas en la Resolución VII.11).Marque con una cruz las casillas de todos los criterios que se aplican para el sitio.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
❑	x	x	x	❑	x	❑	❑	❑

14. Justificación de la aplicación de los criterios señalados en la sección 13 anterior:

Justifique la aplicación de los criterios señalados refiriéndose a ellos uno por uno y especificando a qué criterio se refiere cada explicación justificativa (Ver el anexo II, donde se dan orientaciones sobre modalidades aceptables de justificación).

Criterio 2: En la laguna del Negro Francisco, la laguna Santa Rosa y el corredor biológico Pantanillo Cienaga Redonda, es posible encontrar la comunidad faunística denominada Comunidad de los Salares. Entre las especies que la conforman se encuentran tres especies de flamencos sudamericanos, a saber, el flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*), la parina grande (*Phoenicoparrus andinus*) y la parina chica (*Phoenicoparrus jamesi*), todas catalogadas como "vulnerables"; el piuquén (*Chloephaga melanoptera*), considerada "vulnerable"; la tagua cornuda (*Fulica cornuta*) catalogada como "vulnerable", la gaviota andina (*Larus serranus*), considerada "rara". Entre los mamíferos, están el guanaco (*Lama guanicoe*) y la vicuña

Folio013579

(*Vicugna vicugna*), ambas catalogadas "en peligro". Esta última especie, se distribuye a lo largo de todo el corredor biológico Pantanillo Cienaga Redonda, desde el río Astaburuaga por el sur hasta la vega Ciénaga Redonda por el norte y representa casi un 50% del total de vicuñas censadas anualmente.

La siguiente tabla, compara para las especies antes señaladas, las categorías internacionales de la UICN con las categorías nacionales que indica la Ley de Caza chilena.

Especie	Categoría UICN	Ley de caza, 2009
Phoenicoparrus andinus	Vulnerable	Vulnerable
Phoenicoparrus jamesi	Near threatened (casi anemazado)	Vulnerable
Phoenicopterus chilensis	Near threatened (casi anemazado)	Vulnerable
Chloephaga melanoptera	Near threatened (casi anemazado)	Vulnerable
Fulica cornuta	Near threatened (casi anemazado)	Vulnerable
Larus serranus	Near threatened (casi anemazado)	Vulnerable
Tinamotis pentlandii	Least concern (preocupación menor)	Vulnerable
Lama guanicoe	Least concern (preocupación menor)	En Peligro
Vicugna vicugna	Least concern (preocupación menor)	En Peligro

Fuente: Departamento de Áreas Silvestres Protegidas – CONAF Atacama, 2010

Criterio 3: En la **laguna Santa Rosa** la fauna puede estar representada por 49 especies, correspondiendo 41 a aves y 8 a mamíferos, conformándose esta laguna en un lugar con una importante diversidad biológica. De estas especies, el 32.6% de ellas presenta algún problema de conservación. En el **corredor biológico Pantanillo Cienaga Redonda** es posible encontrar 28 especies, de las cuales 20 especies corresponden a aves, 5 a mamíferos y a 3 reptiles. En la **laguna del Negro Francisco** es posible encontrar 44 especies, de las cuales 32 corresponden a aves, 4 a reptiles y 8 a mamíferos, representando esta laguna. De estas especies, el 25% de ellas presenta algún problema de conservación. Algunas de las especies que es posible observar tanto en las lagunas como en el corredor biológico son migratorias, sobre todo aves, las cuales permanecen en la región biogeográfica durante la temporada estival.

Criterio 4: En el período estival del hemisferio sur, llegan hasta el sitio una variedad de aves migratorias provenientes del hemisferio norte, utilizando las lagunas del Sitio Ramsar como punto de parada para principalmente descansar y alimentarse. En el caso de algunas aves, como por ejemplo la parina grande (*Phoenicoparrus andinus*), se observa apareamiento en el mes de noviembre, mientras que otras aves, por ejemplo, la tagua cornuda (*Fulica cornuta*), el pato juarjual (*Lophonetta specularioides*), el piuquén (*Chloephaga melanoptera*) y la gaviota andina (*Larus serranus*), nidifican en ambas lagunas.

Criterio 6: Basado en los registros de Wetlands International, las poblaciones de aves acuáticas que alcanzan el umbral del 1% en el sitio son aquellas relativas a los flamencos sudamericanos: el flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*) presenta una población de 1409 individuos, la parina grande (*Phoenicoparrus andinus*) 3176 ejemplares y la parina chica (*Phoenicoparrus jamesi*) 1248 individuos, cifras promedio logradas a partir de los censos ejecutados en los últimos 5 años (2007-2011). En particular, el censo estival del año 2011 logró las siguientes cifras: 1252 individuos para flamenco chileno, 1971 para flamenco andino y 1882 para flamenco de james. Asimismo, otra población que alcanza el umbral del 1% es la de la tagua cornuda (*Fulica cornuta*), con 1017 ejemplares en promedio, considerando los últimos cinco años. Para esta especie, el censo estival del año 2011, registró 1337 individuos.

Con respecto a distribución de estas especies, se señala lo siguiente: el flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*) se distribuye en todo Chile, en las costas de la zona central y sur del país; también se encuentra en Perú, Brasil, Uruguay, Bolivia y Argentina. La parina grande o flamenco andino (*Phoenicoparrus andinus*) habita en el altiplano chileno, entre las regiones de Tarapacá y Atacama, y también en el altiplano de Argentina, Bolivia y Perú. La parina chica o flamenco de james (*Phoenicoparrus jamesi*), también se distribuye en el altiplano chileno, entre las regiones de Tarapacá y Atacama, así como en el altiplano de Argentina,

Folio013580

Bolivia y Perú. Cabe destacar que el flamenco andino, debido a que presenta una distribución más restringida y con una cantidad de individuos totales bastante menor en comparación con el flamenco chileno y el de james, llega a poblaciones de 40.000 individuos, mientras las poblaciones de flamenco chileno o de james superan los 200.000 ejemplares, respectivamente. El flamenco andino, en la época estival se cuenta prácticamente sólo con un 5% de la población total. Finalmente, para la especie tagua cornuda (*Fulica cornuta*), que habita en el altiplano chileno, su distribución en Chile está entre las regiones de Tarapacá y Atacama, y también vive en Argentina y Bolivia.

---

15. Biogeografía (requerido cuando se aplican los criterios 1 y/o 3 y en algunos casos de designación con arreglo al Criterio 2):
Indique la región biogeográfica donde se halla el sitio Ramsar y el sistema de regionalización biogeográfica que se ha aplicado.

a) región biogeográfica:
Región Neotropical

b) sistema de regionalización biogeográfica (incluya referencia bibliográfica):

De acuerdo a la clasificación y distribución geográfica de la vegetación (Gajardo, 1993), los humedales del Complejo Lacustre Laguna del Negro Francisco – Laguna Santa Rosa se encuentran inmersos en la Región de la Estepa Altoandina, Sub-región del Altiplano y la Puna. El complejo abarca dos formaciones vegetales: a) Estepa Desértica de los Salares Andinos, en la cual el paisaje está dominado por la presencia de los grandes salares andinos y cuya vegetación es muy rala; y b) Desierto Altoandino del Ojos del Salado, de altitud excepcional, en su mayor parte sobre los 5000 m.s.n.m.

En el Complejo Lacustre Laguna del Negro Francisco – Laguna Santa Rosa se encuentran dos comunidades de fauna (Mann, 1960): la Comunidad de los Salares y la Comunidad de la Puna Desértica. La Comunidad de los Salares se encuentra inserta dentro del Bioma del Desierto, por sobre los 3.000 m.s.n.m., altitudes en las cuales se encuentran las últimas manifestaciones de las cuencas endorreicas del Norte de Chile, que presentan comunidades faunísticas particulares. La fauna silvestre se estructura principalmente en torno de los espejos de agua de los salares y lagunas, y de la vegetación de los humedales andinos, producidos por afloramientos de agua o meandros de los ríos. El salar de Maricunga, la laguna Santa Rosa y la laguna del Negro Francisco, son áreas de concentración, alimentación y/o nidificación. La Comunidad de la Puna Desértica se encuentra inserta dentro del Bioma Altomontano, se localiza en una media de 5000 m.s.n.m. siendo favorecida o desmedrada por la mayor o menor disponibilidad de agua.

---

16. Características físicas del sitio:
Describa, según proceda: aspectos geológicos y geomorfológicos; orígenes - naturales o artificiales; hidrología; tipo de suelo; calidad del agua; profundidad y grado de permanencia del agua; fluctuaciones del nivel del agua; variaciones de las mareas; cuenca de escurrimiento; clima general, etc.

Geomorfológicamente, los sectores de la laguna Santa Rosa, del salar de Maricunga y de la laguna del Negro Francisco, pertenecen o están incluidas en las cuencas interandinas cerradas, es decir, corresponden a grandes depresiones endorreicas con características de altiplanicie, confinadas por cordones volcánicos rumbo Norte – Sur y otras menores de rumbo Este – Oeste. Las depresiones se encuentran ocupadas por grandes masas de sedimentos recientes y en sus puntos más bajos por salares y lagunas de agua salobre sin desagüe visible. El cordón oriental coincide con el límite internacional que posee cumbres entre los 4800 m.s.n.m y los 5000 m.s.n.m.

En la zona de las cuencas cerradas, el paisaje litológico es enteramente volcánico. Los cordones están constituidos por sucesivos aparatos volcánicos donde dominan las lavas andesíticas y basálticas, muchas veces de textura porfírica. En estas latitudes se pone término a las manifestaciones volcánicas. Estas depresiones están ocupadas por masas de clastos semiredondeados constituidos petrográficamente de lavas y piroclastos. La quebrada de Ciénaga Redonda que forma parte del corredor biológico, presenta a

un kilómetro de su boca, un tipo de angostura, en lava andesítica, de textura porfírica. La laguna del Negro Francisco y su bolsón adyacente están ubicados en una extensa fosa tectónica.

En cuanto al balance hídrico, la **laguna Santa Rosa** recibe un aporte de 6 litros/segundo, sus aguas poco aportan al canal que la une al salar de Maricunga 1,5 l/s, y no se conocen infiltraciones para esta laguna.

En el caso de la **laguna del Negro Francisco**, las dos lagunas que la conforman reciben un volumen de aporte similar, 258 l/s para la laguna salobre y 229 l/s para la laguna salada. No obstante, la laguna salobre es abierta, con un caudal saliente de unos 20 a 30 l/s, lo que limita su salinidad a valores inferiores a 10 g/l ; mientras, la laguna salada, que es totalmente cerrada, solamente puede perder salmueras por infiltración con un flujo probablemente inferior a 1 l/s.

La profundidad de la **laguna Santa Rosa** está estimada en 1,20 metros. En su sector más profundo, en tanto, la **laguna del Negro Francisco** alcanza una profundidad de 1,50 m. Ambas lagunas poseen aguas permanentes, que se congelan en invierno.

El clima del Sitio Ramsar corresponde al Desierto Frío de Montaña, el cual se define como un desierto frío donde el ritmo de las temperaturas esta determinado por la altitud. La característica más importante de este ambiente es la gran sequedad del aire y las diferencias térmicas estacionales y diurnas. El día es más o menos templado a causa de la insolación directa, pero las noches pueden ser notablemente frías, con temperaturas que alcanzan los –30 °C. Se estima que el promedio anual de precipitación en este sitio es de 100 a 120 mm.

En el sector **laguna Santa Rosa** existen varios arroyos cuenca arriba, que portan importantes recursos de agua. Sin embargo, el arsénico limita notablemente su uso potable. Además, la salinización por antiguas salmueras aumenta la salinidad de algunas napas, muy por encima de las normas chilenas de potabilidad o de riego. A pesar de esto, la potencialidad de la cuenca en recurso de agua es buena. Mezclando varias aguas se puede bajar su contenido en arsénico. Por otra parte, las reservas hídricas parecen altas, por el número elevado de arroyos existentes.

En el sector **laguna del Negro Francisco**, las aguas de mejor calidad para el consumo humano y el riego se encuentran al oeste de la cuenca. Varias otras aguas diluidas, no cumplen con las normas chilenas de potabilidad y riego, debido a un exceso de arsénico. Por ejemplo, uno de los aportes tiene una salinidad no muy elevada pero una concentración en arsénico 30 veces superior a la norma de potabilidad. El río Astaburuaga cumple con las exigencias de potabilidad para todos sus componentes excepto para el arsénico, el cual se encuentra 6 veces por encima de la norma. En resumen, las aguas diluidas del Este de la cuenca son abundantes, pero su calidad no es muy buena, especialmente por el contenido de arsénico; mientras que las aguas del Oeste no son importantes, pero si de buena calidad.

Fuente: CONAF. 1997

---

17. Características físicas de la zona de captación:

Describa su extensión, características geológicas y geomorfológicas generales, tipo de suelos en general, y clima (incluyendo el tipo de clima)

La cuenca de la **laguna Santa Rosa** cubre una superficie 3045 km^2, mientras que la cuenca de la **laguna del Negro Francisco** tiene una extensión de 933 km^2. El sitio se encuentra inserto en la denominada provincia fisiográfica del Altiplano, cuyos principales rasgos son las cuencas cerradas de las lagunas, además de los volcanes que rodean estas áreas planas de drenaje interior. Las terrazas casi continuas que bordean los ríos que alimentan a las lagunas, indican una bajada en el nivel base local de erosión. Las terrazas están cortadas en sedimentos fluviales clásticos y en algunos lugares son múltiples. Éstas desaparecen gradualmente cerca de las lagunas y así, ni terrazas lacustres ni playas circundan las lagunas. Los suelos son eminentemente minerales, de evolución precaria. Sus extremadamente bajos contenidos de materia orgánica, determinan una fertilidad muy escasa. Solamente en las escasas vegas presentes se encuentran suelos orgánicos. El clima corresponde al Desierto Frío de Montaña (Bek G), el cual se define

Folio013582

como un desierto frío donde el ritmo de las temperaturas esta determinado por la altitud. La característica más importante de este ambiente es la gran sequedad del aire y las diferencias térmicas estacionales y diurnas.

Fuente: CONAF. 1997

---

18. Valores hidrológicos:

Describa las funciones y valores del humedal con respecto a recarga de aguas subterráneas, control de inundaciones, retención de sedimentos, estabilización de la línea de costa, etc.

El Sitio Ramsar se encuentra principalmente inserto en la cuenca altoandina de Maricunga y la cuenca Negro Francisco. La depresión de Maricunga recibe alimentación desde el Este y el Sur – Este. Desde el Este, la alimenta la quebrada de Los Colorados y principalmente, el río Lamas. Este río, nace en unas llanuras a los pies del cerro Nevado de Tres Cruces y se sumerge en los sedimentos al borde de la depresión.

La laguna de Santa Rosa es una masa de agua situada en el rincón Suroeste de la depresión de Maricunga. Su espejo de agua está a 3715 m.s.n.m. Tiene forma subcircular de dimensiones aproximadas de 2 km (Norte – Sur) por 1 km de ancho promedio. Posee poca profundidad, encontrándose unida al salar de Maricunga, a través de dos cuerpos de agua de menor extensión. Sus aguas presentan altas salinidades 12000 mhos, congeladas en la época invernal, hasta septiembre u octubre. Los aportes hídricos provienen principalmente del salar de Maricunga, del derretimiento nival y de precipitaciones.

La laguna Negro Francisco, constituye el espejo de agua más importante al sur del salar de Atacama (Región de Antofagasta, el más grande del país), presentándose de esta manera como un notable elemento regulador de los factores bióticos y abióticos de los ecosistemas andinos. Las fluctuaciones del nivel hídrico han provocado el surgimiento de una antigua barrera de aluvión, la cual divide al espejo de agua en dos sectores de distinta salinidad y con una naturaleza del fondo también diferente. Las fluctuaciones de la superficie según diferentes estudios varían entre los 17 y 31 Km^2.

Ambas lagunas tienen una importante función como capturadoras de sedimentos.

Los aportes hídricos esta laguna se debe tanto a precipitaciones como al derretimiento de las nieves, cuyos caudales se infiltran en el subsuelo para aparecer como afloramiento cerca del espejo de agua.

Respecto al corredor biológico Pantanillo – Ciénaga Redonda, éste es otro de los sectores de alta fragilidad hídrica, ya que se encuentra inserto en su totalidad en la cuenca de Maricunga, la cual presenta un balance hídrico con dirección Norte. Por tanto, este corredor, es uno de los principales aportes de la laguna Santa Rosa y Salar de Maricunga.

Asimismo, el sector del corredor biológico presenta una gran importancia debido a su rol sistémico y ecológico, ya que es un área que permite dar continuidad a la protección del Parque Nacional Nevado de Tres Cruces y mantener los ciclos hidrológicos y biológicos que intervienen en estos ecosistemas.

---

19. Tipos de humedales

a) presencia:

Haga un círculo alrededor de los códigos correspondientes a los tipos de humedales del "Sistema de Clasificación de Tipos de Humedales" de Ramsar que hay en el sitio. En el anexo I de *Notas explicativas y lineamientos* se explica a qué humedales corresponden los distintos códigos.

Marino/costero: **A • B • C • D • E • F • G • H • I • J • K • Zk(a)**

Continental: **L • (M) • N • O • P • (Q) • R • Sp • Ss • Tp Ts • (U) • Va •**

Folio013583

Vt • W • Xf • Xp • Y • Zg• Zk(b)

Artificial: 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6 • 7 • 8 • 9 • Zk(c)

b) tipo dominante:
Enumere los tipos dominantes por orden de importancia (por zona) en el sitio Ramsar, empezando por el tipo que abraca más superficie.

Q: Lagos permanentes salinos/salobres
U: Turberas no arboladas (bofedales)
M: Ríos y arroyos permanentes

---

20. Características ecológicas generales:
Describa más detalladamente, según proceda, los principales hábitat, los tipos de vegetación y las comunidades vegetales y animales del sitio Ramsar, así como los servicios de los ecosistemas del sitio y los beneficios que se derivan de él.

La **laguna Santa Rosa** presenta un cuerpo de agua bien definido hacia el Oeste, y otros dos cuerpos hacia el Este. El cuerpo del Oeste presenta mayores dimensiones que los cuerpos del Este, y no se encuentra comunicado superficialmente con el salar de Maricunga. La vegetación está dominada fundamentalmente por cojinetes de *Scirpus* sp. de ancho variable, que se disponen en las orillas hasta una extensión de dos metros. Inmediatamente, aparece hacia las laderas la vegetación típica de estepa, compuesta fundamentalmente de *Stipa frigida*, la cual en sectores de mayor pendiente se asocia con *Adesmia aegiceras,* arbusto espinoso en forma de cojinetes semiesféricos. En algunas áreas, estas especies forman comunidades casi puras. Los cuerpos del Este son dos cuerpos de agua de forma subtriangular y que están unidos al salar de Maricunga por un canal de ancho variable. La vegetación corresponde al tipo de vegas y bofedales y se distribuye de acuerdo al gradiente de salinidad que puede alcanzar hasta unos 200 m de anchura, desde el borde de mayor salinidad, al de mayor humedad. La ribera se encuentra surcada por numerosos canales y lagunillas dispuestas en parches, y cuya la cubierta vegetacional es ampliamente favorecida en el número de especies y en la cobertura que alcanzan las mismas. Existe vegetación sumergida con algas. En general, la fisonomía de las orillas está dominada por cojinetes cespitosos de *Scirpus* sp y gramíneas. Hacia el borde donde la humedad disminuye, se encuentra como especie dominante *Deschampsia caespitosa* y a partir de esta zona, se extiende una rala vegetación de estepa, constituida por *Stipa frigida*.

El corredor biológico y humedal altoandino Pantanillo-Ciénaga Redonda proporciona refugios temporales para aves migratorias y un lugar adecuado para que puedan desarrollar sus ciclos biológicos. Las aves presentes en este sector presentan una riqueza superior a las 40 especies, destacándose las tres especies de flamencos (flamenco andino, flamenco chileno y flamenco de james). Para los mamíferos mayores, el corredor biológico representa un sector de refugio y alimentación, principalmente para los guanacos y vicuñas, esto se ve reflejado en los informes de censos de camélidos, siendo éste el sector con mayor abundancia.

---

21. Principales especies de flora:
Proporcione más información sobre especies determinadas y explique por qué son dignas de mención (ampliando, según sea necesario, la información presentada en la sección 14: Justificación para aplicar los Criterios), indicando, por ej., cuáles especies/comunidades son únicas, raras, amenazadas o biogeográficamente importantes, etc. *No incluya en este punto listas taxonómicas de las especies presentes en el sitio – tales listas se pueden facilitar como información complementaria.*

Los sectores en los que la vegetación tiene un mayor desarrollo son la laguna Santa Rosa, el salar de Maricunga, la quebrada Ciénaga Redonda y la laguna del Negro Francisco. Estos sectores se caracterizan por la presencia de humedales con gramíneas cespitosas, donde destacan *Deschampsia caespitosa*, *Deyeuxia vellutina*, *Scirpus sp.* y *Triglochin palustris*, en una sucesión que va desde terrenos con afloramientos salinos, hasta los ojos de agua del humedal. Estas especies, especialmente gramíneas, constituyen la principal fuente alimenticia de los camélidos presentes en el sitio.

Folio013584

Las formaciones vegetacionales asociadas a este sector son principalmente bofedales, vegas y pajonales que se caracterizan por ser de estratos bajos, de características turbosas y asociados a cuerpos de aguas ya sean superficiales o subterráneas. En particular, en el corredor biológico destacan como principales formaciones, las que a continuación se señalan:

Formación Bofedal
Son áreas que presentan dominancia de las especies con crecimiento en cojín formando cuerpos compactos, se caracterizan por presentar dominancia de *Oxycloe andina* y *Zameioscirpus atacamensis*. Generalmente, se encuentran asociados a niveles hídricos permanentes, cursos de agua corrientes o suelos sobresaturados, pueden ser divididos en salinos o no salinos dependiendo si su cubrimiento es mayor o menor a un 5% de sales superficiales (Ahumada, M. y Faúndez, L., 2009)

Formación de Vega.
Son áreas que presentan dominancia de las especies con crecimiento rizomatoso, formando un césped parejo o pequeños cojines herbáceos, donde la altura del estrato no supera los 30 cm. Se encuentra dominada por *Deyeuxia velutina* y en menor porcentaje *Deyeuxia eminens*, con especies acompañantes de *Calandinea compacta, Arenaria rivularis* y *Nastanthus caespitosus*. Las coberturas varían entre un 30% en suelos mas descubiertos y sobre un 70% en sectores con mayor vegetación. Su régimen hídrico se encuentra asociado a niveles freáticos superficiales o subsuperficiales. Pueden ser divididas en vegas salinas o no salinas si su porcentaje de sales es mayor o menor al 20% de cubrimiento (Ahumada, M. y Faúndez, L., 2009)

Formación Pajonal Hídrico.
Son áreas que presentan dominancia de las especies con crecimiento cespitoso, donde el estrato alcanza una altura de entre 40 – 60 cm, las especies dominantes corresponden a *Deyeuxia eminens* y *Deyeuxia velutina*, con coberturas que superan el 50% en sectores con altos porcentajes de cobertura vegetal. Asociados a este tipo de formación, es frecuente encontrar la presencia de un musgo característico del género *Bryum*, además de especies hidrófilas como *Potamogeton strictus*, *Rupia marítima* y *Myriophyllum quítense*. Los aportes hídricos de esta formación son variados, se encuentran asociados a suministros hídricos estables o permanentes y niveles freáticos medios o altos. Esta formación puede clasificarse en salina o no salina si su superficie de afloramiento de sales es menor a 30% o mayor a 30%.

22. Principales especies de fauna:

Proporcione más información sobre especies determinadas y explique por qué son dignas de mención (ampliando, según sea necesario, la información presentada en la sección 14: Justificación para aplicar los Criterios), indicando, por ej., cuáles especies/comunidades son únicas, raras, amenazadas o biogeográficamente importantes, etc., incluyendo datos de conteo. *No incluya listas de datos taxonómicos sobre las especies presentes en el sitio – tales listos se pueden facilitar como información complementaria.*

En la **laguna Santa Rosa,** la fauna puede estar representada por 49 especies, correspondiendo 41 a aves y 8 a mamíferos, conformándose esta laguna en un lugar con una importante diversidad biológica. De estas especies, el 32.6% de ellas presenta algún problema de conservación. En el **corredor biológico Pantanillo Cienaga Redonda** es posible encontrar 28 especies, de las cuales 20 especies corresponden a aves, 5 a mamíferos y a 3 reptiles. En la **laguna del Negro Francisco** es posible encontrar 44 especies de las cuales 32 corresponden a aves, 4 a reptiles y 8 a mamíferos, conformándose esta laguna en un lugar con una importante diversidad biológica. De estas especies el 25% de ellas presenta algún problema de conservación. De igual manera, estas mismas especies de la laguna del Negro Francisco es posible encontrarlas en el sector del bofedal del río de la Gallina. Algunas de las especies que es posible observar en estos cuatro sectores del sitio son migratorias, en especial aves, las cuales permanecen en la región biogeográfica durante la temporada estival.

En la laguna del Negro Francisco, la laguna Santa Rosa y el corredor biológico Pantanillo Cienaga Redonda, es posible encontrar la comunidad faunística denominada Comunidad de los Salares. Entre las especies que la conforman se encuentran tres especies de flamencos sudamericanos, a saber, el flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*), la parina grande (*Phoenicoparrus andinus*) y la parina chica

Folio013585

(*Phoenicoparrus jamesi*), todas catalogadas como vulnerables; el piuquén (*Chloephaga melanoptera*), considerada vulnerable; la tagua cornuda (*Fulica cornuta*) catalogada como vulnerable, gaviota andina (*Larus serranus*), considerada rara. Entre los mamíferos, están el guanaco (*Lama guanicoe*) y la vicuña (*Vicugna vicugna*), ambas catalogadas en peligro. Esta última especie, se distribuye a lo largo de todo el corredor biológico Pantanillo Cienaga Redonda, desde el Río Astaburuaga por el sur hasta la vega Ciénaga redonda por el norte y representa casi un 50% del total de vicuñas censadas anualmente.

El listado completo de las especies de fauna presentes en cada sector del sitio, se encuentran en el ANEXO 2 de la presente ficha.

23. Valores sociales y culturales:

a) Describa si el sitio posee algún tipo de valores sociales y/o culturales en general, por ej., producción pesquera, silvicultura, importancia religiosa, lugares de interés arqueológico, relaciones sociales con el humedal, etc. Distinga entre significado histórico/arqueológico/religioso y los valores socioeconómicos actuales.

La existencia de humedales dentro y en la zona aledaña al Sitio Ramsar siempre ha estado asociada a la presencia de gran cantidad de fauna silvestre, la que debió haber sido una buena fuente de alimento para cazadores nómades y para viajeros que pasaban la cordillera desde épocas históricas.

El Sitio Ramsar se encuentra en la ruta que parte desde el paso internacional de San Francisco (Chile-Argentina), el que ha sido gravitante en la historia y en las comunicaciones de la región y del país. Este paso ha sido usado desde tiempos inmemoriales como vía de tránsito, desde el tiempo de los incas y posteriormente por los españoles, con el propósito de ampliar su área de conquista en América del Sur. Actualmente, aún cuando el tránsito por el paso internacional no es muy frecuente, existe un complejo aduanero de excelentes condiciones y, tanto las autoridades como los privados de ambos países, propician por esta vía, un intercambio comercial y turístico que de más actividad a las ciudades limítrofes.

Dentro de la superficie que encierran los sectores del sitio, no existen antecedentes de hallazgos arqueológicos importantes. Sin embargo, en dos lugares relativamente cercanos se han encontrado evidencias interesantes de la presencia inca prehispánica, en el Volcán Azufre o Copiapó y en el Nevado Jotabeche. En la cumbre del Volcán Copiapó se encontró un sitio ceremonial incaico compuesto por dos plataformas en las que se encontraron algunos objetos muy interesantes como plumas, pedazos de huesos, madera, cordones de fibras, figuras de llama y de hombre confeccionadas en concha de *Spondylus* y de una mujer confeccionada en plata. En el Nevado Jotabeche existe una plataforma rectangular de aproximadamente 10 metros de largo y 7 metros de ancho, encontrándose en este sitio ceremonial madera, carbón, paja, hilo, un pedazo circular de madera y un trozo pequeño de tela.

Respecto de la minería, ésta ha sido la principal actividad que ha existido en la zona, teniendo múltiples altibajos de acuerdo a los tipos, calidades (leyes), precios y costos de los minerales extraídos. Sobre todo el sector de Laguna Santa Rosa – salar de Maricunga, ha sido lugar de tránsito hacia Argentina, a través del paso de San Francisco. Este sector fue usado desde el tiempo de la invasión de los incas para traspasar la cordillera de Los Andes y posteriormente por los españoles, con el mismo propósito.

La actividad minera se ha visto fuertemente incrementada en los últimos años en zonas aledañas al sitio, con la instalación de grandes faenas y campamentos, lo que hace poner especial atención a la mantención de los humedales, ya que uno de los principales recursos que estas empresas requieren para el desarrollo de sus actividades es el agua.

También en el sitio, ha habido un uso histórico de las vegas para ganadería de veranadas o en ocasiones, de zona de paso y descanso de ganado traído desde Argentina. En la actualidad el uso ganadero ya no existe y sus vegas son utilizadas solamente por animales silvestres (vicuñas y guanacos).

En relación a la actividad turística en el sitio, ésta ha ido en aumento, ya que la zona es reconocida internacionalmente por sus atributos de alta montaña y por la existencia de varias cumbres que están

Folio013586

sobre los 6.000 m.s.n.m., entre ellas la del Nevado Ojos Del Salado. En su mayoría, se trata de montañistas extranjeros, quienes realizan sus actividades de aclimatación en el sector de la laguna Santa Rosa, aprovechando de contemplar la rica biodiversidad existente en el área. Esta actividad se incrementa año a año en un 5%, por lo que representa para la Región de Atacama, una zona de potencial turístico de interés internacional.

b) ¿Se considera que el sitio tiene importancia internacional para tener, además de valores ecológicos relevantes, ejemplos de valores culturales significativos, ya sean materiales o inmateriales, vinculados a su origen, conservación y/o funcionamiento ecológico?

De ser así, marque con una cruz esta casilla ❑ y describa esa importancia bajo una o más de las siguientes categorías:

i) sitios que ofrecen un modelo de uso racional de humedales, que demuestren la aplicación de conocimiento tradicional y métodos de manejo y uso que mantengan las características ecológicas de los humedales:
ii) sitios en donde haya tradiciones o registros culturales excepcionales de antiguas civilizaciones que hayan influido en las características ecológicas del humedal:
iii) sitios donde las características ecológicas del humedal dependen de la interacción con las comunidades locales o los pueblos indígenas:
iv) sitios donde valores pertinentes no materiales como sitios sagrados están presentes y su existencia se vincula estrechamente con el mantenimiento de las características ecológicas del humedal.

24. Tenencia de la tierra / régimen de propiedad:

a) dentro del sitio Ramsar:

El territorio del sitio es del fisco chileno, representado por el Ministerio de Bienes Nacionales. En particular, los sectores del sitio denominados "Laguna Negro Francisco" y "Laguna Santa Rosa" son parte del Parque Nacional Nevado de Tres Cruces. Dicho parque está inscrito en el Registro de Propiedad del año 1964, del Conservador de Bienes Raíces de Copiapó a fs. 527 vta. N°500.

El resto de los sectores del Sitio Ramsar, es decir, los sectores "Pantanillo-Ciénaga Redonda (corredor biológico)" y "bofedal del río La Gallina" son terrenos fiscales administrados por el Ministerio de Bienes Nacionales.

b) en la zona circundante:

Corresponde a terrenos fiscales y terrenos privados.

25. Uso actual del suelo (comprendido el aprovechamiento del agua):

a) dentro del sitio Ramsar:

Se realizan actividades de investigación, turismo y recreación, especialmente durante el periodo estival. El sitio es aprovechado en toda su extensión.

b) en la zona circundante /cuenca:

Actividad minera, turística y de interés científico

26. Factores adversos (pasados, presentes o potenciales) que afecten a las características ecológicas del sitio, incluidos cambios en el uso del suelo (comprendido el aprovechamiento del agua) y de proyectos de desarrollo:

a) dentro del sitio Ramsar:

El principal factor adverso que afecta las características ecológicas del sitio es la actividad minera en ejecución y las prospecciones de proyectos futuros. En este sentido, se han evidenciado una serie de actividades asociadas a la actividad minera que se transforman en amenazas, como son la extracción ilegal

Folio013587

de agua, la contaminación y modificación de cursos superficiales de agua y el ingreso de vehículos a sectores con vegetación azonal en el humedal.

Por otra parte, respecto a la actividad turística en la zona, si bien ésta puede generar impactos sobre los procesos de nidificación de las aves altoandinas, ésta en realidad es potencial ya que hasta ahora el Parque Nacional y el Sitio Ramsar en su conjunto, registran una baja visitación.

b) en la zona circundante:

El mayor impacto de presiones antrópicas negativas en la zona circundante está determinado por el uso consuntivo indirecto del agua, por parte de las empresas mineras que laboran en el altiplano de la Región de Atacama. Sin embargo, también son motivo de preocupación los posibles efectos de exploraciones y prospecciones mineras realizadas en las inmediaciones del Sitio Ramsar, en cuanto al inminente uso directo e indirecto de sus aguas. Estas acciones nombradas traen como consecuencia, la apertura de huellas y en algunos casos, de caminos, que permiten acceder a lugares antes prácticamente inaccesibles, dado lo abrupto de sus localizaciones.

Otra de las actividades que reviste cierto nivel de presión en la zona es la actividad turística, si bien ésta se presenta en forma discontinua y poco persistente. Esta actividad produce algunos impactos debido a la apertura de huellas en lugares aledaños al sitio Ramsar, lo que también puede tener incidencia en él, ya que se generan accesos no autorizados para el uso público al interior del sitio. Igualmente, esta actividad genera contaminación con residuos domésticos (en baja cantidad e intensidad) y la perturbación de la fauna con comportamientos no compatibles.

27. Medidas de conservación adoptadas:

a) Indique la categoría nacional y/o internacional y el régimen jurídico de las áreas protegidas, especificando la relación de sus límites con los del sitio Ramsar:

La laguna del Negro Francisco y la laguna Santa Rosa, sectores del Sitio Ramsar, se encuentran ubicadas dentro de los límites del Parque Nacional Nevado Tres Cruces, que forma parte del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE). Esta unidad fue creada a través del Decreto N°947 del Ministerio de Bienes Nacionales, publicado el 8 de Noviembre de 1994 en el Diario Oficial. Los otros sectores del sitio, vale decir, el "corredor biológico Pantanillo y Cienaga La Redonda" y el "bofedal del río La Gallina", no poseen figura de conservación legal en el país. Para el caso de corredor biológico, se encuentra en trámite la creación de una nueva área silvestre protegida que lo contemple.

b) Cuando proceda, enumere la categoría o categorías de áreas protegidas de la UICN (1994) que son de aplicación en el sitio (marque con una cruz la casilla o casillas correspondientes):

Ia ❑; Ib ❑; II ❑; III ☒; IV ❑; V ❑; VI ❑

c) ¿Existe algún plan de manejo oficialmente aprobado? ¿Se aplica ese plan?

Existe actualmente el plan de manejo del Parque Nacional Nevado Tres Cruces, documento aprobado en el mes de Abril de 1997 por Resolución N°147 y que se encuentra plenamente vigente. Durante el año 2011 CONAF ha iniciado gestiones para actualizar dicho plan. La meta es tenerlo actualizado a finales del año 2011.

d) Describa cualquier otra práctica de manejo que se utilice:

Otros instrumentos que se aplican actualmente para el manejo del área son:

Folio013588

- El Plan de Acción para la Conservación y Uso Sustentable de los Humedales Altoandinos, documento aprobado por la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y Convención Ramsar en el año 2002;
- El Programa Nacional para la Conservación de Humedales del SNASPE (CONAF, 2010), documento de planificación marco para el quehacer de CONAF en torno a los humedales que se encuentran al interior del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE).

28. Medidas de conservación propuestas pendientes de aplicación:
por ej., planes de manejo en preparación; propuestas oficiales de creación de áreas protegidas, etc.

- Actualizar el plan de manejo del Parque Nacional Nevado de Tres Cruces.
- Instalar un programa de monitoreo integrado de humedales altoandinos (escala macro, en el contexto de todos los ecosistemas altoandinos del norte de Chile) y además, un programa de monitoreo específico para el Sitio Ramsar (escala micro).
- Elaborar un plan de manejo específico para el Sitio Ramsar.
- Actualizar la cartográfica geodésica para todo el Sitio Ramsar.

29. Actividades de investigación e infraestructura existentes:
por ej., proyectos de investigación en ejecución, comprendidos los de monitoreo de la biodiversidad; estaciones de investigación, etc.

Actualmente (año 2011), la Corporación Nacional Forestal Región de Atacama, en conjunto con actores privados y públicos con presencia en el territorio, realiza investigaciones que permitirán generar y complementar el conocimiento de los ecosistemas altoandinos y su biodiversidad. Entre estas investigaciones están:

- Investigación 1: "Estudio sobre distribución, abundancia, estado genético, dieta y amenazas de *Lama guanicoe* y *Vicugna vicugna* en la zona de influencia y zonas aledañas al Parque Nacional Nevado de Tres Cruces" 2010 – 2011 (Convenio CONAF – Compañía Minera Maricunga, por 13 millones pesos chilenos)

- Investigación 2: "Levantamiento de información biológica y planificación del monitoreo de los sistemas vegetacionales azonales hídricos del sitio prioritario Corredor Biológico Pantanillo" 2010 – 2011 (Ministerio de Medio Ambiente, Región de Atacama – Centro Regional de Investigación y Desarrollo Sustentable de Atacama CRIDESAT – CONAF, por 7 millones pesos chilenos)

30. Actividades existentes de comunicación, educación y concienciación del público (CECoP) que se relacionen con un beneficio del sitio:
por ej., centro de visitantes, observatorios, senderos de observación de la naturaleza, folletos informativos, facilidades para visitas escolares, etc.

La administración del sitio se encuentra en el sector Laguna del Negro Francisco, en las cercanías de dicha laguna.

Sobre las instalaciones. Existen las que se mencionan a continuación:

- Refugio rústico en el sector Laguna Santa Rosa.
- Guardería en el sector Laguna del Negro Francisco.
- Casa de huéspedes para visitantes y turistas en el sector Laguna del Negro Francisco, con capacidad para 12 personas, con duchas y agua caliente, cocinilla y camas que incluyen sólo colchón. Se aconseja llevar agua potable para consumo humano, gas y sacos de dormir.

Folio013589

Sobre los caminos y senderos de excursión. Se trata de los siguientes:

- Camino vehicular en el sector "corredor biológico Pantanillo-Ciénaga Redonda", que conecta los sectores "Lagunas Santa Rosa" y "Laguna Negro Francisco".

- Sendero de interpretación ambiental en la ribera suroeste de la Laguna del Negro Francisco, donde el visitante puede observar y reconocer la avifauna acuática del sector, así como la vegetación de bofedal que allí se encuentra. Se puede recorrer a pié o en vehículo.

- Sendero de interpretación ambiental en el sector "Río La Gallina", el cual permite la observación y reconocimiento de fauna terrestre de quebradas cordilleranas y de flora arbustiva de altura. Se puede llegar en vehículo hasta la estación de partida.

- Sendero de interpretación ambiental en la Quebrada Santa Rosa, donde el visitante puede observar colonias de vizcacha (*Lagidium viscacia*), de chululo o tuco-tuco de Atacama (*Stenomys fulvus*), así como varios elementos de la avifauna andina. Vegetacionalmente, este lugar es una muestra representativa de una aguada de montaña. Se puede llegar en vehículo hasta la estación inicial.

- Tramo Las Lagunas, perteneciente a la iniciativa gubernamental denominada Sendero de Chile (http://www.senderodechile.cl), inaugurado en noviembre del 2005. Este proyecto nacional tiene la finalidad de valorizar las bellezas naturales y culturales del país.

Sobre los miradores. Se cuenta con los siguientes:

- Uno en Laguna del Negro Francisco.
- Uno en Laguna Santa Rosa y Salar de Maricunga.

Otros Servicios, aledaños al Sitio Ramsar

- Bencina: En la ciudad de Copiapó
- Teléfono: En el Complejo aduanero Maricunga y en la ciudad de Copiapó.
- Posta primeros auxilios: En la ciudad de Copiapó.
- Carabineros: En el Complejo aduanero Maricunga y en la ciudad de Copiapó.
- Venta de alimentos: En la ciudad de Copiapó.
- Alojamiento: En la ciudad de Copiapó y en la Laguna del Negro Francisco.
- Correo y otros servicios: En la ciudad de Copiapó.

---

31. Actividades turísticas y recreativas:
Señale si el humedal se emplea para turismo/recreación; indique tipos y frecuencia/intensidad.

Dentro del sitio, particularmente en aquellos sectores que forman parte del Parque Nacional Nevado de Tres Cruces, se ofrece al visitante la ejecución de variadas actividades relacionadas con el ecoturismo, donde el montañismo y la observación de fauna silvestre asociada a los humedales altoandinos, son los más importantes.

Otras actividades recreativas posibles de practicar en el sitio son el cicloturismo, safari fotográfico, la observación astronómica, la observación de sitios arqueológicos y el trekking. En cuanto a facilidades para alojar, el parque posee un refugio para 15 personas, ubicado en el sector Laguna del Negro Francisco, el que cuenta con calefacción, dormitorios, cocina y servicios higiénicos.

---

32. Jurisdicción:
Incluya la territorial, por ej., estatal/regional y funcional/sectorial, por ej., Ministerio de Agricultura/de Medio Ambiente, etc.

Folio013590

El sitio se encuentra en la Región de Atacama, Provincia de Copiapó y Comunas de Copiapó y Tierra Amarilla. Es administrado por la Corporación Nacional Forestal, servicio dependiente del Ministerio de Agricultura, organismo del Estado de Chile.

---

33. Autoridad responsable del manejo:

Indique el nombre y la dirección de la oficina local de la agencia u organismo directamente responsable del manejo del humedal (si hubiera más de una lístelas a todas). De ser posible, indique también el cargo y/o el nombre de la persona o las personas responsables.

Entidad del Estado: Corporación Nacional F
Dirección de la Oficina Regional: Juan Martínez 55, Teléfono: 56-52-213404, Copiapó
Director Regional, CONAF Región Atacama: Diego Morales Banda
Responsable del manejo del área: Moisés Grimberg Pardo / Jefe Departamento de Áreas Silvestres Protegidas CONAF Región Atacama
Correos electrónicos: ;

---

34. Referencias bibliográficas:

Cite fuentes científicas/técnicas únicamente. En caso de aplicación de un sistema de regionalización biogeográfica (véase la sección 13), incluya una bibliografía sobre dicho sistema.

- AHUMADA, M. y FAÚNDEZ, L. 2009. Guía descriptiva de los sistemas vegetacionales azonales hídricos terrestres de la ecorregión altiplánica (SVAHT). División de Protección de los Recursos Naturales Renovables, Servicio Agrícola y Ganadero. Chile. 112 p.

- CONAF, 1997. Plan de Manejo Parque Nacional Nevado Tres Cruces. Documento de Trabajo N° 255. Chile. 117 p.

- CONAF, 2003. Plan de Acción para la Conservación y Uso Sustentable de los Humedales Altoandinos. Chile. 38 p.

- CONAF, 2010. Censo de Camélidos Altoandinos 2010. Documento de Trabajo. Chile.

- CONAF, 2010. Censo Estival de Avifauna Altoandina 2010. Documento de Trabajo. Chile. 45 p.

- CONAF, 2010. Programa Nacional de Conservación de Humedales insertos en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado. Chile. 51 p.

- GAJARDO, R. 1993, La vegetación natural de Chile, clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 165 p.

- MANN , G. 1960. Regiones Biogeográficas de Chile. En Inv. Zool. Chilenas 6: 15-49

- RISACHER, F.; ALONSO, H. & y SALAZAR, C. 1998. Geoquímica de Aguas en Cuencas Cerradas I, II, III Regiones – Chile. Convenio Cooperación DGA – UCN – ORSTOM. Chile. 80 pp.

INFORME TÉCNICO

"ESTUDIO MULTITEMPORAL DE LA VEGETACIÓN AZONAL HÍDRICA, SECTORES PANTANILLO, VALLE ANCHO, BARROS NEGROS Y CIÉNAGA REDONDA"

INFORME FINAL

Preparado por
Biota Gestión y Consultorías Ambientales Ltda.

Para

Kinross

Junio de 2015

Folio013592

INFORME TÉCNICO

"ESTUDIO MULTITEMPORAL DE LA VEGETACIÓN AZONAL HÍDRICA, SECTORES PANTANILLO, VALLE ANCHO, BARROS NEGROS Y CIÉNAGA REDONDA"

INFORME FINAL

Empresa Ejecutora: Biota Gestión y Consultorías Ambientales Ltda.
Domicilio: Miguel Claro 1224, Providencia.
Representante legal: Patricio Bobadilla Z.

Encargado del Estudio: Luis Faúndez Y. Director de Proyectos.

Equipo Técnico: Luis Faúndez Y.
Miguel Escobar V.

……

Responsable Técnico
Luis Faúndez Yancas
Ingeniero Agrónomo
RUN

Folio013593

INDICE DE CONTENIDOS

1. RESUMEN EJECUTIVO 2

2. INTRODUCCIÓN 3

3. OBJETIVOS 4

3.1. Objetivo general 4

3.2. Objetivos específicos 4

4. EQUIPO TÉCNICO 4

5. ÁREA DE ESTUDIO 4

6. METODOLOGÍA 6

6.1. Revisión bibliográfica y antecedentes previos en el área de estudio 6

6.2. Recopilación de imágenes satelitales y obtención de índices de superficie 7

6.3. Determinación del estado de la vegetación azonal hídrica 8

6.4. Identificación de las áreas de cambio en el estado de la vegetación azonal hídrica 9

6.5. Delimitación y sub-división de los humedales 9

7. RESULTADOS 10

7.1. Humedal de Pantanillo 10

7.1.1. Delimitación, estimación de la superficie y condición actual de las unidades de vegetación hídrica 10

7.1.2. Análisis multitemporal de la actividad de la vegetación azonal hídrica 11

7.2. Humedal de Valle Ancho 12

7.2.1. Delimitación, estimación de la superficie y condición actual de las unidades de vegetación hídrica 12

7.2.2. Análisis multitemporal de la actividad de la vegetación azonal hídrica 14

7.3. Humedal de Barros Negros 17

7.3.1. Delimitación, estimación de la superficie y condición actual de las unidades de vegetación hídrica 17

7.3.2. Análisis multitemporal de la actividad de la vegetación azonal hídrica 18

7.4. Humedal de Ciénaga Redonda 20

7.4.1. Delimitación, estimación de la superficie y condición actual de las unidades de vegetación hídrica 20

7.4.2. Análisis multitemporal de la actividad de la vegetación azonal hídrica 21

7.5. Existencia de posibles procesos de desecamiento a macroescala en la región de Atacama 22

8. CONCLUSIONES 24

9. BIBLIOGRAFÍA 25

10. ANEXOS 26

Folio013594

1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento corresponde al estudio multitemporal para el período comprendido entre los años 1985 y 2014 de la vegetación azonal hídrica presente en los humedales de Pantanillo, Valle Ancho, Barros Negros y Ciénaga Redonda mediante el uso de imágenes satelitales y fotografías aéreas de alta resolución. El objetivo es establecer un marco de referencia cartográfico en donde se visualicen las áreas en cada uno de los humedales y su estado actual, determinando, además, la fecha estimada en que estos sistemas de vegetación azonal hídrica evidenciaron una disminución en su condición biológica, de modo de vincularlo, o no, al posible efecto de las captaciones de aguas en el sector de Pantanillo. Adicionalmente, se analizó la posible existencia de procesos de desecamiento a macroescala (sector geográfico) que estén afectando a este tipo de vegetación.

El marco de referencia cartográfico, determinación de la superficie y condición de los distintos humedales, se realizó por medio de la delimitación de unidades mediante fotointerpretación visual de imágenes de alta resolución, usando como apoyo imágenes multiespectrales Landsat (5, 7 y 8) y cartografías de vegetación existentes previamente para las unidades de vegetación azonal hídrica de las áreas de estudio; los distintos humedales fueron sub-divididos en unidades de vegetación homogénea según el grado de actividad o condición de la vegetación actual. La condición de la vegetación actual se determinó en base a los antecedentes técnicos presentados en el "Informe de Fiscalización Ambiental DFZ-2015-8-111 -RCA-IA", en adelante Informe de Fiscalización Ambiental, el cual forma parte como antecedente del proceso sancionatorio. En este informe se determina la condición actual de los humedales de Pantanillo y Valle Ancho en tres niveles: vegetación seca, vegetación semi-seca y vegetación activa; estos niveles se mantuvieron para esta evaluación según la siguiente equivalencia:

- vegetación seca = sin actividad fotosintética,
- vegetación semi-seca = baja actividad fotosintética y
- vegetación activa = alta actividad fotosintética.

Cabe señalar que para los sectores de Barros Negros y Ciénaga Redonda la condición actual de la vegetación se determinó en base a la cartografía existente usando los tres niveles señalados de manera aproximada, ya que en el documento de referencia no queda explícita la condición precisa, señalándose solo algunas apreciaciones negativas respecto del humedal de Barros Negros.

El estudio multitemporal se basó en el análisis del comportamiento histórico del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) en cada una de las unidades de vegetación de los humedales analizados. La obtención de este índice se realizó a partir de un set de imágenes satelitales históricas (30) provenientes de los satélites Landsat (producto SR[1]) 5 y 7

[1] SR: "*Surface Reflectance High Level Data*", disponibles en el servidor de imágenes *EarhtExplorer* (*http://earthexplorer.usgs.gov/)* del Servicio de Geología de los Estados Unidos (USGS, en su sigla en inglés)

Folio013595

correspondientes a la imagen Landsat *Phat-Row* 233/79 (WRS2[2]), cuyas fechas de captura corresponden a la temporada de verano (entre enero y marzo), meses que coincide con los máximos niveles de actividad de la vegetación azonal hídrica, entre el periodo 1985 y 2014. A partir de las imágenes del NDVI de cada año se obtuvo el valor promedio de este índice en cada unidad de vegetación usando parcelas de área fija (3.600 m^2) dispuestas en número variable según superficie y homogeneidad del índice en cada una de éstas. Los valores de NDVI para cada año fueron tabulados y posteriormente graficados de manera de poder observar la variabilidad y comportamiento del índice a lo largo del tiempo.

Finalmente, se indagó la posible existencia de procesos de desecamiento, a escala regional, que pudiera estar afectando a otras unidades de vegetación azonal hídrica del entorno, analizando el comportamiento de los NDVI. Para esto se incluyeron puntos de control en los cuales también se obtuvieron los valores de NDVI históricos a fin de observar su comportamiento a lo largo del tiempo y determinar, si existiese o no, un decaimiento general del NDVI en estas unidades. El proceso de obtención de estos datos se realizó de manera simultánea a las unidades de vegetación del área de estudio utilizando el mismo set de imágenes de NDVI.

2. INTRODUCCIÓN

Los humedales de Pantanillo, Valle Ancho, Barros Negros y Ciénaga Redonda se encuentran en la fracción altiplánica de la región de Atacama correspondiente a la cuenca hidrográfica del salar de Maricunga y forman parte del corredor biológico “Pantanillo - Ciénaga Redonda”. Este sector, sumado a la parte baja de las cuencas de la laguna Santa Rosa por el norte y la laguna del Negro Francisco por el sur, conforman el sitio RAMSAR denominado “Complejo lacustre laguna del Negro Francisco y laguna Santa Rosa” (aprobado por la Convención de RAMSAR el 2 de diciembre de 1996).

Con el objetivo de establecer la secuencia cronológica de ocurrencia del proceso de desecamiento que ha ocurrido durante los últimos años en parte de los humedales señalados, y además de establecer la superficie afectada por este proceso, KINROSS ha solicitado a Biota Gestión y Consultorías Ambientales, en adelante Biota, la realización de un estudio multitemporal a través de imágenes satelitales para el período comprendido entre los años 1985 y 2014.

Este estudio incluye el levantamiento cartográfico de detalle de las unidades de vegetación azonal hídricas, el análisis espacio-temporal de la vegetación asociada a los humedales y un análisis comparativo en el tiempo entre las unidades de vegetación presentes en los humedales en estudio y otras unidades de características similares ubicadas en cuencas vecinas.

[2] WRS2: *Worldwide Reference System,* sistema de notación mundial para productos Landsat.

Folio013596

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Estudiar la dinámica temporal de diferentes estados o condición de los sistemas de vegetación azonal hídrica terrestre (SVAHT) presentes en el área geográfica comprendida entre los humedales de Pantanillo y Ciénaga Redonda, en el altiplano de Copiapó (Corredor Biológico), buscando establecer la fecha aproximada en que estos sistemas de vegetación azonal hídrica evidencian un cambio en su condición

3.2. Objetivos específicos

- Elaborar un levantamiento cartográfico detallado de la vegetación azonal hídrica terrestre, según niveles de actividad radiométrica, asociada al "corredor biológico", con énfasis en los sistemas Pantanillo, Valle Ancho, Barros Negros y Ciénaga Redonda, que dé cuenta de la superficie y condición actual de las distintas unidades de vegetación.
- Efectuar un análisis espacio-temporal comparativo del grado de actividad de la vegetación azonal hídrica (NDVI), empleando imágenes satelitales (Landsat) durante un período comprendido entre 1985 y 2014.
- Detectar e incluir en el análisis espacio-temporal de la vegetación azonal hídrica otros sectores aledaños en donde se evidencien procesos similares de cambio de la actividad de la vegetación.

4. EQUIPO TÉCNICO

El equipo profesional responsable del presente estudio se compone en su totalidad por profesionales pertenecientes a Biota, a cargo del Sr. Luis Faúndez Yancas, Ingeniero Agrónomo de la Universidad de Chile.

5. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se ubica en la porción altiplánica de la región de Atacama, provincia y comuna de Copiapó. Incluye en su totalidad a los humedales de Pantanillo, Valle Ancho, Barros Negros y Ciénaga Redonda. Altitudinalmente los humedales en estudio se ubican desde los 4.250 m s.n.m (humedal de Pantanillo) a los 3.900 (humedal de Ciénaga Redonda). En la Figura 1 se detalla el área de estudio considerada en el presente trabajo.

Folio013597

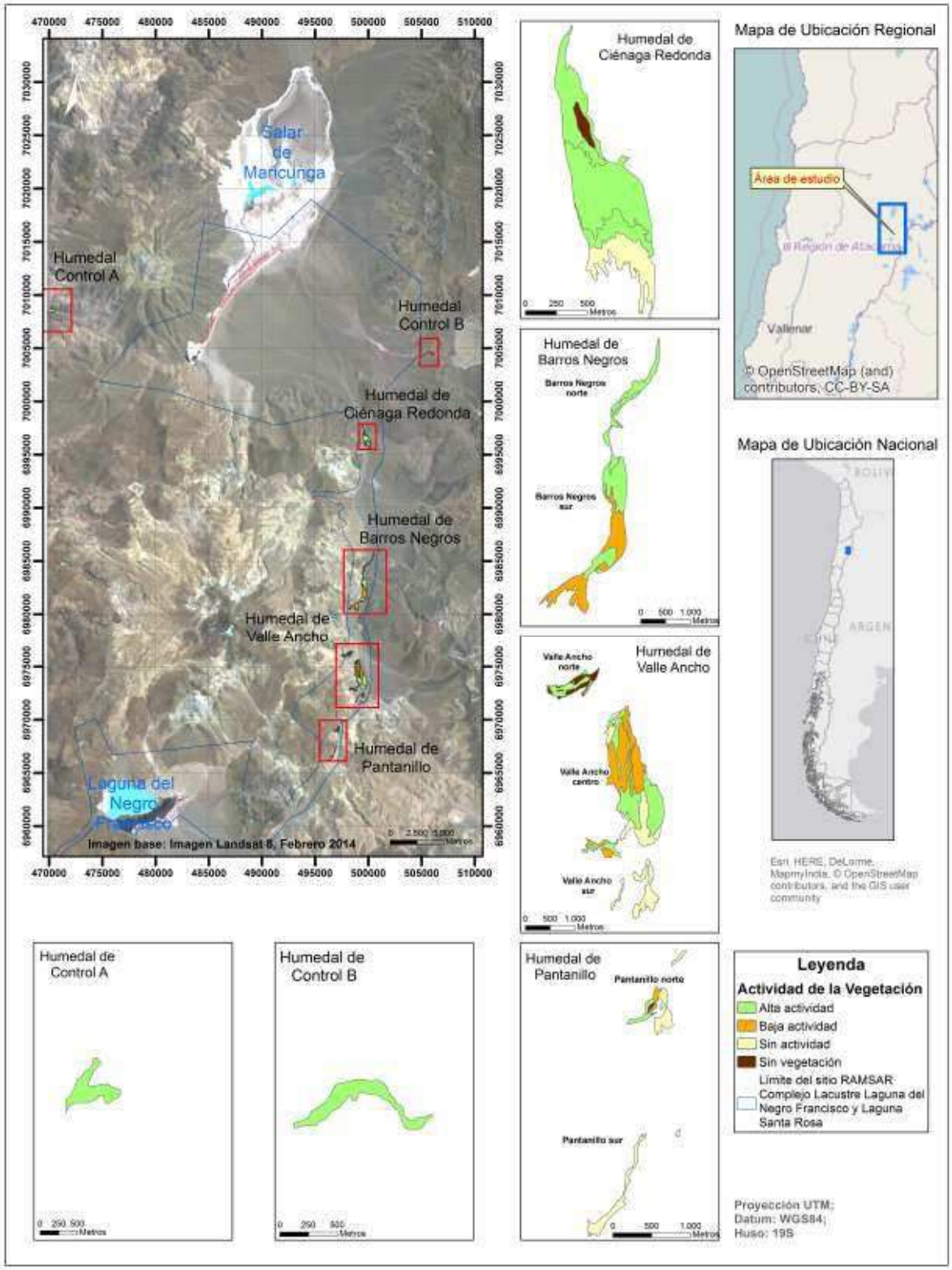


Figura 1: Localización de los humedales de Pantanillo, Valle ancho, Barros Negros, Ciénaga Redonda y humedales de control, región de Atacama.

Folio013598

6. METODOLOGÍA

6.1. Revisión bibliográfica y antecedentes previos en el área de estudio

Como parte desarrollo de este estudio se realizó una recopilación de la información disponible para el área de estudio, considerando, entre otros, los documentos técnicos presentados en el informe de fiscalización, elaborados por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) y la Corporación Nacional Forestal (CONAF). Se incluyó, además, la revisión de trabajos técnicos referidos al análisis multitemporal en base a imágenes satelitales de sectores con vegetación azonal hídrica y la información técnica referente a la vegetación presente en el área de estudio. A este respecto se pueden mencionar, principalmente, los siguientes documentos:

> Informe de fiscalización ambiental, inspección ambiental proyecto minero Refugio, DFZ–2015–8-III-RCA-IA, Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), Gobierno de Chile. Autor Patricio Walker Huyghe (división de fiscalización).
>
> Análisis de la tendencia histórica de vegetación azonal hídrica sector Ciénaga Redonda, Barros Negros y Pantanillo. Altiplano región de Atacama. Ejecutado por AGROSIG para el Servicio Agrícola Ganadero (SAG Central - DIPROREN). Licitación ID: 612-73-LE13, Noviembre de 2013.
>
> Análisis de la tendencia histórica de vegetación azonal hídrica sector Quebrada Villalobos. Altiplano región de Atacama. Ejecutado por AGROSIG para el Servicio Agrícola Ganadero (SAG Central - DIPROREN). Licitación ID: 612-11-LE14. DRP SC 16, Noviembre de 2014.
>
> Ordinario N°017 del 21/01/2015 de la Corporación Nacional Forestal, que responde a la solicitud de pronunciamiento realizada por la Superintendencia del Medio Ambiente mediante Ordinario N°2335 de fecha 31/12/2014, respecto a aclarar la situación referida a la vega Pantanillo.

En la recopilación de información técnica específica del área de estudio se consideraron los trabajos de levantamiento de información y monitoreo de vegetación realizados por la consultora Biota, en el marco de las evaluaciones realizadas para el proyecto Lobo Marte de KINROSS, trabajo en el cual se realizó un levantamiento cartográfico de la vegetación azonal hídrica que compone cada uno de los humedales. Se incluyen además los antecedentes entregados en el informe de revisión de antecedentes disponibles y plan de recuperación para la vegetación azonal hídrica del sector de Pantanillo, elaborado por Biota para Compañía Minera Maricunga en el marco del estudio “Programa de recuperación de la vegetación azonal hídrica sector Pantanillo, Altiplano de Copiapó, región de Atacama” del año 2013.

Folio013599

6.2. Recopilación de imágenes satelitales y obtención de índices de superficie

La ejecución del estudio consideró la utilización de 30 imágenes satelitales históricas provenientes de los satélites Landsat 5, 7 y 8, correspondientes a los sensores TM, ETM+ y OLI, respectivamente, estando la totalidad del área de estudio contenida en la imagen Landsat *Phat-Row* 233/79 (WRS2). Estas imágenes fueron descargadas desde el servidor de imágenes *EarhtExplorer (http://earthexplorer.usgs.gov/)* del Servicio de Geología de los Estados Unidos (USGS). Las fechas de captura de las imágenes seleccionadas corresponden a la temporada de verano (periodo entre enero y marzo) entre los años 1985 y 2014. Las imágenes corresponden al producto "*Surface Reflectance High Level Data*" (*SR*) el cual posee un nivel de procesamiento y corrección a valores de reflectancia a nivel de superficie terrestre que les permite ser utilizadas directamente sin previa corrección luego de su descarga.

Adicionalmente al set de imágenes *Landsat,* se utilizó un set de imágenes de alta resolución provenientes de la plataforma IKONOS correspondientes a los años 2008 y 2009 las cuales fueron utilizadas principalmente en la delimitación y ajuste de las unidades de vegetación del área de estudio. También se tuvo disponibles fotografías aéreas en color verdadero capturadas en los meses de agosto y septiembre del año 2014 y, más en detalle, se utilizó una imagen específica para el humedal de Pantanillo de mayo del 2015. El set de imágenes satelitales se detalla en el Anexo 1.

A partir de estas imágenes se calculó el Índice de Vegetación Normalizado (*Normalized Vegetation index* o NDVI) para los 30 años analizados. Este índice conforma la información base del análisis multitemporal siendo éste el índice más usado en teledetección por su sencillez de cálculo, a diferencia de otros índices que poseen una formulación más compleja y que no ha sido demostrado que supongan una mejora notable cuando se trata de apreciar parámetros que describen vegetación (Santa Olalla *et al*., 2005). Para su cálculo se utilizó la siguiente formula según Chuvieco (2002).

$$NDVI_{(i)} = \frac{\rho_{(i)IRC} - \rho_{(i)R}}{\rho_{(i)IRC} + \rho_{(i)r}}$$

Donde:

$\rho_{(i)IRC}$: Reflectividad del píxel (i) en la banda del infrarrojo cercano.

$\rho_{(i)r}$: Reflectividad del píxel (i) en la banda del rojo.

A partir de las imágenes del NDVI de cada año se obtuvo el valor promedio de este índice en cada unidad de vegetación usando parcelas "radiométricas" de área fija (3.600 m^2) dispuestas en número variable según superficie y homogeneidad del índice en cada una de éstas. Los valores de NDVI para cada año fueron tabulados y posteriormente graficados de manera de poder observar la variabilidad y comportamiento del índice a lo largo del tiempo. En la Figura 2 se muestra la

Folio013600

disposición de las parcelas utilizadas en la obtención de los valores del NDVI en cada unidad de vegetación.

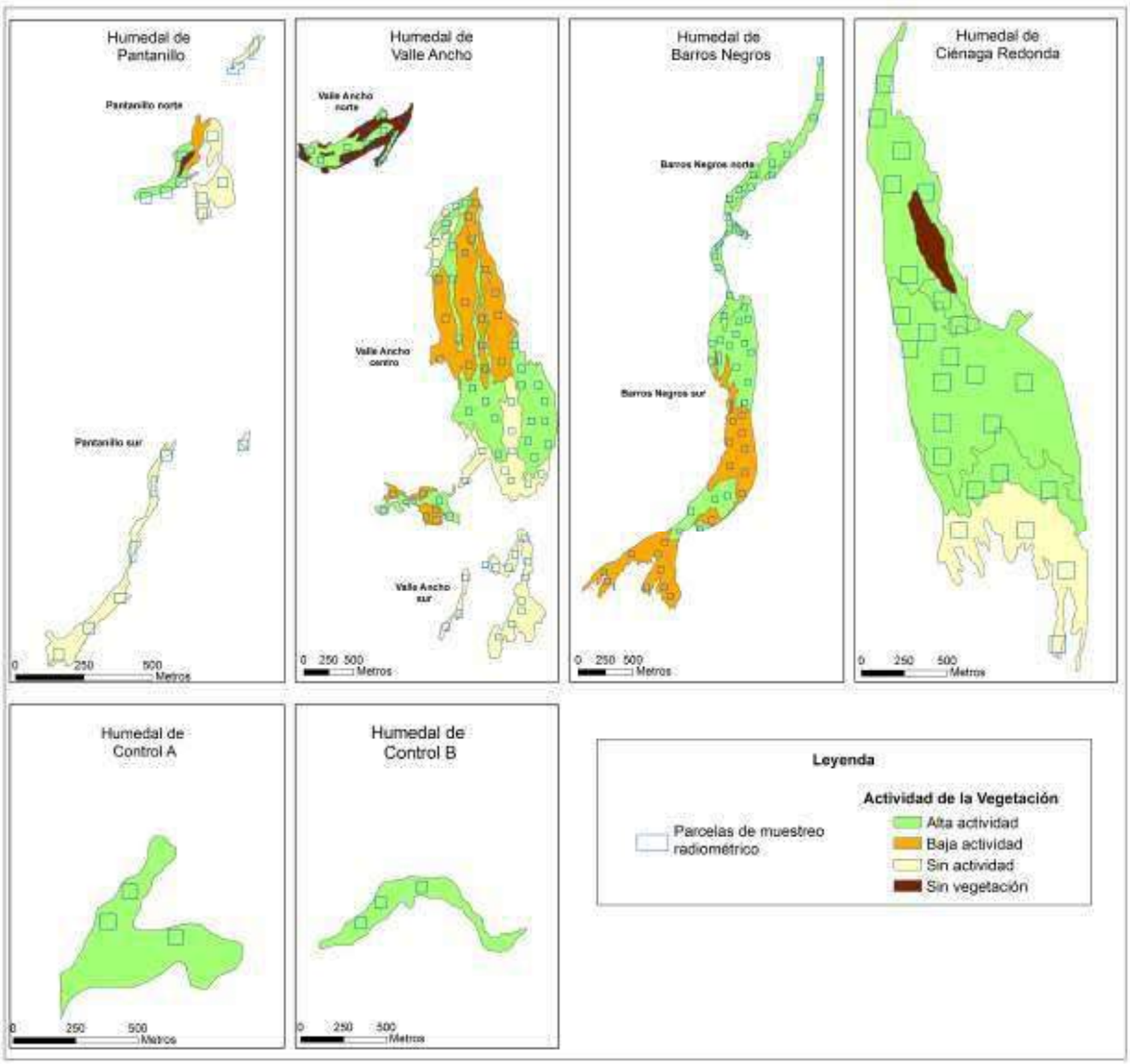


Figura 2: Distribución de las parcelas de muestreo radiométricas en los humedales de Pantanillo, Valle Ancho, Barros Negros, Ciénaga Redonda y humedales de control, región de Atacama.

6.3. Determinación del estado de la vegetación azonal hídrica

El estado actual o condición de la vegetación presente en los distintos humedales se determinó, para los humedales de Pantanillo y Valle Ancho, siguiendo las categorías presentadas en el informe de fiscalización en tres niveles: vegetación seca, semi-seca y activa. Estos niveles se utilizaron para este análisis según la siguiente equivalencia:

- Vegetación seca = sin actividad fotosintética
- Vegetación semi-seca = baja actividad fotosintética

Folio013601

- Vegetación activa = alta actividad fotosintética

Cabe señalar, que en el informe de fiscalización no hay un análisis del estado de la vegetación para los humedales de Barros Negros y Ciénaga Redonda, señalándose solo algunas apreciaciones cualitativas respecto del humedal de Barros Negros. Por esta razón, la condición actual de la vegetación en estos sectores se determinó en base a cartografía existente usando los tres niveles señalados anteriormente, en base a los valores del NDVI observados.

6.4. Identificación de las áreas de cambio en el estado de la vegetación azonal hídrica

El proceso de detección de las áreas de cambio de la vegetación azonal hídrica se desarrolló mediante la generación de una "imagen de cambio", obtenida a partir de la diferencia algebraica entre el NDVI del año 2014 y el NDVI de 1985, con lo que se obtiene una imagen de diferencia del NDVI entre ambas fechas y que entrega información de los sectores de vegetación que aumentaron o disminuyeron su actividad al año 2014 respecto del año 85. Esta imagen permitió identificar y espacializar áreas en las cuales han ocurrido cambios en los valores del NDVI, tanto dentro como fuera de los humedales analizados. Esta información fue utilizada en la localización de las parcelas de muestreo espectral, con particular interés en aquellas áreas relacionadas con la pérdida o detrimento de la vegetación.

6.5. Delimitación y sub-división de los humedales

La delimitación de las unidades de vegetación azonal se efectuó utilizando como base, la cartografía de vegetación realizada en la línea de base de los monitoreos de vegetación levantados para el proyecto "Lobo-Marte" específicamente para los humedales de Ciénaga Redonda y Barros Negros. Esta cartografía fue ajustada utilizando las imágenes satelitales de alta resolución de la plataforma IKONOS de los años 2008 y 2009 y fotografías aéreas más recientes disponibles para estas zonas (año 2014).

En el caso de los humedales de Pantanillo y Valle Ancho, la delimitación y sub-división de estos sectores se realizó siguiendo la delimitación presentada en el informe de fiscalización en las figuras 14 y 16 de dicho documento, con el fin de contrastar con las mismas unidades fiscalizadas. De igual forma se designaron los distintos humedales según lo presentado en la figura 3 del informe de fiscalización respecto a la ubicación de los humedales del corredor biológico Pantanillo-Ciénaga Redonda.

Folio013602

7. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados para cada uno de los sectores en estudio.

7.1. Humedal de Pantanillo

7.1.1. Delimitación, estimación de la superficie y condición actual de las unidades de vegetación hídrica

La zona denominada como humedal de Pantanillo, según el Informe de Fiscalización Ambiental, involucra 7 unidades de vegetación distribuidas en dos sectores (norte y sur) y poseen una superficie total de 21,8 ha (incluye una unidad del tipo no vegetación de 0,5 ha en el sector Pantanillo norte). En la Figura 3 se muestra la localización de las unidades de vegetación presentes en el humedal de Pantanillo, la denominación de las unidades sigue en general la nomenclatura presentada en el Informe de Fiscalización citado anteriormente.

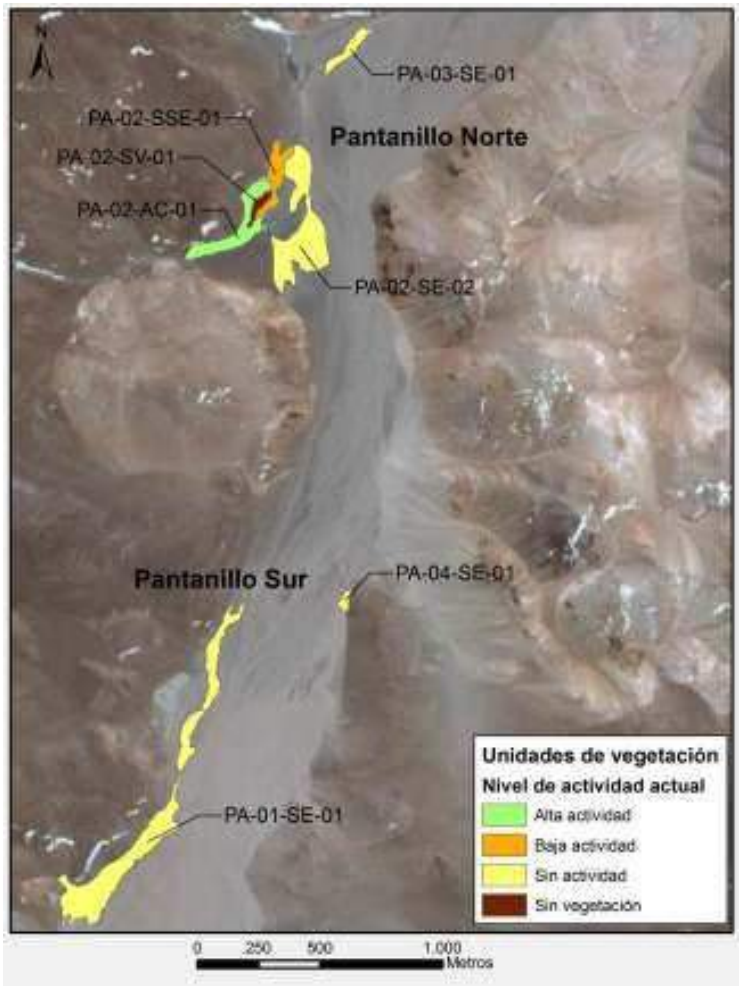


Figura 3: Distribución y condición actual de las unidades de vegetación presentes en el humedal de Pantanillo, región de Atacama, Mayo 2015.

Folio013603

Según la condición actual de la vegetación, la superficie que se encuentra en una condición de desecamiento severo o sin actividad corresponde a un total de **16.9 ha**, de las cuales 9.6 ha se ubican en el sector Pantanillo sur, distribuidas en dos unidades: PA-01-SE-01 y PA-04-SE-01 (esta última unidad no está considerada en el informe de fiscalización), y 7.3 ha que se ubican en el sector Pantanillo norte, también distribuidas en 2 unidades (PA-02-SE-02 y PA-03-SE-01).

En el sector norte se detectó una unidad (PA-02-AC-01 de 2.8 ha) que registra altos niveles de actividad de la vegetación, la que recibe aportes hídricos provenientes de una quebrada lateral. También se encuentra una unidad con niveles de actividad baja (de 1.6 ha) y otra unidad correspondiente a zonas sin vegetación. En la Tabla 2 se muestra el detalle de superficie, número de unidades y condición de la vegetación de las unidades discriminadas en el humedal de Pantanillo.

Tabla 2: Condición actual de la vegetación, superficie y número de unidades componentes del humedal de Pantanillo, región de Atacama, Mayo 2015.

Sector	Condición actual de la vegetación	Unidad	Superficie [ha]	Cantidad de unidades
Pantanillo norte	Alta actividad	PA-02-AC-01	2,8	1
	Baja actividad	PA-02-SSE-01	1,6	1
	Sin actividad	PA-02-SE-02	6,4	1
		PA-03-SE-01	0,9	1
	Sin vegetación	PA-02-SV-01	0,5	1
Pantanillo sur	Sin actividad	PA-01-SE-01	9,3	1
		PA-04-SE-01*	0,3	1
Total humedal de Pantanillo [ha]			**21,8**	**7**

* Unidad no considerada en el Informe de Fiscalización Ambiental DFZ-2015-8-111 - RCA-IA

Resumen humedal de Pantanillo

Totales	Superficie [ha]	Cantidad de unidades
Vegetación con alta actividad	2,8	1
Vegetación con baja actividad	1,6	1
Vegetación sin actividad	16,9	4
Áreas sin vegetación	0,5	1
Total humedal de Pantanillo	**21,8**	**7**

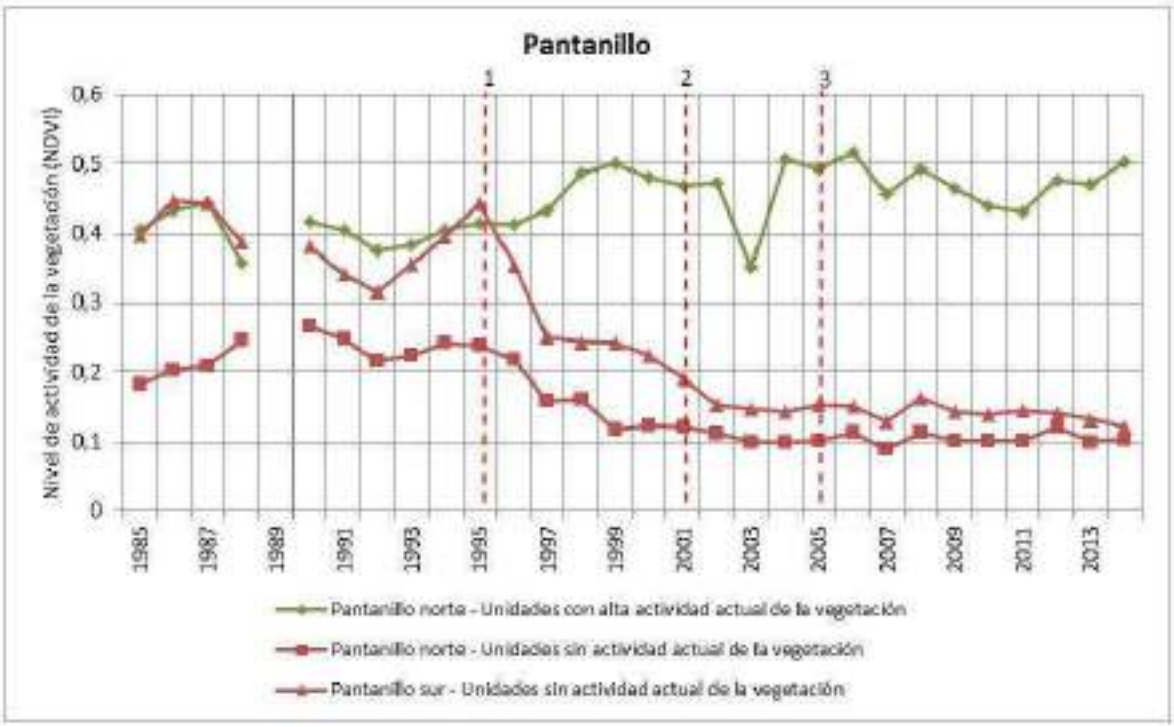
7.1.2. Análisis multitemporal de la actividad de la vegetación azonal hídrica

En este humedal se ha producido un proceso de degradación de la vegetación que lo ha llevado a que, actualmente, gran parte de su superficie se encuentre cubierta por vegetación seca que no registra actividad en términos del NDVI. Este proceso, de acuerdo a lo observado en el Gráfico 1,

Folio013604

se produjo de manera gradual desde el año 1995 hasta el año 2002 en el sector sur del humedal, y desde el año 1994 al año 2002 en la porción norte. A partir de este último año, en ambos sectores los valores de NDVI se mantuvieron muy cercanos al valor 0,1 lo cual se relaciona con cubiertas carentes de vegetación activa o de muy baja actividad. El sector de Pantanillo sur presenta un proceso anterior de descenso en los niveles de actividad entre los años 1986 y 1992 el cual asciende durante los años 1993 y 1995, a partir de donde inicia una caída definitiva; algo similar ocurre en la porción norte en donde, ya en 1990, se observan tendencias a la caída en los niveles de actividad de la vegetación de ese sector.

Gráfico 1: Variación histórica de los valores del NDVI registrados en las unidades según el nivel de actividad actual de la vegetación, humedal de Pantanillo, región de Atacama, Mayo 2015.



Nota: 1= inicio de los bombeos de agua, 2= detención del bombeo, 3 = reinicio del bombeo.
El año 1989 no se consideró en esta serie temporal por no contar con imágenes satelitales adecuadas para el análisis.

7.2. Humedal de Valle Ancho

7.2.1. Delimitación, estimación de la superficie y condición actual de las unidades de vegetación hídrica

El humedal de Valle Ancho posee una superficie total de 241.9 ha, las que se distribuyen en 21 unidades de vegetación distribuidas en tres sectores de Valle Ancho (según el grado de cercanía o conexión que tienen las distintas unidades): norte, centro y sur. La Figura 4 muestra la delimitación de unidades para este humedal y la condición actual de la vegetación conforme a lo presentado en el Informe de Fiscalización Ambiental y ajustado de acuerdo a la fotointerpretación realizada para este estudio.

Folio013605

De acuerdo a la condición actual de la vegetación, en el humedal de Valle Ancho se presentan 95.2 ha relacionadas con altos niveles de actividad de la vegetación, las que se distribuyen en siete unidades ubicadas en las zonas central y norte del humedal. También se presentan 72.5 ha que se relacionan con niveles de actividad de la vegetación bajos o vegetación “semi-seca”. La superficie de vegetación que no presenta actividad fotosintética, o “vegetación seca”, corresponde a un total de 61 ha. Las superficies aquí presentadas coinciden aproximadamente con las superficies señaladas en el documento de fiscalización, y las diferencias existentes corresponden a ajustes a los límites de ciertas unidades. El detalle de la condición de la vegetación, superficie y número de unidades que componen el humedal de Valle Ancho se entregan en la Tabla 3.

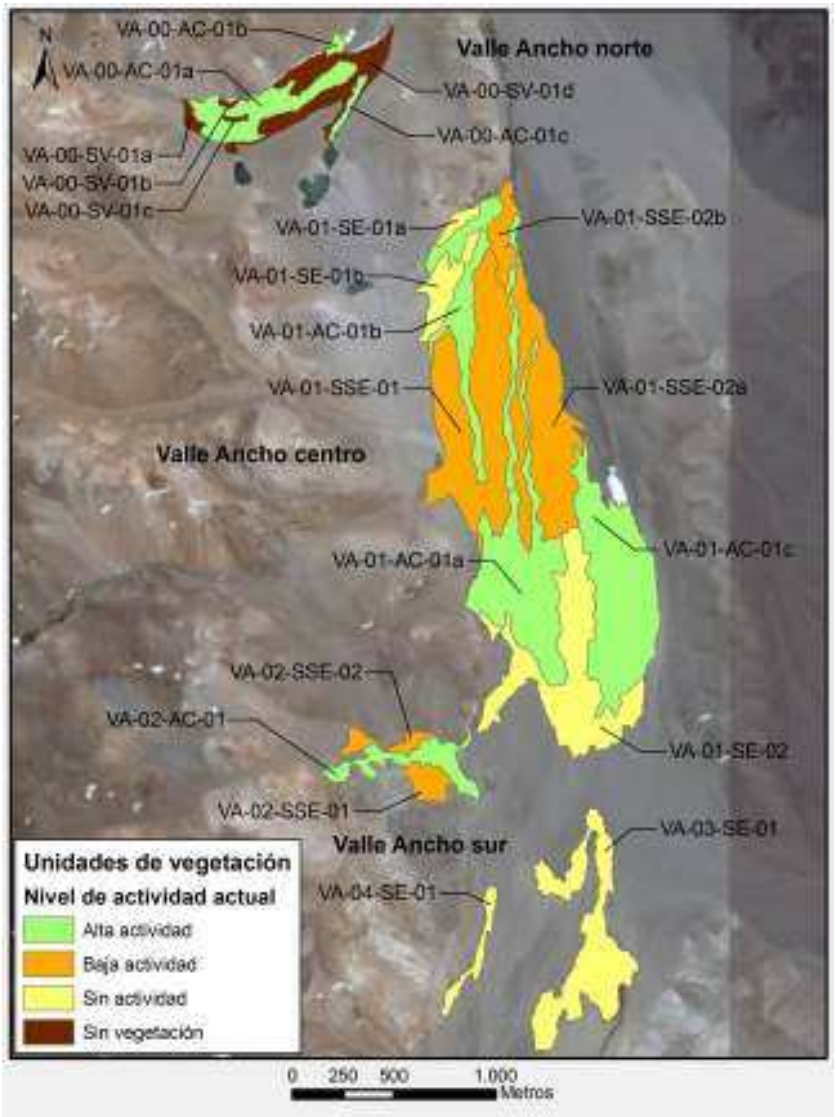


Figura 4: Distribución y condición actual de las unidades de vegetación presentes en el humedal de Valle Ancho, región de Atacama, Mayo 2015.

Folio013606

Tabla 3: Condición actual de la vegetación, superficie y número de unidades componentes del humedal de Valle Ancho, región de Atacama, Mayo 2015.

Sector	Condición actual de la vegetación	Unidad	Superficie [ha]	Cantidad de unidades
Valle Ancho norte	Alta actividad	VA-00-AC-01a	10,5	1
		VA-00-AC-01b	0,6	1
		VA-00-AC-01c	1,1	1
	Sin vegetación	VA-00-SV-01a	1,0	1
		VA-00-SV-01b	0,3	1
		VA-00-SV-01c	0,3	1
		VA-00-SV-01d	11,6	1
Valle Ancho centro	Alta actividad	VA-01-AC-01a	31,6	1
		VA-01-AC-01b	12,7	1
		VA-01-AC-01c	31,4	1
	Baja actividad	VA-01-SSE-01	35,1	1
		VA-01-SSE-02a	27,2	1
		VA-01-SSE-02b	4,3	1
	Sin actividad	VA-01-SE-01a	1,5	1
		VA-01-SE-01b	5,5	1
		VA-01-SE-02	28,9	1
Valle Ancho sur	Alta actividad	VA-02-AC-01	7,3	1
	Baja actividad	VA-02-SSE-01	3,2	1
		VA-02-SSE-02	2,7	1
	Sin actividad	VA-03-SE-01	22,2	1
		VA-04-SE-01	2,9	1
Total general humedal Valle Ancho			**241,9**	**21**

Resumen humedal de Valle Ancho

Totales	Superficie [ha]	Cantidad de unidades
Vegetación con alta actividad	95,2	7
Vegetación con baja actividad	72,5	5
Vegetación sin actividad	61,0	5
Áreas sin vegetación	13,2	4
Total humedal de Valle Ancho	**241,9**	**21**

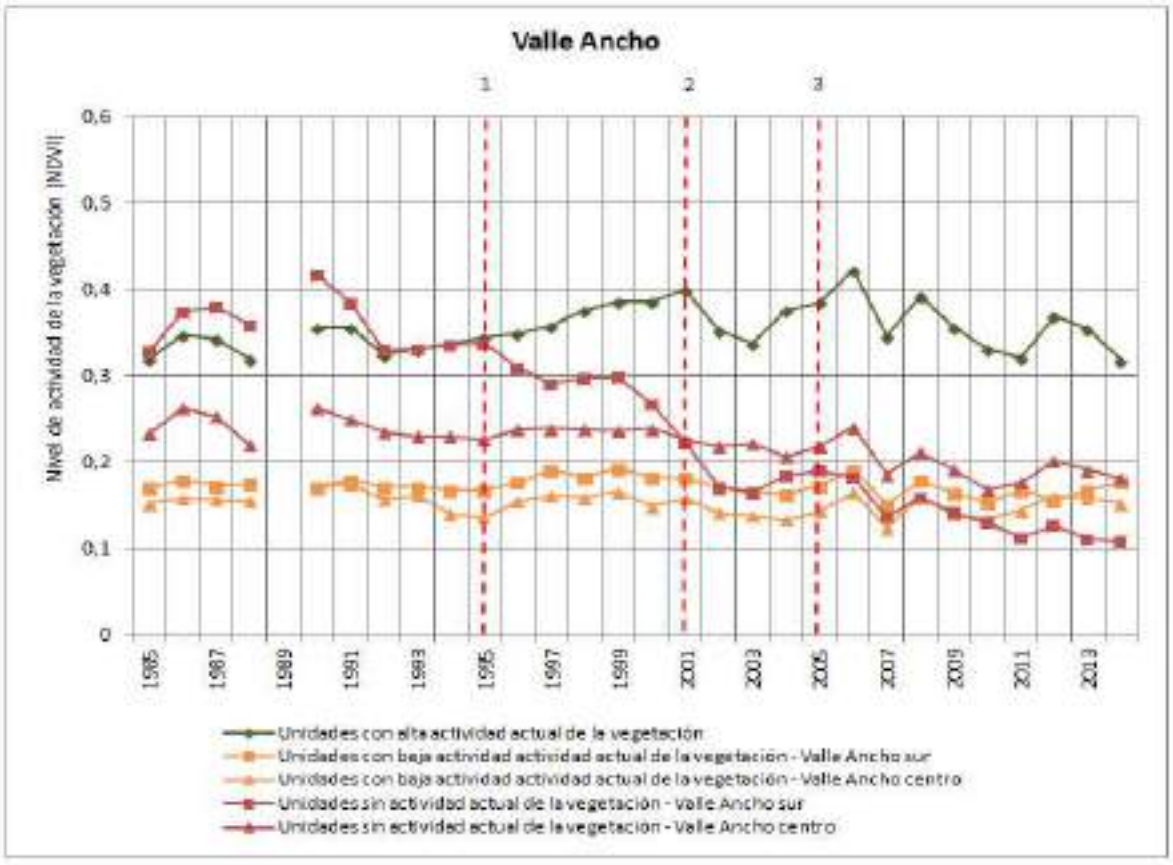
7.2.2. Análisis multitemporal de la actividad de la vegetación azonal hídrica

De acuerdo a lo señalado en el informe de fiscalización, el humedal de Valle Ancho presenta dos situaciones en términos de disminución de la actividad de la vegetación presente, sin considerar aquellos sectores que presentan, actualmente, vegetación activa. La primera situación corresponde a sectores o unidades con vegetación “semi-seca” (de baja actividad), los que han

Folio013607

presentado históricamente niveles de actividad relativamente bajos desde el año 1985 en adelante con valores del NDVI menores a 0,2 sin registrar alzas o disminuciones importantes en el tiempo. Este comportamiento permitiría suponer que no estaría ocurriendo un proceso degradativo de la vegetación y su condición actual es similar a la que ha mantenido durante muchos años.

Gráfico 2: Variación histórica de los valores del NDVI registrados en las unidades según el nivel de actividad actual de la vegetación, humedal de Valle Ancho, región de Atacama, Mayo 2015.



Nota: 1= inicio de los bombeos de agua, 2= detención del bombeo, 3 = reinicio del bombeo.
El año 1989 no se consideró en esta serie temporal por no contar con imágenes satelitales adecuadas para el análisis.

La segunda situación corresponde a aquellos sectores que no registran actualmente actividad de la vegetación y en los cuales se presenta una condición de "vegetación seca" en estado de rastrojo o mantillo, de acuerdo a la tipificación del informe de fiscalización. A este respecto se puede indicar, según lo observado en el Gráfico 2, la presencia de dos comportamientos históricos para la vegetación, a) el primero se observa en aquellas unidades ubicadas en la porción central del humedal, en las cuales los valores del NDVI se mantuvieron relativamente constantes desde el año 1985 hasta el año 2006, fecha a partir de la cual se registra un descenso en los niveles de NDVI desde valores cercanos a 0,25 a valores levemente menores a 0,2 y que al año 2014 alcanza valores similares a los sectores que registran una baja actividad; b) el segundo comportamiento se observa en aquellas unidades ubicadas en la porción sur del humedal, en éstas se registra un descenso en los valores del NDVI a lo largo del tiempo mucho mayor que el caso anterior el que se

Folio013608

inicia en el año 90 con un descenso leve en los valores de este índice y de manera escalonada hasta el año 99 para posteriormente caer abruptamente hasta el año 2002 a valores del NDVI inferiores a 0,2, disminuyendo paulatinamente durante los siguientes años hasta el año 2010 con valores cercanos a 0,1, valores de NDVI similares a las áreas sin vegetación activa.

Resulta destacable la similitud que existe en el comportamiento de la variación histórica del NDVI observado en los sectores sin actividad de la vegetación de la porción sur del humedal de Valle Ancho y la porción sur del humedal de Pantanillo; al superponer ambas curvas de variación del NDVI (Gráfico 3) se puede observar un alto grado de sincronía en el proceso de desecamiento que ambas áreas han experimentado, lo que permite establecer, con un alto grado de certeza, que ambos procesos han ocurrido simultáneamente a lo largo del tiempo, obedeciendo a un mismo fenómeno, el cual además posee una escala de magnitud tal que puede afectar ambos humedales al mismo tiempo y con resultados similares, a pesar de la distancia (mayor a 5 km) que existe entre ambos humedales.

Gráfico 3: Comparación de la variación histórica de los valores del NDVI registrados en las unidades sin actividad actual de la vegetación, humedales de Pantanillo y Valle Ancho, región de Atacama, Mayo 2015



Nota: 1= inicio de los bombeos de agua, 2= detención del bombeo, 3 = reinicio del bombeo.
El año 1989 no se consideró en esta serie temporal por no contar con imágenes satelitales adecuadas para el análisis.

Folio013609

7.3. Humedal de Barros Negros

7.3.1. Delimitación, estimación de la superficie y condición actual de las unidades de vegetación hídrica

El humedal de Barros Negros se ubica unos 5 km aprox. aguas abajo del humedal de Valle Ancho, posee una superficie de 146.3 ha, sub-divididas en 12 unidades de vegetación de acuerdo a los antecedentes cartográficos disponibles. El humedal se separa en dos secciones, norte y sur, de acuerdo al tamaño y forma de las unidades de vegetación, presentándose las unidades de mayor tamaño en la parte sur. En la figura 5 se muestra la distribución de las unidades y el nivel de actividad registrado actualmente en la vegetación.

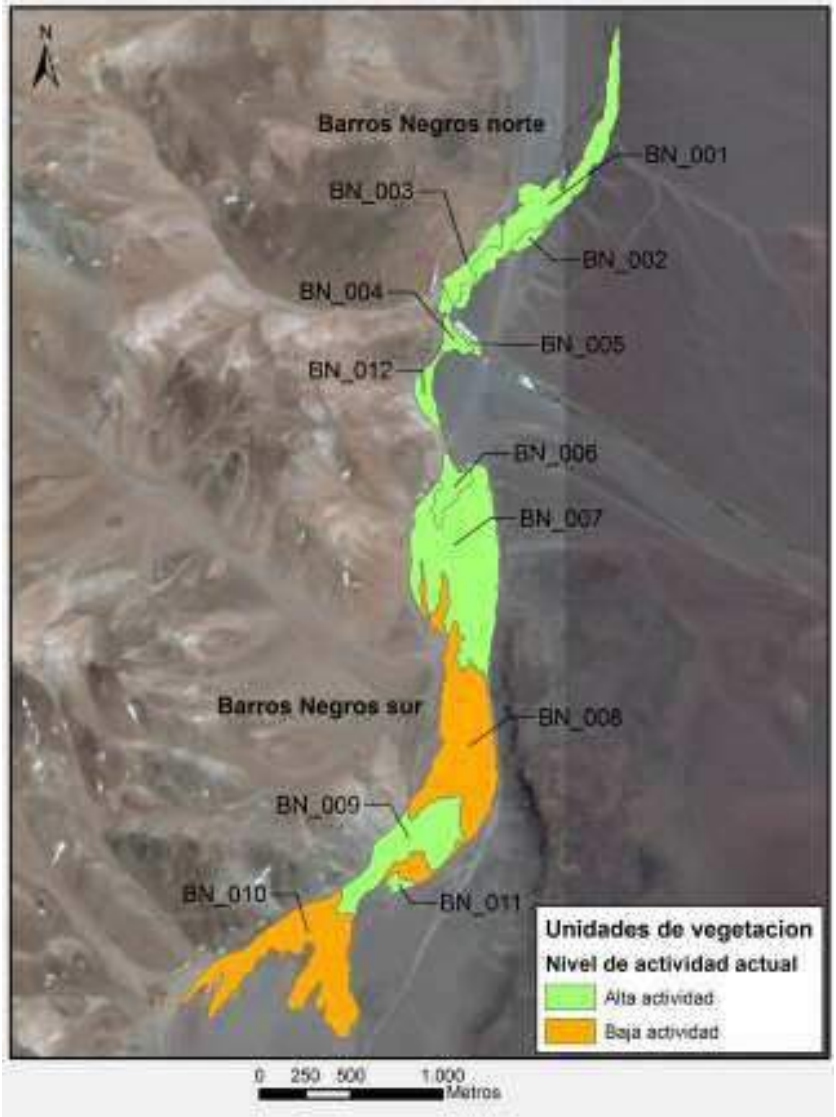


Figura 5: Distribución y condición actual de las unidades de vegetación presentes en el humedal de Barros Negros, región de Atacama, Mayo 2015.

Folio013610

De acuerdo al nivel de actividad de la vegetación del humedal, se puede indicar que actualmente existen dos clases, un nivel de alta actividad que se ubica principalmente en la sección norte y en parte de la sección sur (superior) y que equivale a un total de 84.8 ha distribuidas en 10 unidades, y un nivel de baja actividad, en dos unidades con 61.5 ha, ubicadas en el extremo sur del humedal. No se detectó la presencia de unidades sin actividad de la vegetación o áreas descubiertas. En la tabla 4 se detalla para cada uno de los sectores del humedal, la condición actual de la vegetación, las unidades delimitadas y la superficie comprometida en cada una de ellas.

Tabla 4: Condición actual de la vegetación, superficie y número de unidades componentes del humedal de Barros Negros, región de Atacama, Mayo 2015.

Sector	Condición actual de la vegetación	Unidad	Superficie [ha]	Cantidad de unidades
Barros Negros sur	Alta actividad	BN_006	3,9	1
		BN_007	35,4	1
		BN_009	16	1
		BN_011	1	1
	Baja actividad	BN_008	32,9	1
		BN_010	28,6	1
Barros Negros norte	Alta actividad	BN_001	17,8	1
		BN_002	1,2	1
		BN_003	3,8	1
		BN_004	1,9	1
		BN_005	0,6	1
		BN_012	3,2	1
Total humedal de Barros Negros			**146,3**	**12**

Resumen humedal de Barros Negros

Totales	Superficie [ha]	Cantidad de unidades
Vegetación con alta actividad	84,8	10
Vegetación con baja actividad	61,5	2
Vegetación sin actividad	0	0
Áreas sin vegetación	0	0
Total humedal de Barros Negros	**146,3**	**12**

7.3.2. Análisis multitemporal de la actividad de la vegetación azonal hídrica

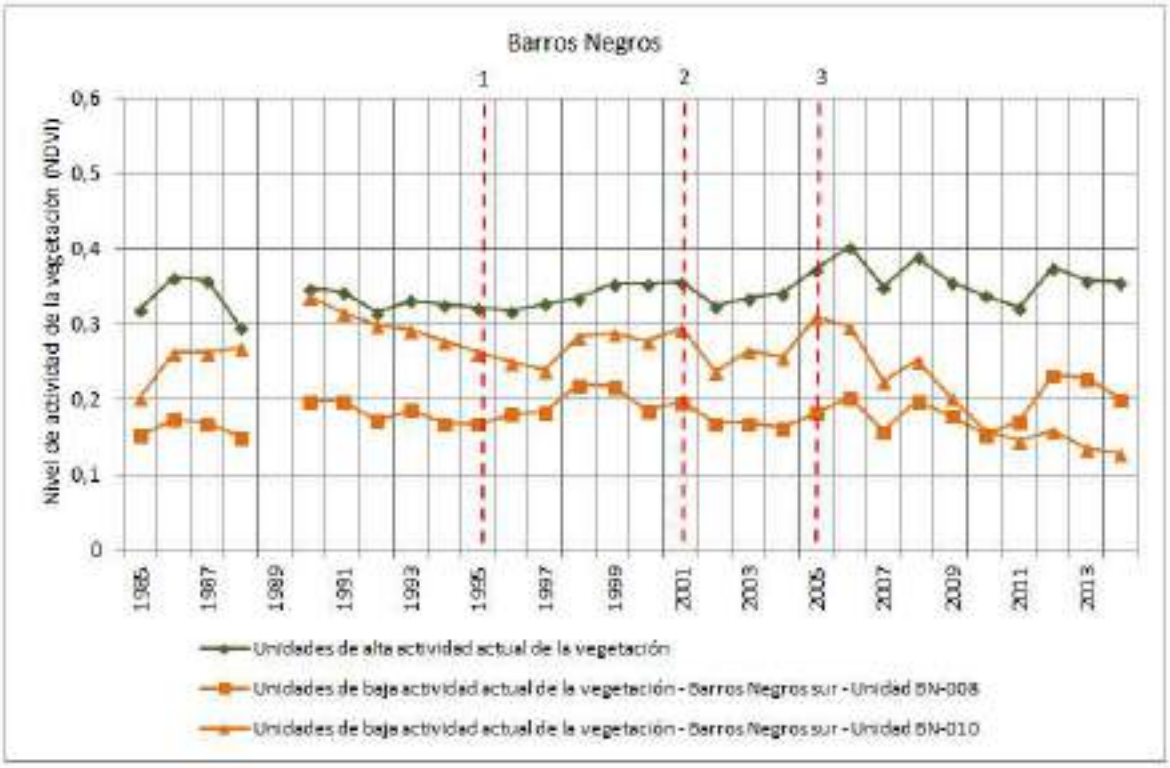
El humedal de Barros Negros registra actualmente dos unidades de vegetación, con niveles de actividad baja. La variación histórica de los valores del NDVI para estas unidades (Gráfico 4) muestra, para el caso de la unidad BN-008 ubicada en la porción central del humedal, un comportamiento relativamente estable en el tiempo, con valores del NDVI cercanos a 0,2

Folio013611

observándose una ligera alza del índice en los años 2012 y 2013, tal como ocurriera el año 1998 y 1999, para luego disminuir nuevamente por debajo de 0,2 en el año 2014. Este comportamiento regular en el tiempo permite establecer que no existe un proceso de desecación en esta unidad y que la condición actual de la vegetación se encuentra dentro de los parámetros históricamente observados.

En el caso de la unidad BN-010, ubicada en el extremo sur del humedal (parte alta), ésta presenta un comportamiento más irregular que la unidad anterior, registrando descensos constantes en los valores del NDVI como el ocurrido entre los años 1990 y 1997 para posteriormente recuperar sus valores históricos en torno a 0,3 y decaer nuevamente en los años 2002 y 2007, para finalmente decaer de manera progresiva a partir del año 2008 hasta valores cercanos a 0,1 en el año 2014, situación que, tal como se comentó anteriormente, se relaciona con áreas desprovistas de vegetación o en donde ésta presenta un nivel de actividad muy bajo. En base a lo expuesto, se puede indicar que la porción más sur del humedal Barros Negros registra sectores en los que ha ocurrido un descenso sostenido de los valores del NDVI a partir del año 2008 y que ha resultado en el desecamiento de parte de la vegetación existente en este sector.

Gráfico 4: Variación histórica de los valores del NDVI registrados en las unidades de baja actividad actual de la vegetación, humedal de Barros Negros, región de Atacama, Mayo 2015



Nota: 1= inicio de los bombeos de agua, 2= detención del bombeo, 3 = reinicio del bombeo.
El año 1989 no se consideró en esta serie temporal por no contar con imágenes satelitales adecuadas para el análisis.

Folio013612

7.4. Humedal de Ciénaga Redonda

7.4.1. Delimitación, estimación de la superficie y condición actual de las unidades de vegetación hídrica

El humedal de Ciénaga Redonda corresponde a la unidad de vegetación hídrica azonal que se ubica a menor altitud respecto a los otros tres humedales, y es la última unidad de este tipo antes del complejo de humedales presentes en el Salar de Maricunga y Laguna Santa Rosa, en la porción más baja de la cuenca hidrográfica. Este humedal posee una superficie estimada de 69 ha y es posible discriminar seis unidades principales, las que conforman una sola sección de humedal sin interrupciones destacables entre ellas. En la Figura 6 se muestra la localización y la condición actual de la vegetación azonal presente en el humedal de Ciénaga Redonda.

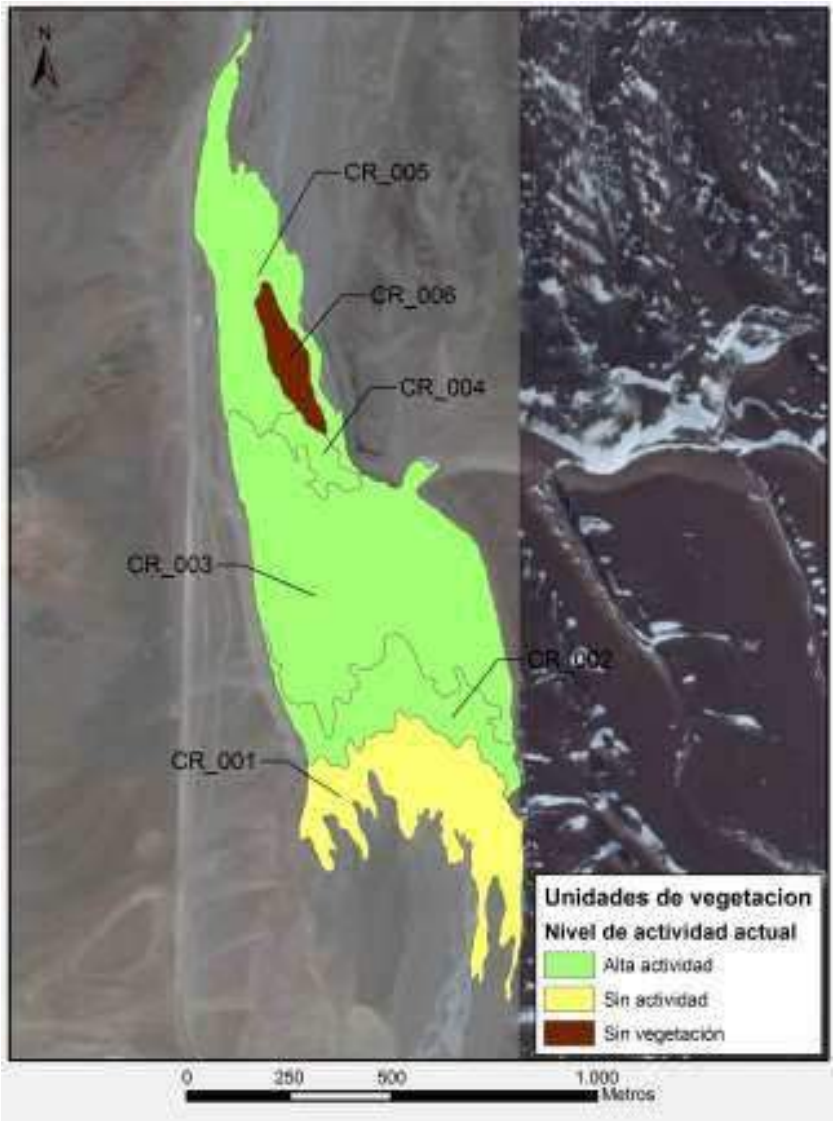


Figura 6: Distribución y condición actual de las unidades de vegetación presentes en el humedal de Ciénaga Redonda, región de Atacama, Mayo 2015.

Folio013613

Según la condición actual que la vegetación presente en este humedal, es posible encontrar unidades con una alta actividad de la vegetación, ocupando la mayor proporción de superficie con 52.8 ha distribuidas en cuatro unidades. Le siguen a este grupo una unidad de vegetación (unidad CR_001 de 13.7 ha), ubicada en la porción sur del humedal, que no registra actividad de la vegetación desde antes del año 1985, no siendo posible establecer la fecha en que esta unidad dejó de presentar vegetación activa. Finalmente, se detectó la presencia de una pequeña unidad sin vegetación en la porción centro norte del humedal equivalente a 2.5 ha (unidad CR_006). En la Tabla 5 se detallan las unidades y la condición actual de la vegetación en cada una de ellas, indicando además su superficie.

Tabla 5: Condición actual de la vegetación, superficie y número de unidades componentes del humedal de Ciénaga Redonda, región de Atacama, Mayo 2015.

Sector	Condición actual de la vegetación	Unidad	Superficie [ha]	Nº de unidades
Ciénaga Redonda	Alta actividad	CR_002	7,9	1
		CR_003	29,9	1
		CR_004	1,8	1
		CR_005	13,2	1
	Sin actividad	CR_001	13,7	1
	Sin vegetación	CR_006	2,5	1
Total humedal Ciénaga Redonda			**69**	**6**

Resumen humedal de Ciénaga Redonda

Totales	Superficie [ha]	Cantidad de unidades
Vegetación con alta actividad	52,8	4
Vegetación con baja actividad	0,0	0
Vegetación sin actividad	13,7	1
Áreas sin vegetación	2,5	1
Total humedal de Ciénaga Redonda	**69,0**	**6**

7.4.2. Análisis multitemporal de la actividad de la vegetación azonal hídrica

El humedal de Ciénaga Redonda no presenta actualmente zonas de baja o nula actividad de la vegetación, a excepción de la unidad CR-001 la cual se ubica en el extremo sur del humedal (parte alta) y que corresponde a una porción de vegetación seca de la que aún se pueden observar restos o partes de algunas plantas. El análisis multitemporal (Gráfico 5) muestra que esta unidad a presentado valores del NDVI muy bajos (inferiores a 0,2) que no se corresponden con el tipo de vegetación que allí existía, por lo que se puede inferir que esta porción del humedal se encuentra seca desde antes del año 1985.

Folio013614

Gráfico 5: Variación histórica de los valores del NDVI registrados en las unidades de vegetación, humedal de Ciénaga Redonda, región de Atacama, Mayo 2015



Nota: 1= inicio de los bombeos de agua, 2= detención del bombeo, 3 = reinicio del bombeo.
El año 1989 no se consideró en esta serie temporal por no contar con imágenes satelitales adecuadas para el análisis.

El resto de las unidades de vegetación corresponden en su totalidad a unidades que presentan altos niveles de actividad de la vegetación, registrándose un descenso en la actividad fotosintética sólo en la unidad CR-004 que corresponde a un pequeño sector ubicado en la porción centro norte del humedal.

7.5. Existencia de posibles procesos de desecamiento a macroescala en la región de Atacama

Como parte de este estudio se analizó, mediante el análisis multitemporal, la existencia de posibles procesos de desecamiento a macroescala que pudiesen estar influyendo en el estado actual de los humedales del área de estudio. Se seleccionaron dos puntos de control (de un total de 7 puntos referenciales) que presentan características similares a los humedales presentes en el área de estudio en términos de tamaño, posición en la cuenca hidrográfica y régimen de alimentación hídrica.

Los puntos de control seleccionados (A y B) muestran un descenso en los valores del NDVI en los últimos 10 años, situación que podría estar indicando la existencia de un proceso de desecamiento de mayor escala y que afecta a algunos tipos de humedales o más específicamente a porciones de los humedales existentes. Esta aseveración se basa en el hecho de que, a excepción del humedal de Pantanillo, las porciones desecadas en los otros humedales corresponden a porciones menores de ellos, detectándose junto a estas zonas afectadas porciones activas del humedal y que no presentan evidencias de disminución en sus valores del NDVI. Por otro lado existe una gran

Folio013615

cantidad de humedales que ocupan porciones laterales en las cuencas hidrográficas y que no presentan problemas de desecamiento o diminución en sus valores de NDVI. Este hecho hace suponer la posible ocurrencia de un fenómeno de desecamiento a mayor escala y que cada humedal tendrá una diferente respuesta frente a un mismo fenómeno. En el Gráfico 6 se muestra la variación de los valores del NDVI en los puntos de control seleccionados.

Gráfico 6: Variación histórica de los valores del NDVI registrados en los puntos de control A y B seleccionados fuera del área de estudio, región de Atacama, Mayo 2015



Nota: 1= inicio de los bombeos de agua, 2= detención del bombeo, 3 = reinicio del bombeo.
El año 1989 no se consideró en esta serie temporal por no contar con imágenes satelitales adecuadas para el análisis.

Folio013616

8. CONCLUSIONES

En base a los análisis realizados en el presente estudio existen ciertas observaciones respecto de la información presentada en el "Informe de Fiscalización Ambiental DFZ-2015-8-111 -RCA-IA" presentado como parte de los antecedentes técnicos del proceso sancionatorio.

La primera observación tiene relación con las superficies afectadas en los humedales de Pantanillo y Valle Ancho, ya que de acuerdo con el presente estudio el Informe de Fiscalización sobreestima en 13.5 ha la superficie señalada como vegetación afectada o "seca" en ambos humedales. Esta diferencia se puede deber a los ajustes realizados en el presente estudio a las unidades de vegetación mediante una fotointerpretación en detalle y a posibles diferencias de escalas de trabajo.

En segundo lugar, se señala la existencia de 73.3 ha bajo amenaza inmediata de deterioro de la vegetación en el humedal de Valle Ancho por encontrarse esta vegetación en una condición "semi-seca". Sin embargo, el análisis multiespectral muestra que en este humedal, las áreas identificadas con vegetación "semi-seca" presentan esta condición durante todo el período evaluado (1985 - 2014) sin que se presenten variaciones importantes en los valores del NDVI a lo largo del tiempo y sin que se observen disminuciones que den cuenta de un proceso paulatino de desecamiento.

Respecto al análisis multitemporal realizado a los distintos humedales se puede señalar que, **los procesos de desecamiento que se han presentado en el humedal de Pantanillo y Valle Ancho se han desarrollado simultáneamente en el tiempo,** situación que podría descartar la acción de un factor local, como lo es la extracción de aguas subterráneas, como el causante único o directo del deterioro de la vegetación en éstas áreas, principalmente en las unidades identificadas bajo afectación en el humedal de Valle Ancho. Esta idea debe ser reforzada con el análisis de las variables hídricas como lo son la velocidad de avance del cono de abatimiento de las napas y la distancia existente entre el humedal de Valle Ancho y los pozos de extracción de agua.

Por su parte, **los bajos niveles de actividad de la vegetación en algunas porciones del humedal de Barros Negros responden más bien a una dinámica natural del sistema y no a posibles intervenciones de origen antrópico, dado que los valores del NDVI históricos se presentan siempre bajos y sin grandes variaciones en el tiempo**, exceptuando sólo un pequeño sector en la porción mas sur del humedal en la que se presenta un proceso de desecamiento entre los años 2008 y 2014.

No se detectaron en el humedal de Ciénaga Redonda procesos de desecamiento actuales, y las áreas que se encuentran sin actividad o muertas han presentado esta misma condición desde antes del año 1985, año con que inicia el presente estudio.

Finalmente, el análisis de humedales en el entorno del área de estudio permite establecer que podría existir un proceso de desecamiento de mayor escala que esté afectando ciertos tipos de humedales, incluyendo los sectores afectados en el área de estudio. **Los puntos de control fuera**

Folio013617

del área de estudio muestran un descenso en los valores del NDVI al menos en los últimos 10 a 11 años. Se debe hacer la salvedad que los humedales incluidos en este estudio corresponden a un grupo particular de unidades de vegetación azonal, no existiendo unidades similares en el entorno inmediato al área de estudio según lo que se pudo corroborar al observar las imágenes satelitales disponibles para el área.

9. BIBLIOGRAFÍA

Ahumada, M. & L. Faúndez. 2009. Guía Descriptiva de los Sistemas Vegetacionales Azonales Hídricos Terrestres de la Ecorregión Altiplánica (SVATH). Ministerio de Agricultura de Chile, Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago 118 pp.

Castro, R. & Altamirano, T. 2013. Análisis de la Tendencia Histórica de Vegetación Azonal Hídrica sector Ciénaga Redonda, Barros Negros y Pantanillo. Altiplano Región de Atacama. AGROSIG, realizado para el Servicio Agrícola Ganadero (SAG central - DIPROREN). Licitación ID: 612-73-LE13. Noviembre 2013.

Castro, R. & Verdugo, C. 2014. Análisis de la Tendencia Histórica de Vegetación Azonal Hídrica sector Quebrada Villalobos. Altiplano Región de Atacama. AGROSIG, realizado para el Servicio Agrícola Ganadero (SAG central - DIPROREN). Licitación ID: 612-11-LE14. DRP SC 16. Noviembre 2014.

Chuvieco, E. 2002. Teledetección ambiental: la observación de la tierra desde el espacio. Ed. Ariel, 2ª Ed.; 586 pp.

Folio013618

10. ANEXOS

Folio013619

Anexo 1. Set de imágenes satelitales utilizadas en el presente trabajo

Año*	Proveedor	Plataforma	Sensor**	Fecha captura	Hora de captura [UTC]	Resolución espacial [m]	Espectro de Bandas
1985	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	25-01-1985	14:02:27Z	30	Multiespectral
1986	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	28-01-1986	13:51:10Z	30	Multiespectral
1987	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	15-01-1987	13:51:47Z	30	Multiespectral
1988	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	19-02-1988	14:01:45Z	30	Multiespectral
1989*	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	20-01-1989	14:02:04Z	30	Multiespectral
1990	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	24-02-1990	13:53:17Z	30	Multiespectral
1991	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	27-02-1991	13:53:07Z	30	Multiespectral
1992	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	01-03-1992	13:56:15Z	30	Multiespectral
1993	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	16-02-1993	13:54:02Z	30	Multiespectral
1994	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	03-02-1994	13:53:16Z	30	Multiespectral
1995	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	05-01-1995	13:45:01Z	30	Multiespectral
1996	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	25-02-1996	13:38:12 Z	30	Multiespectral
1997	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	26-01-1997	13:56:16Z	30	Multiespectral
1998	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	14-02-1998	14:08:11Z	30	Multiespectral
1999	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	17-02-1999	14:11:19Z	30	Multiespectral
2000	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	20-02-2000	14:05:44Z	30	Multiespectral
2001	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	06-02-2001	14:12:05Z	30	Multiespectral
2002	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	25-02-2002	14:10:22Z	30	Multiespectral
2003	USGS/EROS	LANDSAT-7	ETM+	04-02-2003	14:20:41Z	30	Multiespectral
2004	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	15-02-2004	14:11:00Z	30	Multiespectral
2005	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	17-02-2005	14:18:41Z	30	Multiespectral
2006	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	04-02-2006	14:22:22Z	30	Multiespectral
2007	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	23-02-2007	14:27:03Z	30	Multiespectral
2008	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	10-02-2008	14:22:44Z	30	Multiespectral
2009	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	12-02-2009	14:17:53Z	30	Multiespectral
2010	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	15-02-2010	14:22:59Z	30	Multiespectral
2011	USGS/EROS	LANDSAT-5	TM	02-02-2011	14:22:02Z	30	Multiespectral
2012	USGS/EROS	LANDSAT-7	ETM+	13-02-2012	14:26:12Z	30	Multiespectral
2013	USGS/EROS	LANDSAT-7	ETM+	15-02-2013	14:28:16Z	30	Multiespectral
2014	USGS/EROS	LANDSAT-7	ETM+	18-02-2014	14:28:46Z	30	Multiespectral
2014*	USGS/EROS	LANDSAT-8	OLI-TIRS	26-02-2014	14:32:46Z	30	Multiespectral
2008*	Digital Globe	IKONOS	-	30-11-2008	-	3,2	Multiespectral
2009*	Digital Globe	IKONOS	-	14-03-2009	-	3,2	Multiespectral
2014*	-	-	-	Ago-Sep 2014	-	0,35	Color verdadero
2015*	-	-	-	17 al 19 Mayo 2015	-	0,05	Color verdadero

*imágenes no incluida en el análisis multitemporal, utilizadas como referencia o base cartográfica
**Sensor: TM= *Thematic mapper;* ETM+ =*Enhanced Thematic Mapper Plus*; OLI-TIRS = *Operational Land Imager* (OLI) y *Thermal Infrared Sensor* (TIRS)

INFORME TÉCNICO

REVISIÓN DEL INFORME "ANÁLISIS ACTUALIZADO DEL COMPORTAMIENTO DE LA VEGETACIÓN EN LAS ÁREAS DEL CORREDOR BIOLÓGICO PANTANILLO, CIÉNAGA REDONDA Y QUEBRADA VILLALOBOS"

INFORME FINAL

Preparado por

Biota Gestión y Consultorías Ambientales Ltda.

Para

Kinross

Diciembre de 2015

Folio013621

INFORME TÉCNICO

"REVISIÓN DEL INFORME "ANÁLISIS ACTUALIZADO DEL COMPORTAMIENTO DE LA VEGETACIÓN EN LAS ÁREAS DEL CORREDOR BIOLÓGICO PANTANILLO, CIÉNAGA REDONDA Y QUEBRADA VILLALOBOS"

INFORME FINAL

Empresa Ejecutora: Biota Gestión y Consultorías Ambientales Ltda.

Domicilio:

Representante legal: Patricio Bobadilla Z.

Encargado del Estudio: Luis Faúndez Y. Director de Proyectos.

Equipo Técnico: Luis Faúndez Y.

Miguel Escobar V.

…….

Responsable Técnico

Luis Faúndez Yancas

Ingeniero Agrónomo

RUN

Folio013622

INDICE DE CONTENIDOS

1.- REVISIÓN DE LA RESPUESTA A LA RES. EX. N°11/D-14-2015 POR PARTE DEL SAG. 4

1. 1- Tipos de imágenes utilizadas. 4

1.2- Temporalidad de las imágenes utilizadas. 6

1.3. Niveles de Actividad de la Vegetación presente en cada humedal 7

2.- EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LOS HUMEDALES DE "BARROS NEGROS" (VALLE ANCHO) Y VILLALOBOS. 8

2.1. Resultados 8

Humedal de Barros Negros (Valle Ancho) 8

Humedal de Villalobos 11

Folio013623

Biota ha revisado el informe "Análisis Actualizado del Comportamiento de la vegetación en las áreas del Corredor Biológico Pantanillo, Ciénaga Redonda y Quebrada Villalobos", elaborado por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) en respuesta a la consulta realizada por la Superintendencia de Medio Ambiente formulada a través de la Res. Ex. N°11/D-14-2015, en el marco del proceso de sanción iniciado por esta última.

1.- Revisión de la Respuesta a la Res. Ex. N°11/D-14-2015 por parte del SAG.

Como resultado de la revisión del referido informe de actualización del análisis multitemporal de los sectores Ciénaga Redonda, Barros Negros Pantanillo y Villalobos, es posible indicar que este contiene errores metodológicos que invalidan las conclusiones generadas a partir de ellos, y que estos errores radican en el tipo de imagen utilizada para el análisis multitemporal y en la fecha de comparación de las mismas.

A continuación se presenta el análisis de estos aspectos:

1. 1- Tipos de imágenes utilizadas.

Para el análisis multitemporal de Valle Ancho (incluido en el sector de Barros Negros) y Quebrada Villalobos se utilizaron imágenes provenientes de distintos sensores que presentan distinta resolución espacial y espectral. De acuerdo con Chuvieco (2002[1]) el análisis multitemporal requiere que las imágenes a comparar se ajusten geográficamente y radiométricamente entre sí; este último factor se refiere a que se debe minimizar la variación entre las imágenes a comparar producto de las diferencias en las condiciones de observación, condiciones atmosféricas y/o calibraciones del sensor, estos tres factores pueden afectar la signatura (firma o característica) espectral de un pixel aunque se mantenga constante la cubierta a observar. Se hace necesario realizar un proceso de normalización de las imágenes que permita su comparación, sobre todo si provienen de sensores distintos. Este proceso no se menciona en el informe emanado por la autoridad, por lo tanto no se conoce si ha sido realizado.

En el análisis del humedal de Barros Negros (Valle Ancho) se utilizaron imágenes provenientes de la constelación de satélites RapidEye (abril 2013) e imágenes provenientes de la constelación SPOT 7 (febrero 2014), ambos tipos de imágenes presentan una serie de diferencias entre las que destacan las resolución espacial y rango espectral de cada uno de ellos, en el Cuadro 1 se muestran las características principales de los sensores utilizados en el análisis, se agregan también las características técnicas de las imágenes *Pleiades* utilizada en el humedal de Villalobos.

[1] Chuvieco, E. 2002. Teledetección ambiental: la observación de la tierra desde el espacio. Ed. Ariel, 2ª Ed.; 586 pp.

Cuadro 1: Especificaciones comparativas de los sistemas SPOT 7 [2], RapidEye[3] y Pleiades[4].

Característica	SPOT 7	RapidEye	Pleiades
Resolución espacial	1,5 m	5 m	Pancromático: 0,5 m Multiespectral: 2 m
Rango espectral			
Pancromático	450-745 nm	No posee	470-830 nm
Azul	450-520 nm	440-510nm	430-550 nm
Verde	530-590 nm	520-590 nm	500-620 nm
Rojo	625-695 nm	630-985 nm	590-710 nm
Red-edge	No posee	690-730 nm	No posee
NIR	760-890 nm	760-850 nm	760-890 nm

Fuente: elaboración propia a partir de la especificaciones técnicas de cada sensor.

En el cuadro anterior se puede observar que existen diferencias espaciales entre ambos sensores que determinan un distinto grado de sensibilidad con que una misma cubierta vegetal es evaluada por cada sensor. Más relevante aún son las diferencias espectrales que poseen cada una de las bandas que componen la imagen resultante de cada satélite, estos valores diferenciales por muy pequeños que sean inciden directamente sobre los valores de banda que puede tener un pixel en particular en cada una de las imágenes en un momento determinado, esto se complejiza más aun si los valores de las distintas bandas de cada imagen se usan de manera combinada tal como es el caso de los índices de vegetación que corresponden a una operación algebraica entre bandas de una misma escena. Eventualmente, se podría hacer un análisis multitemporal con imágenes provenientes de dos sensores distintos, para lo cual las escenas a utilizar deberían ser corregidas geométrica y espectralmente, lo que significa que se debe asegurar que se está situado en la misma zona para ambas fechas, y que la variable que se esta comparando esté en la misma escala de medida (Chuvieco 2002[5]).

Así, el análisis realizado en Barros Negros (Valle Ancho) se basa en la comparación de imágenes de dos sensores distintos que presentan diferencias espectrales y dado que no se indica si se realizaron correcciones geométricas y espectrales de las imágenes, se considera que los valores del índice de vegetación utilizado (SAVI) son inválidos si no se han realizado las correcciones necesarias que permitan igualar la magnitud de los valores del índice en cada escena, además **el propio SAG señala en su Informe SAG Ciénaga Redonda, Barros Negros Pantanillo 2013 que no**

[2] http://www2.geo-airbusds.com/files/pmedia/public/r12785_9_spot6-7_ficha_tecnica.pdf
[3] http://www.geosoluciones.cl/documentos/rapideye/RapidEye_Mosaic_Product_Specifications_ES.pdf
[4] http://www.imagine-it.cl/web/index.php/imagenes-satelitales/2013-11-19-17-13-00/pleiades
[5] Chuvieco, op cti.

se pueden utilizar imágenes provenientes de distintos sensores en un análisis multitemporal si sus rangos espectrales son distintos ya que los montos de reflectividad no son comparables (Informe SAG Ciénaga Redonda, Barros Negros Pantanillo 2013, página 11, párrafo 5).

Lo mismo ocurre con el análisis de Quebrada Villalobos, donde además la autoridad reconoce la diferencia de escalas de los sensores utilizados y su influencia sobre el análisis, sin embargo no hace lo mismo respecto de las diferencias espectrales entre los sensores utilizados lo que, según lo anteriormente expuesto, puede distorsionar aún más el análisis de la respuesta de la vegetación mediante índices espectrales (NDVI, SAVI, etc.).

Producto de lo anterior, es que el análisis entregado por la Autoridad presentaría inconsistencias metodológicas, en relación con los requisitos de las imágenes para el desarrollo de un análisis multitemporal, que invalidan los resultados obtenidos.

1.2- Temporalidad de las imágenes utilizadas.

Para la evaluación comparativa en Barros Negros (Valle Ancho) se utilizaron imágenes correspondientes a los meses de abril de 2013 y febrero de 2014, existe entre ambas fechas un desfase de poco más de un mes dentro del ciclo de crecimiento natural del humedal evaluado. Considerando que el período de crecimiento de los sistemas de vegetación azonal hídrica altoandina ocurre en no más de 6 meses al año, noviembre a abril aproximadamente (ver gráfico 1), las diferencias de más de un mes en las imágenes, captura también las diferencias dentro del ciclo de crecimiento de la vegetación, lo que claramente puede resultar significativo al momento de evaluar su estado y evolución en este tipo de sistemas. La Literatura recomienda (Chuvieco 2002[6]) que las imágenes a comparar sean de la misma época del año a fin de aislar o minimizar los cambios producidos por distintos estadios fenológicos en las cubiertas vegetales analizadas.

En el gráfico 1 se muestra la relación entre la temperatura, precipitación y la tasa de crecimiento relativa de distintos tipos de praderas y matorrales del tipo hídrico presentes en la zona altiplánica del país, en cual fue elaborado a partir de la recopilación de antecedentes climáticos (CNR - CIREN, 2007)[7], y el modelo de crecimiento de distintas praderas altiplánicas presentado por Castellaro (2005)[8].

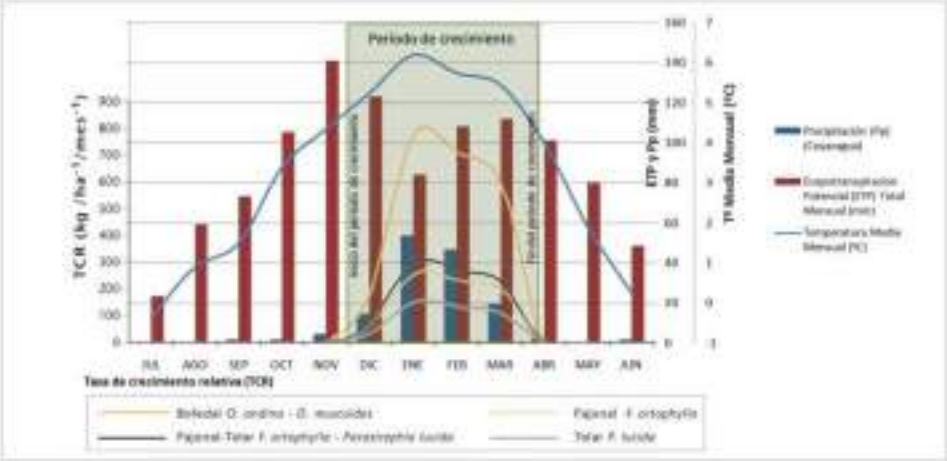
[6] Chuvieco, op cti.

[7] CNR - CIREN, 2007. Calculo y cartografía de la evapotranspiración potencial en Chile, informe final. Comisión Nacional de Riego (CNR) – Centro de información de recursos naturales (CIREN). 14 pp más anexos.

[8] Castellaro G., 2005. Manejo nutritivo de la vicuña en condiciones de pastoreo. En: Galaz J. & Gonzáles G. (Eds.). Técnicas para el Manejo Productivo de la Vicuña (Vicugna vicugna Molina, 1782) en Chile. Corporación Nacional Forestal (CONAF) – Fundación para la Innovación Agraria (FIA), pág. 230.

Folio013626

Gráfico 1: Tasa de crecimiento relativa de distintos tipos de praderas altiplánicas y su relación con la temperatura media y precipitación del sector altiplánico.



Caso similar se registra en el análisis desarrollado en quebrada Villalobos, donde, junto con utilizar distintos sensores y con diferente resolución espacial y espectral, tal como se explicó precedentemente, hay una diferencia entre las imágenes RapidEye (abril 2014) y Pleidaes (noviembre 2012) las cuales corresponden temporalmente al término y al inicio del período de actividad de la vegetación en el humedal y que concuerdan con períodos de baja actividad de la misma, tal como se puede apreciar en el ejemplo mostrado en el gráfico 1.

1.3. Niveles de Actividad de la Vegetación presente en cada humedal

Otro detalle no menos importante es que la comparación se realiza entre humedales que presentan niveles de actividad de la vegetación muy distintos. Así, el humedal de Barros Negros (Valle Ancho) presenta niveles de actividad que van desde niveles muy bajos en aquellos sectores con escasa vegetación, los cuales además ocupan una importante superficie del humedal, presenta también sectores con una alta actividad en aquellas áreas con mayor disponibilidad hídrica, mientras que el humedal de Villalobos corresponde a una unidad relativamente continua y que presenta una alta actividad de la vegetación en gran parte de su extensión dada su alta disponibilidad hídrica lo que lo hace poco comparable con el humedal de Barros Negros (Valle Ancho) y los demás ubicados en el sistema Pantanillo-Cienaga Redonda.

En definitiva, se puede concluir que el análisis efectuado por la Autoridad presenta debilidades metodológicas que hacen que los resultados obtenidos no puedan ser considerados concluyentes, debido principalmente a que en las comparaciones se emplean diferentes sensores, no dejando claro en el informe si se realizaron las correcciones geométricas, espectrales y la normalización de los valores de las escenas a comparar, además se realizan comparaciones con desfase de fechas ,y la comparación se realiza entre unidades de vegetación que poseen un comportamiento distinto en términos de la actividad de la vegetación.

Folio013627

2.- Evaluación comparativa de los humedales de "Barros Negros" (Valle Ancho) y Villalobos.

Considerando lo anterior, con el propósito de estudiar la dinámica de estos sistemas y verificar los resultados de la autoridad, Biota ha realizado una evaluación temporal de los humedales de Barros Negros (Valle Ancho) y Villalobos que busca medir el estado de la vegetación en dos fechas distintas para posteriormente contrastar ambas fechas; los datos a evaluar se han obtenido en momentos en que la superficie terrestre presente estados similares, a fin de minimizar las diferencias producidas por el cambio temporal de la cubierta vegetal y se ha utilizado el mismo sensor con las respectivas correcciones, utilizando como parámetros de comparación unidades de vegetación homologas entre sí, en términos del tipo de vegetación y sus propiedades.

Se procedió a evaluar el estado de la vegetación mediante el cálculo del índice de vegetación NDVI (índice de vegetación de diferencia normalizada) en ambos humedales utilizando dos imágenes provenientes del satélite Landsat 7 (sensor ETM+, producto SR) capturadas en el mes de febrero de cada año con fechas 15-02-2013 y 18-02-2014 respectivamente.
Este análisis tiene como propósito corroborar si los resultados obtenidos por la Autoridad (informe SAG), en términos de la variación de la superficie de vegetación activa, son coincidentes o no.

2.1. Resultados

A diferencia de lo presentado en el "Estudio Multitemporal de la Vegetación Azonal Hídrica, Sectores Pantanillo, Valle Ancho, Barros Negros y Ciénaga Redonda" (Biota 2015), acompañado en los descargos presentados por Compañía Minera Maricunga, el presente análisis permite cuantificar en términos de superficie el estado de la vegetación y la variación interanual que la vegetación activa presentó entre ambas temporadas, segregando entre vegetación activa y áreas sin vegetación (vegetación seca o de baja actividad y suelo desnudo), estableciendo para ello un valor umbral del NDVI. Se utilizó un valor umbral de NDVI de 0,18[9] que representa el límite entre la vegetación seca o de baja actividad, y la vegetación activa en el humedal de Barros Negros (Valle Ancho) según los resultados obtenidos en Biota, 2015.Se utilizó este mismo valor para segregar la vegetación en el humedal de Villalobos, y de este modo poder comparar ambas áreas, los resultados del análisis interanual para ambos humedales se presentan a continuación.

Humedal de Barros Negros (Valle Ancho)

En este humedal, para un valor umbral del NDVI (Landsat SR) de 0,18 se tiene una superficie de vegetación activa[10] para el año 2013 de 108,72 ha, mientras que el año 2014 presenta una superficie de 103,5 ha, lo que equivale a una disminución del 4,8% de la superficie de vegetación activa entre ambas temporadas (ver cuadro 2), lo que no se equipara en ningún caso con lo señalado por la Autoridad, quien afirma que en este humedal existe una disminución de alrededor de un 40% de la superficie de vegetación activa. En la figura 2 se muestra la comparación entre las

[9] Este valor representa el promedio de los valores máximos obtenidos para la vegetación con baja actividad o vegetación seca en el informe Biota, 2015.
[10] Superficie de vegetación activa, este valor depende directamente del valor umbral de NDVI utilizado y puede presentar diferencias respecto a la superficie de vegetación presentado en otros estudios referentes a este humedal.

Folio013628

imágenes de los años 2013 y 2014. Esto puede parecer un cambio de superficie significativa, que podría apuntar en el sentido que señala la autoridad, respecto a descartar un efecto global y dejar de manifiesto un efecto producto de una actividad externa al sistema (extracción hídrica, por ejemplo). Sin embargo, si se observa en la misma figura, los humedales laterales (hacia el O y NO) al sistema Valle Ancho, la vegetación activa también presenta una reducción de superficie.

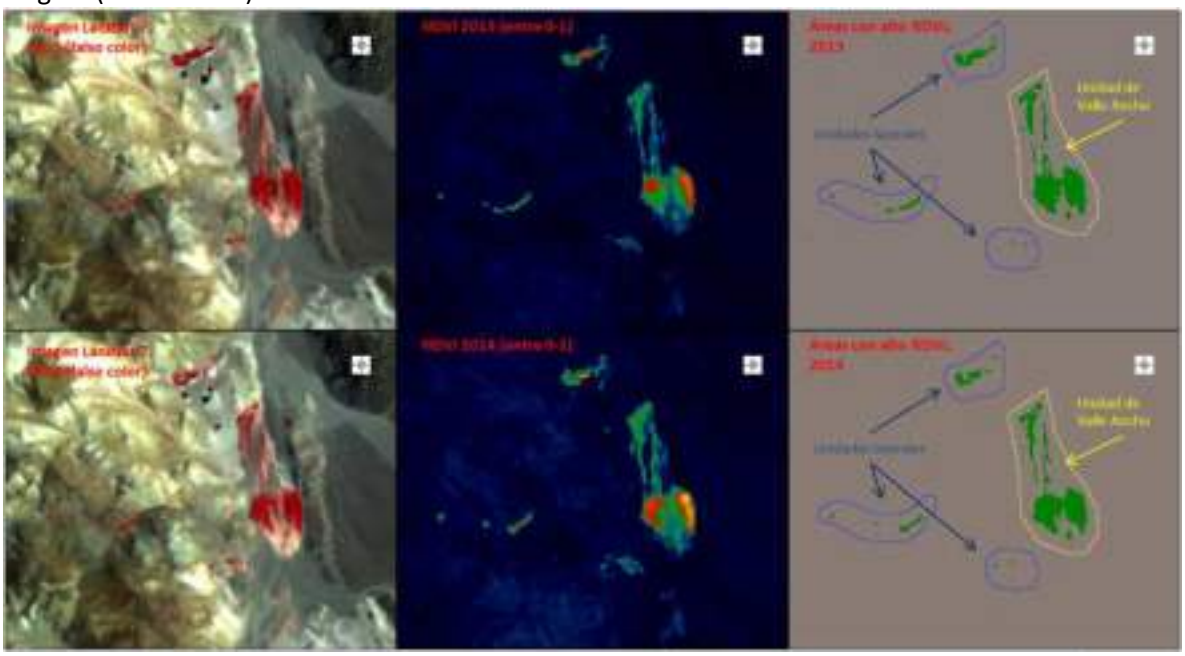
Cuadro 2: Superficie y variación inter anual de la vegetación activa en el humedal de Barros Negros (Valle Ancho) y unidades laterales para los años 2013 y 2014 (valor umbral NDVI (Landsat SR) NDVI=0,18).

		Superficie anual vegetación activa [ha] (valor umbral NDVI = 0,18)			
Zona	**Clase NDVI**	**2013**	**2014**	**Diferencia en [ha]**	**% Variación**
Valle ancho	NDVI (0.18 - 1)	108,72	103,5	-5,22	-4,8
Unidades laterales	NDVI (0.18 - 1)	26,82	25,47	-1,35	-5,0

Estos sistemas laterales, si bien pequeños en extensión, se encuentran en una posición topográfica, al menos en términos de cuenca espacial, más relacionada con el humedal de Valle Ancho que el humedal de Villalobos, el cual se pretende emplear como control para establecer el funcionamiento natural de estos sistemas en el área.

En estos casos existe una diferencia entre 2013 y 2014 de 1,35 ha, lo que equivale a una disminución del 5% de la superficie de la vegetación activa en estos sectores, este porcentaje es similar al observado en el humedal de Barros Negros (Valle Ancho) en el punto anterior.

Figura 2: Imagen Landsat 7 (RGB 432), NDVI e imagen parcializada entre áreas con vegetación y sin vegetación activa con un valor umbral del 0,18 NDVI para los años 2013 y 2014 humedal Barros Negros (Valle Ancho).



Fuente: elaboración propia

Folio013630

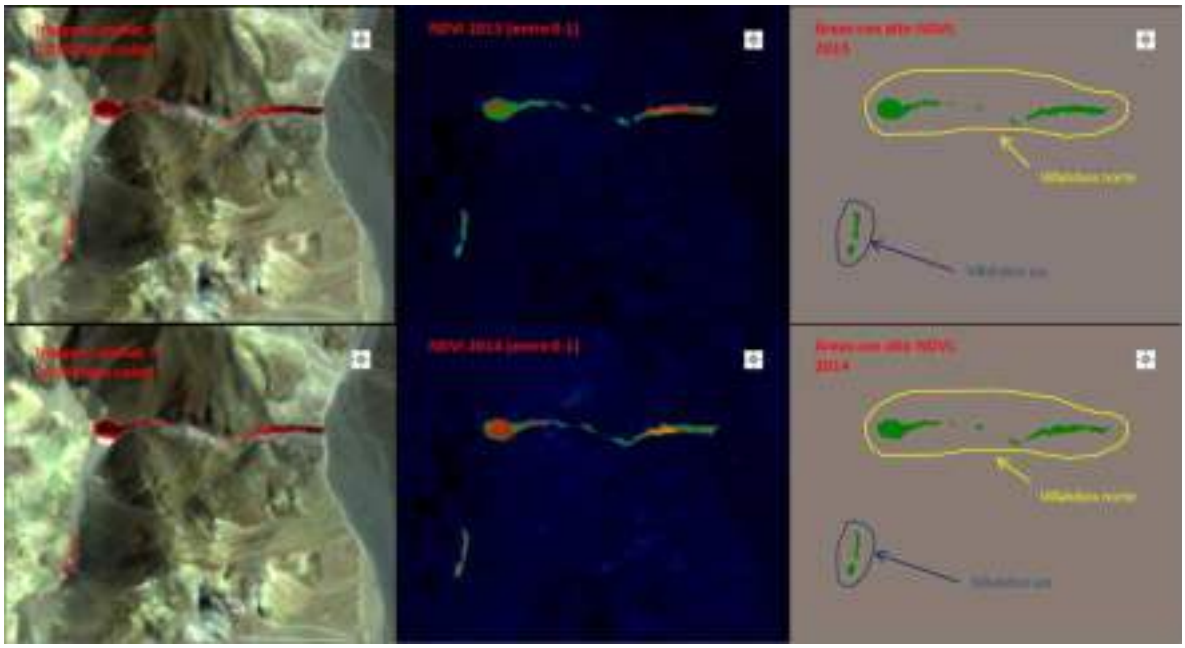
Humedal de Villalobos

De manera similar al sector de Barros Negros (Valle Ancho), el humedal de Villalobos presenta variaciones en la superficie de vegetación activa entre la temporada 2013 y 2014, tal como se puede observar en el cuadro 3 la porción norte del humedal (ver figura 3) presenta para un valor umbral del NDVI (Landsat SR) de 0,18 una superficie de vegetación activa de 45,9 ha mientras que en el año 2014 presenta una superficie de 42,4 ha lo que corresponde a una disminución de 3,5 ha equivalentes al 7,6% de la superficie de vegetación activa siendo este valor muy superior al registrado en el humedal de Barros Negros (Valle Ancho) y es contrario a lo que señala la autoridad quien afirma que en este sector prácticamente no hay variación en la vegetación, en la porción sur por su parte se observa un aumento de 0,27 ha equivalentes a un 4,2% de la superficie situación que aumenta de cierta forma la variabilidad del sistema de vegetación Villalobos ya que se registran áreas con disminución en la actividad de la vegetación y otras áreas en la cual aumenta .

Cuadro 3:. Superficie y variación inter anual de la vegetación activa en el humedal de Villalobos Norte y Sur para los años 2013 y 2014 (valor umbral NDVI (Landsat SR) NDVI=0,18).

		Superficie anual vegetación activa [ha] (valor umbral NDVI = 0,18)			
Zona	**Clase NDVI**	**2013**	**2014**	**Diferencia en [ha]**	**% Variación**
Villalobos norte	NDVI (0.18 - 1)	45,9	42,39	-3,51	-7,6
Villalobos sur	NDVI (0.18 - 1)	6,39	6,66	0,27	4,2

Figura 3: Imagen Landsat 7 (RGB 432), NDVI e imagen parcializada entre áreas con vegetación y sin vegetación activa con un valor umbral del 0,18 NDVI para los años 2013 y 2014 humedal de Villalobos



Fuente: elaboración propia

Folio013631

Finalmente a partir del análisis de los humedales de Barros Negros (Valle Ancho) y Villalobos se establece que la disminución de la vegetación activa informada por la autoridad en el humedal de Barros Negros (Valle Ancho) con un valor de alrededor de 40 ha no es tal, sino que se trataría de un variación del 5%, y posiblemente la diferencia registrada se deba a las inconsistencias metodológicas detectadas en el análisis, por su parte el humedal de Villalobos, contrario a lo que indica la Autoridad, presenta variaciones en la superficie de la vegetación activa entre los años 2013 y 2014 correspondientes a una disminución del 7,6% en la porción norte y un aumento del 4,2% en la porción sur del humedal las cuales son muy superiores a las señaladas por la autoridad en su informe (alrededor de 1% de disminución de vegetación activa), en ambos casos estas variaciones en superficie de vegetación activa son esperables y pueden tener diversas causas naturales, no correspondiendo necesariamente a la influencia antrópica que sobre ellos se pueda estar ejerciendo.

Candelaria
lundin mining

Tierra Amarilla 31 de marzo de 2022
MA Nº 25/22

Secretario Regional Ministerial
Ministerio del Medio Ambiente
Región de Atacama
Copiapó

Ref.: Monitoreo Anual 2021 Humedal de Piedra Colgada.

Estimado SEREMI:

Junto con saludar, en el marco del proyecto Candelaria 2030 - Continuidad Operacional y conforme a lo indicado en la Resolución de Calificación Ambiental Nº133 del 23 de julio del 2015, relativo al Considerando N°9 que a continuación se cita: *"Realizar un Plan de Monitoreo del Humedal de Piedra Colgada, que permita verificar la condición de salud y evolución de este ecosistema, por toda la operación del proyecto; tal medida será de exclusiva responsabilidad del Proponente, tanto en su diseño como en su implementación, debiendo presentar al SAG, SEREMI del Medio Ambiente y CONAF las propuestas de diseño y monitoreo de dicho plan para ser visado y validado por los mencionados servicios competentes.";* y de acuerdo a la Propuesta de Monitoreo del Humedal de Piedra Colgada aprobada en agosto del año 2020, se envía **Informe Anual del Humedal Piedra Colgada (Periodo 2021).**

Para efecto de facilitar el contacto en caso de dudas o consultas sobre este tema, favor enviar al siguiente correo electrónico a o comunicarse al fono 52 2 461364 o al celular 9 958141768.

Sin otro particular, a la espera de una favorable acogida de la solicitud realizada, se despide atentamente a usted,

Jorge Bravo R.
Gerente Medio Ambiente
C.C. Minera Candelaria

c.c.: Servicio Agricola y Ganadero
c.c.: Corporación Nacional Forestal
c.c.: Arch. Interno Medio Ambiente

Folio01363

San Pedro

AR- Area Rural

RUTA 5

RIO COPIAPO

ZONA DE PROTECCION

RUTA C-372

COMUNIDAD DIAGUITA QUILLAGUAZU
LOTE A
TERRENOS
SUP. 42.57 Hás.
29 SOCIOS

ASOCIACION MULTICULTURAL PIKUN WAYRA II
LOTE C
TERRENOS
SUP. 26.72 Hás.
40 SOCIOS

COMUNIDAD AFRODECENDIENTE RASTAFARY
LOTE C
TERRENOS
SUP. 3.50 Hás.
25 SOCIOS

COMUNIDAD COLLA CERRANIA POBLETE
LOTE F
TERRENOS
SUP. 101.37 Hás.
40 SOCIOS

EQUIPAMIENTO Y ARES VERDES
3.18 HAS

C-LOS DIAGUITAS

LOS OLIVOS

colla

COMUNIDAD DIAGUITA KAKANCHIC ALCOTA
LOTE B
TERRENOS
SUP. 224.54 Hás.
18 SOCIOS

COMUNIDAD DIAGUITA ANA BERTA GODOY
LOTE A
TERRENOS
SUP. 20.00 Hás.
25 SOCIOS

COMUNIDAD DIAGUITA ANA BERTA GODOY
LOTE A
TERRENOS
SUP. 30.00 Hás.
50 SOCIOS

C-LOS OLIVOS

C-LOS ACACIAS

C-EL CHAÑAR

C-LAS LLAMAS

COMUNIDAD DIAGUITA ANA BERTA GODOY
LOTE A
TERRENOS
SUP. 20.00 Hás.
25 SOCIOS

COMUNIDAD COLLA WAYRA CHINCHA
LOTE F
TERRENOS
SUP. 78.50 Hás.
36 SOCIOS

SIMBOLOGIA

- SSC
- CAMINO
- RIO COPIAPO
- CERROS-QUEBRADAS
- TERRITORIO INDIGENA
- RUTA TRASHUMANCIA
- ARBOLES NATIVOS
- COMUNIDADES
- AREAS VERDES

TOTAL ESTAREAS	
SUP. TOTAL	3572 HAS

CUADRO DE VINCULACION GEODESICA DATUM WGS'84		
VERTICE	NORTE	ESTE
BN03	6.976.900,300	347.601,450

COORDENADAS UTM; DATUM WGS-84

VERTICE	NORTE	ESTE
A	6.973.990,59	341.036,00
B	6.976.567,34	348.95,97
C	6.970.796,17	348.95,97
D	6.970.769,17	341.036,00

PLANO INFORMATIVO
TERCIA MARZO / 2023

ID	PUEBLO	NOMBRE SSC	FUENTE	NORTE	ESTE	USO	DATUM
1	DIAGUITA	SITIO ARQUEOLOGICO	COMUNIDADES	6.974.997,00	347.120,00	19 SUR	WGS 84
2	DIAGUITA	HORNOS DE FUNDICION	COMUNIDADES	6.974.994,00	347.188,00	19 SUR	WGS 84
3	DIAGUITA	HORNOS DE FUNDICION	COMUNIDADES	6.975.012,00	347.185,00	19 SUR	WGS 84
4	DIAGUITA	SITIO ARQUEOLOGICO	COMUNIDADES	6.974.622,00	347.228,00	19 SUR	WGS 84
5	DIAGUITA	CENTRO CEREMONIAL	COMUNIDADES	6.974.630,00	347.248,00	19 SUR	WGS 84
6	DIAGUITA	CENTRO CEREMONIAL CORAL	COMUNIDADES	6.974.614,00	347.245,00	19 SUR	WGS 84
7	DIAGUITA	S. ARQUEOLOGICO CEMENTERIO	COMUNIDADES	6.974.615,00	347.276,00	19 SUR	WGS 84
8	DIAGUITA	FOGON INDIGENA	COMUNIDADES	6.975.145,00	347.524,00	19 SUR	WGS 84
9	DIAGUITA	CENTRO CEREMONIAL GENERAL	COMUNIDADES	6.975.502,00	347.675,00	19 SUR	WGS 84
10	DIAGUITA	CENTRO CEREMONIAL GENERAL	COMUNIDADES	6.974.149,00	348.189,00	19 SUR	WGS 84
11	DIAGUITA	MINA DE CUARZO	COMUNIDADES	6.972.898,00	348.144,00	19 SUR	WGS 84
12	DIAGUITA	PIEDRA DE MOLER ALIMENTOS	COMUNIDADES	6.974.374,00	346.888,00	19 SUR	WGS 84
13	DIAGUITA	BOSQUE CHAÑAR	COMUNIDADES	6.974.074,00	347.044,00	19 SUR	WGS 84
14	DIAGUITA	SITIO ARQUEOLOGICO	COMUNIDADES	6.972.796,00	345.002,00	19 SUR	WGS 84
15	DIAGUITA	PANAL DE ABEVEJAS MIEL	COMUNIDADES	6.971.920,00	342.105,00	19 SUR	WGS 84
16	DIAGUITA	CAPTUS PANAL DE ABEJAS	COMUNIDADES	6.974.994,00	342.108,00	19 SUR	WGS 84
17	DIAGUITA	TAMBOS Y MINA DE CUARZO	COMUNIDADES	6.972.183,00	341.952,00	19 SUR	WGS 84

REVISIONES									
N°	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIB.	REVIS.	REVIS.	APRO	APRO	APRO
2	30/03/23	EMITIDO PARA INVESTIGACIÓN O.T.	R.M.S.	R.M.S.		DIR.	M.M.N	M.B.N.
1	15/03/23	EMITIDO PARA INVESTIGACIÓN O.T.	R.M.S.	R.M.S.		DIR.	M.M.N	M.B.N.
0	20/02/23	EMITIDO PARA INFORMACIÓN O.T.	R.M.S.	R.M.S.		DIR.	M.M.N	M.B.N.

REFERENCIAS	
N° DE PLANO	DESCRIPCIÓN
GP003-ID-4110-PL-CI-001	LAYOUT DE ALINEAMIENTO GENERAL
N° PLANO 1° REF.	DESCRIPCIÓN 1° REF.

NOTAS:
1. DIMENSIONES, ELEVACIONES Y COORDENADAS EN METROS S.I.C.
2. SISTEMA DE COORDENADAS UTM DATUM Y ELIPSOIDE WGS-84, USO 19 SUR.
3. ELEVACIONES REFERIDAS AL NIVEL MEDIO DEL MAR.
4. ULTIMO PLANO ACTUALIZADO DEL MINVU.
5. ZONA DE PROTECCION RIO COPIAPO Y HUASCO.

Design Shaddai
Arquitectura & Construcción
Raúl Fernando Miranda Silva
Cel.
E_mail:
Copiapó-Atacama-Chile

		NOMBRE	FIRMA	FECHA
COMUNIDADES	DIBUJO	R. MIRANDA		
	REVISÓ	R. MIRANDA		
	REVISÓ			
	APROBÓ	ANTROPOLOGO		
	APROBÓ			
GOBIERNO	APROBÓ	M. NACIONALES		
	APROBÓ	B. NACIONALES		

PROYECTO DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA
COMUNIDADES INDIGENAS SECTOR SAN PEDRO

DESCRIPCIÓN :
PROYECTO TERRITORIOS DE INFLUENCIA EN SITIOS DE INTERES PATRIMONIAL POLIGONOS DE TIERRAS INDIGENAS
LAYOUT DE ALINEAMIENTO GENERAL

LAM. 1 DE 1

ESCALA 1:20000

PLANO N° : GP003-ID-4110-PL-CI-001

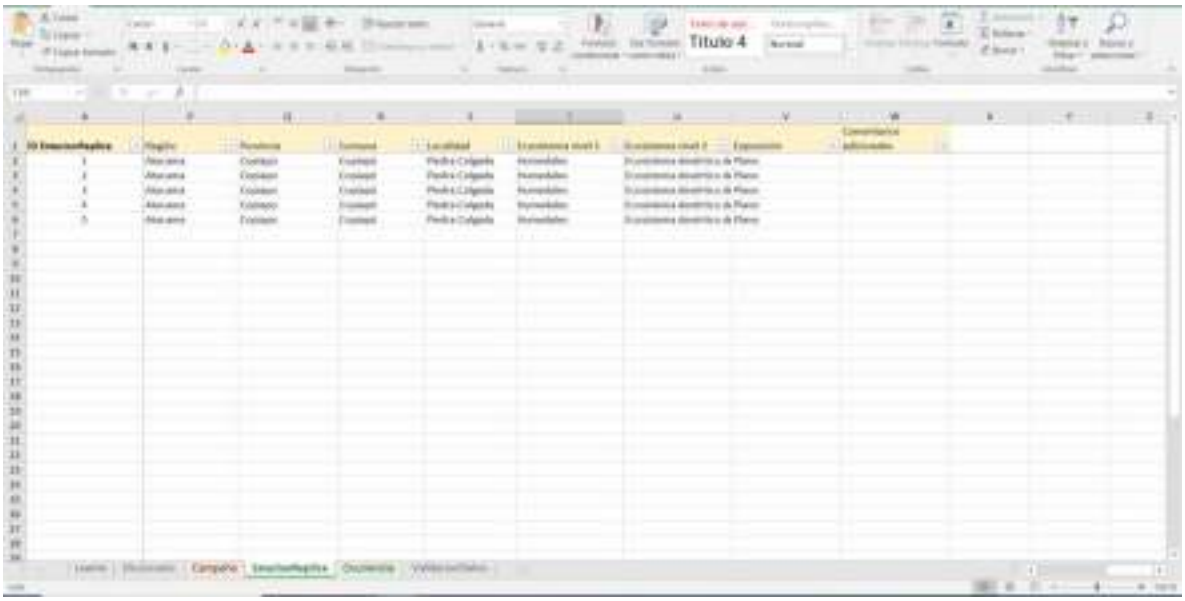
REV. 2

ISO A1 Confidencial Design Shaddai. Prohibida su Reproducción Total o parcial.

CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Norte en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales recibidos a través del memo interno recibido el 09 de julio del 2024, cuyo nombre de archivo es el siguiente:

” Monitoreo Humedal Piedra Colgada 2020-2022.xlsx”



COMUNIDAD DIAGUITA SHALOM

N° Ref. CDS001-SH-1000-DOC-SO-018

Copiapó, Domingo 19 de mayo del 2024.

Srta.
Natalia Penroz Acuña
Seremi de medio ambiente
Ministerio de medio Ambiente
Portales N°830
Copiapó

Ref.: Solicitud de acta de reunión con las comunidades de Chamonate, Toledo y San pedro.

Junto con saludarlo muy cordialmente, quisiéramos manifestarle lo siguiente: Nuestras comunidades indígenas DIAGUITAS, COLLAS Y ASOCIACIONES MULTICULTURALES, ubicadas en el . Del año 2018. A la fecha. Que están en proceso de postulación con la Conadi de la reclamación de tierras y estudio antropológico.

Las comunidades son las siguientes:

Asociación Multicultural Picun Wayra, P.J. N°320028.
Asociación Indígena Ayllu del Chañar, P.J N°320041.
Comunidad indígena Diaguita Shalom, P.J. N°310114.
Comunidad Indígena Colla Waira Chincha, N°310116.
Comunidad indígena Diaguita Nicolás Fuentes, P.J. N°310118.
Comunidad indígena Colla Ayllu Inti, P.J. N°310131.
Comunidad indígena Diaguita Paitane Wica, P.J. N°310133.
Comunidad indígena Diaguita Ana Berta Godoy, P.J. N°310190
Asociación indígena Multicultural Puñuy Wasi, P.J. N°320026
Comunidad indígena Diaguita Flora Tabilo, P.J. En Trámite
Comunidad Indígena Diaguita Romelio Godoy, P.J. En Trámite
Comunidad Indígena Diaguita Copayapu, P.J. En Trámite
Comunidad Indígena Diaguita Chango Totoral, P.J. En Trámite

COMUNIDAD DIAGUITA SHALOM

N° Ref. CDS001-SH-1000-DOC-SO-018

Propuestas de las comunidades:

1.- Solicitamos participar del proceso para la determinación de los Sitios Prioritarios que pasaran a regirse por las disposiciones de la ley 21.600, el cual contempla, como una primera etapa un periodo en que cualquier persona natural o jurídica podrá aportar antecedentes relevantes de los Sitios Prioritarios para la macrozonanorte de la Región de Atacama.

Considerando que la ley establecerá el procedimiento y los criterios para declaración de un Sitio Prioritario que deberán contemplar la participación de las comunidades científicas, locales e INDIGENAS y de autoridades locales, Regionales y Nacionales.

Que con todo, el inciso final del aculo 116 establece una excepción a la conducta infraccional indicada en Sitios Prioritarios respecto de Pueblos Indigenas, al señalar que: No se Considera infracción aquella conducta realizada en el marco de aquellos usos o costumbres ancestrales de comunidades indigenas reconocidas en el acto administrativo que establezca alguno de los instrumentos de esta ley, en tanto no constituya un menoscabo a la conservación de la biodiversidad y a la protección del patrimonio natural del país, así como en aplicación de normativa especial en materia de sanidad vegetal y animal y de prevención y combate de incendios forestales.

2.- Las comunidades solicitamos participar de las siguientes Etapas de este proceso en La Consulta Indígena. Según ley 19.300 de medioambiente donde señala que las alguna área de intervención de alguna empresa industrial, agroindustria, o minera. Etc. El área de afectación es de cordillera a mar es para todos la consulta Indígena. Por lo tanto de los 44 sitios prioritarios se tienen que cuidar y proteger libre de contaminación.

3.- Entregamos nuestra información según planos georreferenciados para principalmente se declaren estos sitios prioritarios como patrimonio natural, considerando que nuestra cosmovisión ancestral es transversal de cordillera a mar, donde vivimos en estos sitios en áreas rurales de tradiciones ceremoniales y culturales donde esta nuestra biodiversidad, que cultivamos la tierra, recuperando la soberanía alimentaria de la semilla, esta nuestro rio que es un ser vivo. Nuestras Rutas de trashumancia y sitios de significacion cultural y patrimonial, los bosques de chañar y algarrobos, hay vestigios reconocidos por Conadi de conservación de rutas de trashumancia y sitios de significacion cultural y patrimonial, del estudios realizado en la Región de Atacama, tercera Etapa 2018. (CONADI). Tambien hay otros que están en proceso de estudios antropológicos de las comunidades.

4.- No es menor mencionar que estamos declarando los territorios con áreas como monumento nacional según categorías de Zonas típicas existen distintas tipologías de ZT: Pueblo Tradicional, área y conjunto.

COMUNIDAD DIAGUITA SHALOM

N° Ref. CDS001-SH-1000-DOC-SO-018

Sin otro particular, les saluda atentamente:



Raúl Fernando Miranda Silva
Presidente y Gestor Cultural
Comunidad Indígena diaguita Shalom
Baltazar Marín 682 Rosario, Copiapó.
Cel.
Email:

COMUNIDAD DIAGUITA SHALOM

N° Ref. CDS001-SH-1000-DOC-SO-018







Comentarios específicos sobre sitios prioritarios macrozona norte

Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile (ROC), mayo de 2024

Los sitios prioritarios “Valle de Lluta”, “Valle de Azapa”, “Quebrada de Garza (Chaca)”, “Quebrada de Vítor” y “Quebrada de Camarones” constituyen un conjunto acotado de valles que albergan la mayor parte de la población en Chile para algunas especies de aves amenazadas y de distribución restringida: Bandurria de la puna *Theristicus branickii* (EN), Cachudito de cresta blanca *Anairetes reguloides* (EN), Comesebo de los tamarugales *Conirostrum tamarugense* (EN), Pizarrita *Xenospingus concolor* (NT). Además, mantienen la mayor parte de la población en Chile de picaflor de Arica *Eulidia yarrellii* (CR), tal como se indica en el plan RECOGE de la especie. La clasificación en categoría de amenaza de estas especies se fundamenta por la fuerte disminución y degradación del hábitat (principalmente a partir de la actividad agrícola), siendo de suma relevancia reconocerlos como sitios prioritarios.

El sitio prioritario “Desembocadura del Río Lluta” es uno de los principales humedales costeros del norte de Chile. Mantiene en ciertos periodos abundancias muy relevantes de aves migratorias, como Gaviota de Franklin *Leucophaeus pipixcan* (LC), Gaviota garuma *Leucophaeus modestus* (VU), Gaviotín elegante *Thalasseus elegans* (NT), Rayador *Rynchops niger* (LC), Playero blanco *Calidris alba* (NT), entre otras.

Los sitios prioritarios “Desembocadura de Vítor” y “Quebrada de Vítor” constituyen la principal ruta de vuelo identificada en la región de Arica y Parinacota para el paso de golondrina de mar negra *Hydrobates markhami* (EN).

El sitio prioritario “Cuevas Anzota -Punta Blanca - Cerro Camaraca” mantiene zonas de reproducción relevantes de un conjunto de aves guaneras, principalmente Piquero de Humboldt *Sula variegata* (LC), aunque también Guanay *Leucocarbo bougainvillii* (NT) y Lile *Poikilocarbo gaimardi* (NT). Además, podría sostener sitios de reproducción de otras aves marinas, aún no descubiertos.

Los sitios prioritarios “Desembocadura Río Loa” incluyen áreas de reproducción de Golondrina de mar peruana *Hydrobates tethys* (VU). Se trata de sitios descubiertos en 2024 y que constituyen las únicas áreas de nidificación continental conocidos para la especie.

El sitio prioritario “Península de Mejillones” mantiene un sitio el sitio de reproducción de Gaviotín chico *Sternula lorata* (EN) conocido como El Bote- Pta. Lagarto

Los sitios prioritarios “Piedra Colgada” y “Río Copiapó” incluyen áreas con una alta densidad de Pidencito *Laterallus jamaicensis* (EN), a lo largo del lecho del río

Copiapó. Se trata de una de las principales áreas conocidas para la especie en Chile, si es que no la más importante, debido a su abundancia en el sitio.

Los sitios prioritarios “Alto del Loa”, “Salar de Coposa”, “Geisers del Tatio”, Salar de Atacama”, “Salar de Ascotán”, "Salar de Pedernales y sus alrededores” y “Nevado Tres Cruces” mantienen poblaciones relevantes de las tres especies de flamencos presentes en Chile: Flamenco chileno *Phoenicopterus chilensis (NT),* Parina grande *Phoenicoparrus andinus (VU) y* Parina chica *Phoenicoparrus jamesi (VU).* Además, mantienen poblaciones importantes de Caití *Recurvirostra andina (VU),* ave playera con una población reducida.

FICHA FINAL DE ANTECEDENTES DE ESPECIE

Nombre Científico

***Geoffroea decorticans* (Gill., ex Hook. & Arn.) Burkart**

Nombre común

chañar

Taxonomía			
Reino:	Plantae	**Orden:**	Fabales
Phyllum/División:	Magnoliophyta	**Familia:**	Fabaceae
Clase:	Magnoliopsida	**Género:**	*Geoffroea*

Sinonimia

Gourliea chilensis Clos, Gourliea decorticans Hook. & Arn., Gourliea spinosa Skeels, Lucuma spinosa Molina

Antecedentes Generales

Geoffroea decorticans, se comporta como arbusto o árbol de hasta 7 m de alto (cuando está aislado) y cuando crece en bosquecillos densos generalmente crece aproximadamente 2 m de altura (Martínez 1989). Presenta tronco tortuoso ramificado de 20-40 cm de diámetro (y de 10 a 15 cm de diámetro cuando forma bosquecillos, Iglesias y Barchuk, 2010), revestido de fajas longitudinales de ritidoma en vías de desprendimiento en los individuos adultos, ramas y ramitas grises que en la mayoría de los casos terminan en una espina dura y punzante. Las hojas son caducas, compuestas, imparipinadas, alternas o fasciculadas sobre braquiblastos pequeños axilares, raquis incluyendo pecíolo de 1,5-6 cm de largo, folíolos 5-11 por hoja, opuestos o subpuesto, subsésiles, con o sin par terminal, oblongo u oblongo-elípticos obtusos y emarginados; pubérulos cuando joven y glabros cuando adultos; pinatinervios, algo duros, miden 5-15 mm de largo por 3-8 mm de ancho. Inflorescencia racemosa de 2-4 cm de largo, fasciculada sobre braquiblastos cortos. Flores hermafroditas, de 1 cm de largo, con pedicelos pubescentes de 1-5 cm de largo. Cáliz pubescente, acampanado, 5-dentado, tubo de 2-3 mm de largo, con los dientes superiores casi soldados, truncos y los tres inferiores estrechos, agudos. Corola papilionada, amarillo anaranjado, con estrías, estandarte de 7 mm de largo y 6 mm de ancho, emarginado; alas de 6 mm de largo, quilla con pétalos no soldados, de 7-8 m de largo. Estambres 9+1, de 3-5 mm de largo, nueve soldados cerca de la base; uno libre; anteras pequeñas, de 0,2-0,3 mm de largo. Ovario piriforme, de 2 mm de largo, unilocular, pluriovulado; estilo de 2 mm de largo, estigma poco notorio. Fruto drupáceo, ovoide de 2-3 cm de largo, glabro, liso y rojizo. Semillas generalmente una, blandas y oleaginosas (Burkart 1949; Martínez 1989)
Esta especie se adaptada a suelos altamente salinos, pero, se establece en diversas clases de suelos naturalmente, además, tiene tolerancia marcada por suelos “salitrosos” donde predominan los sulfatos y cloruros (Martínez 1989).

El chañar se reproduce por semillas o por raíces gemíferas (Giménez et al., 2013). Los brotes laterales, brotes de tallo basal y raíces gemíferas tienen una alta capacidad de rebrote cuando el árbol sufre daños por cortes o quemaduras (Giménez et al., 2013). *Geoffroea decorticans* es facultativamente xenógama, por lo tanto, la polinización se produce mediante la participación de polinizadores (aprox 70%) o sin ellos (aprox 30%) (Eynard y Galetto, 2002).

El uso del chañar en cercos vivos ha sido relatado por Musters (1964) quien indica que en la cercanía de Carmen de Patagones (Argentina) estos cercos servían para proteger vacas y caballos contra robo. También en la Pampa y en el norte de Chile se utilizan cercos vivos de esta especie (Burkart, 1952). Las plantas volteadas y superpuestas son utilizadas como cercos. A nivel urbano se ha observado el uso de ramas cortadas de chañar para proteger árboles jóvenes recién plantados o pasto.

El fruto se usa ampliamente para preparar "arrope" (un extracto dulce parecido a la miel), harina, galletas, mermeladas y jalea. Algunos estudios medicinales han

demostrado que el extracto acuoso de fruta y arrope posee efectos antinociceptivos, antitusivos y expectorantes (Reynoso et al., 2016), así como propiedades antioxidantes (polifenoles bioactivos) contra enfermedades asociadas al estrés oxidativo, mediadores inflamatorios y síndrome metabólico (Costagama et al., 2016, Jiménez-Aspee et al. 2017). De acuerdo a Gacitúa et al. (2018), los resultados de los análisis de frutos y arrope de Chañar indican altas presencia de carbohidratos, flavonoides y antioxidantes, posicionándolo como un importante alimento medicinal (producto etnobotánico). Así también, el chañar ha sido evaluado como un cultivo energético multipropósito en regiones semiáridas debido a su potencial como materia prima para la producción de biodiesel y pellets de biomasa (Santibañez y Vargas 2017). Se ha preparado la primera base de individuos selectos de Chañar en la Región de Atacama, de acuerdo a características de crecimiento y producción de frutos, pudiéndose utilizar como progenitores en programas de mejoramiento genético (Gutiérrez et al., 2018).

En algunas semillas de Chañar, puede existir la presencia de insectos (pulgones) que podría afectar el buen desarrollo de esta. Existen también estudios que señalan que se ha identificado al gorgojo del tabaco (*Lasioderma serricorne*), como un insecto que utiliza como hospedera ocasional las semillas de la leguminosa chañar (FAO, 1985. Insectos que dañan granos productos almacenados). A su vez existen antecedentes de daños asociados a semillas y frutos por *Amblycerus dispar* (FAO-CONAF, 2008).



Figura: Daños asociados a semillas y frutos. Fuente: Presentación “Manejo Silvícola, Rescate y valoración del fruto del Chañar (*Geoffroea decorticans*) en la Región de Atacama”. Sandra Gacitúa A. (2018), INFOR.

Distribución geográfica (extensión de la presencia)

El chañar (*Geoffroea decorticans* (Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart), es una especie Sudamericana, de amplia distribución geográfica, se extiende por el sur de Perú y Bolivia, norte de Chile, Chaco Paraguayo, Oeste de Uruguay y la mayor parte de Argentina (Giménez 2009).

En Chile, la especie se encuentra desde la Región de Arica-Parinacota (Valle de LLuta y Azapa), hasta la Región de Coquimbo (31°10’ latitud sur), encontrándose individuos entre los 500 y 1.500 m.s.n.m., pero también a nivel del mar en la desembocadura del Río Copiapó (Martínez 1989), sin embargo, también se han encontrado individuos en San Pedro de Atacama a 2.280 m.s.n.m. (Contreras et al., 2018, 2019). No obstante hay registros de chañares hasta los 2.470 metros de altitud en el poblado de Toconao. Se observan individuos adultos y juveniles, aislados y en grupos en todas las localidades.

Tomando en cuenta el análisis cartográfico realizado en los “Catastros de los recursos vegetacionales nativos” de cada región de la macrozona norte (CONAF ARICA Y PARINACOTA (2013), CONAF TARAPACÁ (2017), CONAF ANTOFAGASTA (En ejecución 2020), CONAF ATACAMA (2019), y CONAF COQUIMBO (2015)), se puede obtener una aproximación a la superficie ocupada de la especie *Geoffroea decorticans* en cada región.

Respecto a los catastros de los recursos vegetacionales nativos, para el uso de suelo “Bosque” la unidad mínima cartografiable (UMC), se utilizó la definición legal (Ley 20.283, Art.2°): “*Bosque: Sitio poblado con formaciones vegetales en las que*

predominan árboles y que ocupa una superficie de por lo menos 5.000 metros cuadrados, con un ancho mínimo de 40 metros, con cobertura de copa arbórea que supere el 10% de dicha superficie total en condiciones áridas y semiáridas y el 25% en circunstancias más favorables". Adicionalmente, para esta definición no se considerará restricción alguna de altura de estratos arbóreos.

De los catastros regionales de usos de Suelo y Recursos Vegetacionales de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), se tiene la siguiente situación para superficies de bosque nativo y extensión estimada de la presencia de *Geoffroea decorticans* (Chañar) a nivel regional:

Superficie de bosques nativos y extensión de la presencia de *Geoffroea decorticans* (Chañar) a nivel regional

Región	Superficie de Bosque Nativo regional			Superficie vinculada a especie principal *Geoffroea decorticans (estimación al 2020)*	
	ha	km2	Año de Actualización	ha	km2
Arica y Parinacota	47.151,3	471,5	2014	73,1	0,731
Tarapacá	33.246,4	332,5	2016	204,5	2,045
Antofagasta	0,0	0,0	2009	286,6	2,866
Atacama	3.224,2	32,2	2016	1.417,90	14,179
Coquimbo	49.474,9	494,7	2015	22,5	0,225

Figura: Superficie de bosques nativos y extensión de la presencia de *Geoffroea decorticans* (Chañar) a nivel regional. Fuente: Elaboración propia en base a Cifras oficiales (enero 2020) del catastro de usos de Suelo y Recursos Vegetacionales – CONAF (http://sit.conaf.cl/).

En la Región Arica-Parinacota se han observado individuos en el Valle de LLuta, en el Valle de Azapa por la ruta A-27 desde el km 5 hasta el km 30, y en el Valle de Chaca por toda la Quebrada de Vitor (extensión aproximada 148 km). En sector plano de quebrada Chaca destaca una formación relativamente densa constituida por árboles y arbustos, entre los que predomina chañar, faique y molle. Estos suelos planos, son muy drenados, de textura arenosa, salinos, pedregosidad moderada a abundante. Corresponde a bosque o matorral freatófito semideciduos o siempreverdes estacionales que se desarrollan en terrazas fluviales, llanuras aluviales o abanicos aluviales, en suelo arenoso con presencia de niveles freáticos accesibles a las raíces de los árboles y grandes arbustos, generalmente esta agua es bastante salina. La diversidad de especies vegetales es baja, predominando las especies arbóreas espinosas bajas y arbustos resinosos de la familia Asteraceae (Estades et al. 2009).

En la Región de Tarapacá se han observado individuos en el pueblo de Pachica y en la localidad de Matilla (oasis de Pica). Cabe señalar que estos sectores el chañar tiene una distribución marginal, debido a la gran intervención con especies frutales de los oasis, existiendo el chañar en formaciones de cerco y de forma ornamental.

En la Región de Antofagasta se han observado en Calama pocos individuos y en la localidad de San Pedro de Atacama y sus alrededores compuestos por ayllus (grupo de organizaciones humanas) se observa una gran cantidad de chañares (Greene-Silva, 2013). La presencia a mayor altitud se encuentra en el poblado de Toconao, a 2.470 metros de altitud. Así mismo se presenta como especie acompañante de bosques de algarrobo en el poblado de Quillagua, cuya población está expuesta a un intensivo sobrepastoreo, agricultura y crisis hídrica.

En la Región de Atacama se han observado en todo el Valle de Copiapó, desde la comuna de Tierra Amarilla hasta la desembocadura del río Copiapó en la comuna de Caldera, con individuos agrupados en bosques, bosquecillos e individuos aislados, también en Totoral, y en todo el Valle del Huasco (desde Alto del Carmen hasta Huasco bajo).

En la Región de Coquimbo se han observado individuos en el Valle del Elqui (Provincia del Elqui) y en la Provincia de Limarí.

Se estima que la mayor cantidad de individuos de chañar, están presentes en

poblaciones de San Pedro de Atacama (Región de Antofagasta) y Valle de Copiapó (Región de Atacama) (Contreras et al., 2018).

A continuación se puede ver mapa de principales localidades y tabla con registros de presencia de la especie en cada localidad.



Figura: Localidades representativas de distribución de *Geoffroea decorticans* en Chile. Elaboración propia en base a Contreras et al., 2019.

Tabla: Registros de distribución de *Geoffroea decorticans* en Chile, en base a Contreras et al., 2019.

Nº	Cod. Registro	Localidad	Latitude	Longitude
1	AZA1	Valle de Azapa, XV Región	18°29'34.9"S	70°16'42.7"W
2	AZA2	Valle de Azapa, XV Región	18°29'34.7"S	70°16'43.2"W
3	AZA3	Valle de Azapa, XV Región	18°29'34.7"S	70°16'43.3"W
4	AZA4	Valle de Azapa, XV Región	18°31'1.4"S	70°10'53.9"W
5	AZA5	Valle de Azapa, XV Región	18°30'54.2"S	70°11'22"W
6	AZA6	Valle de Azapa, XV Región	18°30'7.9"S	70°14'56.1"W
7	AZA7	Valle de Azapa, XV Región	18°30'54.2"S	70°11'22.1"W
8	AZA8	Valle de Azapa, XV Región	18°30'54"S	70°11'22.4"W
9	AZA9	Valle de Azapa, XV Región	18°30'20.6"S	70°12'59.9"W
10	AZA10	Valle de Azapa, XV Región	18°30'20.9"S	70°12'58.6"W
11	AZA11	Valle de Azapa, XV Región	18°30'3.1"S	70°15'5.9"W
12	AZA12	Valle de Azapa, XV Región	18°30'2.3"S	70°15'5.7"W
13	AZA13	Valle de Azapa, XV Región	18°29'52.9"S	70°15'51.6"W
14	CHA1	Valle de Chaca, XV Región	18°48'9.7"S	70°10'13.2"W
15	CHA2	Valle de Chaca, XV Región	18°48'9.8"S	70°10'13.2"W
16	CHA3	Valle de Chaca, XV Región	18°48'9.3"S	70°10'13.8"W
17	CHA4	Valle de Chaca, XV Región	18°48'10.1"S	70°10'13.1"W
18	CHA5	Valle de Chaca, XV Región	18°48'10.1"S	70°10'13.1"W
19	CHA6	Valle de Chaca, XV Región	18°48'8.3"S	70°10'14.6"W
20	PACH1	Pueblo Pachica, I Región	19°51'51.7"S	69°24'28.7"W
21	PACH2	Pueblo Pachica, I Región	19°51'50.8"S	69°24'35.7"W
22	PACH3	Pueblo Pachica, I Región	19°51'50.2"S	69°24'36.7"W
23	PACH4	Pueblo Pachica, I Región	19°51'47.8"S	69°24'38.9"W
24	PACH5	Pueblo Pachica, I Región	19°51'46.6"S	69°24'38.8"W
25	PACH6	Pueblo Pachica, I Región	19°51'46.3"S	69°24'38.3"W
26	PACH7	Pueblo Pachica, I Región	19°51'51.7"S	69°24'28.3"W
27	PACH8	Pueblo Pachica, I Región	19°51'51.4"S	69°24'29.4"W
28	PACH9	Pueblo Pachica, I Región	19°51'50"S	69°24'31"W
29	PACH10	Pueblo Pachica, I Región	19°51'49.1"S	69°24'31.7"W
30	PACH11	Pueblo Pachica, I Región	19°51'49"S	69°24'32"W
31	PACH12	Pueblo Pachica, I Región	19°51'48.8"S	69°24'38.5"W
32	PACH13	Pueblo Pachica, I Región	19°51'47.8"S	69°24'38.8"W
33	PACH14	Pueblo Pachica, I Región	19°51'47.7"S	69°24'39"W
34	PACH15	Pueblo Pachica, I Región	19°51'46.6"S	69°24'39"W
35	PACH16	Pueblo Pachica, I Región	19°51'46.3"S	69°24'38.8"W
36	PACH17	Pueblo Pachica, I Región	19°51'6.3"S	69°24'37.9"W
37	Mat800	Matilla, I Región	20°30'57,63"S	69°21'41,52"W
38	Mat801	Matilla, I Región	20°30'57.45"S	69°21'41.58"W
39	Mat803	Matilla, I Región	20°30'57.19"S	69°21'41.67"W
40	Mat805	Matilla, I Región	20°30'58.01"S	69°21'41.48"W
41	Mat807	Matilla, I Región	20°30'48.39"S	69°21'46.17"W
42	Mat809	Matilla, I Región	20°30'48.41"S	69°21'46.45"W
43	Mat811	Matilla, I Región	20°30'48.64"S	69°21'48.69"W
44	Mat813	Matilla, I Región	20°30'49.14"S	69°21'49.78"W
45	Mat816	Matilla, I Región	20°30'49.72"S	69°21'52.15"W
46	SP7	San Pedro de Atacama, II Región	22°57'13.7"S	68°13'52.2"W
47	SP8	San Pedro de Atacama, II Región	22°57'15.3"S	68°13'48"W
48	SP9	San Pedro de Atacama, II Región	22°57'17.6"S	68°13'50.8"W
49	SP10	San Pedro de Atacama, II Región	22°57'15.1"S	68°13'47.9"W
50	SP1	San Pedro de Atacama, II Región	22°57'17.9"S	68°13'49.6"W
51	SP2	San Pedro de Atacama, II Región	22°57'17.5"S	68°13'50.8"W
52	SP3	San Pedro de Atacama, II Región	22°57'15.5"S	68°13'47.9"W
53	SP4	San Pedro de Atacama, II Región	22°57'15.1"S	68°13'46.9"W
54	SP5	San Pedro de Atacama, II Región	22°57'14.8"S	68°13'46.9"W
55	SP6	San Pedro de Atacama, II Región	22°57'14.8"S	68°13'47.1"W
56	CALA1	Calama, II Región	22°27'51.4"S	68°54'37.4"W
57	CALA2	Calama, II Región	22°27'51.3"S	68°54'37.9"W
58	CALA3	Calama, II Región	22°27'52.6"S	68°54'38"W
59	CALA4	Calama, II Región	22°27'51.2"S	68°54'37.5"W
60	CALA5	Calama, II Región	22°27'51.1"S	68°54'37"W
61	QUI	Quillagua, II Región	21°38'42.68"S	69°32'13.40"W
62	TO	Toconao, II Región	23°11'38.07"S	68° 0'33.39"W
63	COP1	Copiapó, III Región	27°22'47.7"S	70°19'5.2"W
64	COP2	Copiapó, III Región	27°21'20.1"S	70°21'10.1"W
65	COP3	Copiapó, III Región	27°20'57.1"S	70°21'22.9"W
66	COP4	Copiapó, III Región	27°20'13.4"S	70°35'47.2"W
67	COP5	Copiapó, III Región	27°20'13"S	70°35'48.2"W
68	COP6	Copiapó, III Región	27°20'12.5"S	70°35'46.8"W
69	COP7	Copiapó, III Región	27°20'12.3"S	70°35'46.6"W
70	COP8	Copiapó, III Región	27°21'49"S	70°19'42.7"W
71	COP9	Copiapó, III Región	27°20'12.2"S	70°35'47.2"W
72	COP10	Copiapó, III Región	27°52'44.6"S	70°2'38.3"W
73	COP11	Copiapó, III Región	27°20'46.8"S	70°21'36.3"W
74	COP12	Copiapó, III Región	27°26'38.9"S	70°16'1.1"W
75	COP13	Copiapó, III Región	27°24'11.4"S	70°17'50.1"W
76	COP14	Copiapó, III Región	27°26'40.8"S	70°16'0.9"W
77	COP15	Copiapó, III Región	27°25'21.3"S	70°16'14"W
78	COP16	Copiapó, III Región	27°27'45.1"S	70°16'0.7"W
79	COP17	Copiapó, III Región	27°20'39.3"S	70°21'46"W
80	TOT	Totoral, III Región	27°53'35.30"S	70°55'15.06"W
81	AC1	Alto del Carmen, III Región	28°46'38"S	70°28'21.2"W
82	AC2	Alto del Carmen, III Región	28°46'38.3"S	70°28'22.4"W
83	AC3	Alto del Carmen, III Región	28°46'40.7"S	70°28'21.2"W
84	AC4	Alto del Carmen, III Región	28°46'41.5"S	70°28'21.3"W
85	AC5	Alto del Carmen, III Región	28°46'42.5"S	70°8'17.5"W
86	AC6	Alto del Carmen, III Región	28°46'39.2"S	70°28'22.1"W
87	VIC1	Valle del Elqui, IV Región	29°58'31.9"S	70°58'33.1"W
88	VIC2	Valle del Elqui, IV Región	29°58'31.8"S	70°58'33"W
89	VIC3	Valle del Elqui, IV Región	29°58'317"S	70°58'32.9"W
90	VIC4	Valle del Elqui, IV Región	30°2'22.5"S	70°41'52"W
91	VIC5	Valle del Elqui, IV Región	30°2'38.5"S	70°42'52.6"W
92	VIC6	Valle del Elqui, IV Región	30°2'38.5"S	70°42'55.4"W
93	VIC7	Valle del Elqui, IV Región	30°2'38.7"S	70°42'52.9"W
94	VIC8	Valle del Elqui, IV Región	30°2'29.9"S	70°43'21.5"W
95	VIC9	Valle del Elqui, IV Región	30°2'22.9"S	70°41'53"W
96	VIC10	Valle del Elqui, IV Región	30°2'29.6"S	70°43'21.2"W

Tamaño poblacional estimado, abundancia relativa y estructura poblacional

Tamaño poblacional estimado - Superficie estimada de poblaciones

Actualmente no existe información precisa sobre el tamaño poblacional de la especie, debido a las constantes presiones humanas, tanto por la desecación de napas subterráneas subsuperficiales como por descepación para uso agrícola, sin embargo los catastros de vegetación nativa de CONAF permiten estimar la superficie de sus poblaciones, las que requieren un análisis de interpretación fotogramétrico acabado que permita ajustar la superficie de individuos adultos y retoñales asociados a bosque nativo.

La distribución precisa de las poblaciones de chañar es difícil de obtener ya que frecuentemente es plantado en los bordes de los campos o como árboles de sombra para los animales (Rodríguez et al.1983).

Tomando en cuenta el análisis cartográfico realizado en los “Catastros de los recursos vegetacionales nativos”, se puede obtener una aproximación a la superficie ocupada de la especie *Geoffroea decorticans* en cada región.

De los catastros regionales de usos de Suelo y Recursos Vegetacionales de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), se tiene la siguiente situación para superficies de bosque nativo y extensión estimada de la presencia de *Geoffroea decorticans* (Chañar) a nivel regional:

Superficie de bosques nativos y extensión de la presencia de *Geoffroea decorticans* (Chañar) a nivel regional

Región	Superficie de Bosque Nativo regional			Superficie vinculada a especie principal *Geoffroea decorticans (estimación al 2020)*	
	ha	km2	Año de Actualización	ha	km2
Arica y Parinacota	47.151,3	471,5	2014	73,1	0,731
Tarapacá	33.246,4	332,5	2016	204,5	2,045
Antofagasta	0,0	0,0	2009	286,6	2,866
Atacama	3.224,2	32,2	2018	1.417,90	14,179
Coquimbo	48.474,9	484,7	2015	22,5	0,225

Figura: Superficie de bosques nativos y extensión de la presencia de *Geoffroea decorticans* (Chañar) a nivel regional. Fuente: Elaboración propia en base a Cifras oficiales (enero 2020) del catastro de usos de Suelo y Recursos Vegetacionales – CONAF (http://sit.conaf.cl/).

Estructura poblacional

Se encontró un alto grado de polimorfismo en 38 individuos de *Geoffroea decorticans* de diferentes localidades del norte de Chile al utilizar marcadores moleculares ISSR y RAPD. Los análisis de grupos con estos marcadores mostraron dos principales grupos en el norte de Chile, evidenciándose una clara tendencia geográfica. Se encontró una buena correlación entre las distancias genéticas y geográficas, mostrando por lo tanto una marcada fragmentación y aislación por distancia de las poblaciones de *G. decorticans*. Así como también, diferencias en los niveles de diversidad genética posiblemente como resultado del aislamiento debido a la extrema aridez del desierto de Atacama. Por lo tanto, la conservación de esta especie debería centrarse en fomentar la regeneración dentro de cada zona geográfica (Contreras et al., 2018).

En el mismo estudio, cinco individuos de chañar del Valle de Copiapó (CO477, CO478, CO479, CO480 y CO481) se agruparon juntos, caracterizados por un gran diámetro de tronco (~ 80 cm de diámetro, medido a un metro de la base), mientras que otros individuos

con un diámetro mucho menor (<40 cm) formaron otros grupos; probablemente estos cinco individuos representan un antiguo refugio forestal, recomendándose su protección porque representan grupos únicos dentro de una localidad e incluso dentro de toda la zona norte (Contreras et al., 2018).

La población de chañar del Pueblo de Pachica (Región de Tarapacá) muestra una clara separación del resto de individuos de *G. decorticans*, lo que sugiere una notoria fragmentación, pudiendo haber evidencias de un fuerte endemismo. Esta población ocupa un área total relativamente pequeña, con condiciones ambientales más hostiles en relación con el resto de los individuos del norte de Chile. Aquí se encuentran pocos individuos establecidos, debido a la baja disponibilidad de agua, alta salinidad y la falta de cobertura vegetal circundante, condiciones que dan como resultado un restringido flujo genético a poblaciones externas (Contreras et al., 2018). Así también, con marcadores microsatélites (SSR), la población de Pachica mostró el más bajo flujo de genes entre todas las poblaciones analizadas y con la más baja diversidad genética (Contreras et al., 2019). En este escenario, y considerando su pequeño tamaño (~ 30 individuos), podríamos pronosticar un aumento de la deriva genética para esta población (ni siquiera tomando en cuenta el factor de la industria minera, la cual puede acelerar más la reducción de esta población). **Las características observadas en esta población (Pachica) muestra bastantes problemas de conservación debido a evidencias de deriva genética, baja diversidad genética, flujo de genes limitado y alta diferenciación genética**.

Las poblaciones de chañar en el desierto de Atacama generalmente están separadas por grandes distancias y deben enfrentar una barrera desértica natural que dificulta la migración de cualquier organismo. En consecuencia, según Contreras et al. (2019) se evidenció diferencias significativas entre poblaciones de chañar del norte de Chile. Estas diferencias fueron confirmadas por análisis molecular de varianza (AMOVA), donde un 29% de la variación molecular se atribuyó a la diversidad entre poblaciones. Inclusive, con otro marcador molecular (ISSR y RAPD), también mostró una alta variación entre poblaciones, con un 35% (Contreras et al., 2018).

De acuerdo a Contreras et al. (2019), los resultados de diversidad genética de ocho poblaciones de chañar entre las regiones de Arica-Parinacota y Coquimbo a partir de cinco marcadores SSR mostraron una alta diversidad genética. Este resultado es inusual si se considera las extremas condiciones ambientales del Desierto de Atacama que favorecen el aislamiento y limitan la migración de organismos y flujo de polen.

Por ejemplo, la población Vicuña y sus alrededores (Valle del Elqui, Región de Coquimbo) presentó una alta diversidad debido al mayor número de alelos privados registrados, el mayor índice de diversidad y mayor flujo de genes usando marcadores SSR (Contreras et al., 2019). Si bien, en otro estudio los marcadores ISSR y RAPD mostraron una baja diversidad genética en esta población, este resultado podría explicarse por el pequeño tamaño de la muestra (dos individuos) (Contreras et al., 2018). Sin lugar a dudas, las condiciones ambientales más favorables de Vicuña (más precipitación y cobertura vegetal, comparado con otras regiones del norte) también significan más actividad de polinizadores y un mayor flujo de genes entre individuos.

En un análisis de conglomerados, 84 individuos de chañar estudiados no mostraron agrupación según sus localidades, sin ocurrencia clara de agrupación entre ellos, sin embargo, las poblaciones de Valle de Azapa (Región de Arica-Parinacota, AZA) y Pachica (PACH) se separaron del resto de las poblaciones con un buen soporte (Contreras et al., 2019). Además, un análisis genético de estructura de poblaciones demostró que las poblaciones de Azapa y Pachica son muy diferentes a las del resto de Chile, lo que sugiere que pueden corresponder a subespecies o variedades de chañar no descritas antes (Contreras et al., 2019). Cabe recordar que en Argentina se han observado tres especies del género *Geoffroea* y dos subespecies de *Geoffroea decorticans* (Lamarque et al. 2009).

Curiosamente, la población del Valle de Chaca (Región de Arica-Parinacota) muestra una estructura genética muy diferente al Valle de Azapa, separados aproximadamente por 40

kilómetros de terreno desértico. Esta población de Chaca tiene la misma estructura genética con las poblaciones del sur, siendo incluso más parecido a las poblaciones de San Pedro de Atacama (SP) y Calama (CALA) (Contreras et al., 2019). Los análisis de estructura genética sugieren que la población de Chaca es sorprendentemente similar a SP y CALA, sin embargo, estas poblaciones de Chaca y San Pedro están separadas por un área desierta de aproximadamente 167,849 km2, donde pocos organismos pueden sobrevivir. Por lo tanto, se cree que Chaca podría ser un bosque relicto de poblaciones del sur (Contreras et al., 2019).

De acuerdo al criterio B de UICN, las poblaciones de chañar de Pachica y Azapa se encuentran "EN PELIGRO (EN)" por estar severamente fragmentadas al no existir éstas en más de cinco localidades (B2a) y baja extensión de presencia (B2c), ya que según los datos genéticos proporcionados por Contreras et al (2018, 2019) estas dos poblaciones no existen en otra localidad del norte de Chile, corroborado mediante análisis de estructura genética y análisis de conglomerados (UPGMA y MDS). Por otro lado, la población de Chaca, estaría también "EN PELIGRO (EN)" por estar muy fragmentada debido a que la población más próxima de acuerdo a su misma estructura genética se encuentra a más 428 km aproximados hasta Calama, por lo tanto, se observa severamente fragmentada (B1a) y con baja extensión de presencia (B2c). Cabe recordar que si bien Azapa y Chaca están muy próximas geográficamente (a menos de 40 km), los análisis genético de estructura genética según Contreras et al (2018, 2019) indican que son muy distintas, estando aisladas ambas poblaciones por su bajo flujo de polen, siendo por lo tanto muy difícil o imposible que una semilla o polen pueda recorrer estos dos valles, seguramente por la barrera impuesta naturalmente por el Desierto de Atacama. Por otro lado, en general para todas las poblaciones de chañar estudiadas, un análisis de aislamiento por distancia efectuado con test de Mantel a partir de marcadores ISSR/RAPD y microsatélites (SSR), mostró una alta correlación entre distancia geográfica y distancia genéticas R^2= 0,58 y R^2=0.35, respectivamente. Esto significa que existen barreras que impiden o reducen el flujo genético entre las poblaciones, siendo probablemente la principal barrera el Desierto de Atacama.

Tendencias poblacionales actuales

La región de Chile con mayor extensión de Chañares es la región de Atacama. En el sector bajo de la cuenca del río Copiapó se pueden encontrar "*remanentes de bosques de Chañar, con alta riqueza de especies y presencia de especies amenazadas y endémicas"* (FAÚNDEZ, L. YANCAS, et. al. (2009)). Dicho sector ha tenido un creciente desarrollo agrícola que sumado a la problemática hídrica de sobre explotación de recursos hídricos de la cuenca (principalmente por agricultura y agua potable en sector bajo), se ha producido una disminución considerable de la superficie ocupada por la especie *Geoffroea decorticans*. Según lo descrito por Luis E. Martinez Diaz, en el año **1989**, en la parte baja de la cuenca del río Copiapó la superficie de radales de Chañar, **ocupaban 2.271,3 hectáreas**. Agrega el mismo autor que "*el sector de mayor superficie corresponde al ubicado en la Hacienda Margarita (27°20´latitud sur y 70°36´Longitud oeste) con 514,2 hectáreas, en una terraza fluvial con relieve plano. Es en este sector donde se encuentran los radales de mayores dimensiones, y es al mismo tiempo el lugar con mayor alteración antrópica. Dado que es posible de considerar como el límite de los cultivos hortícolas*".

Al respecto tomando en consideración el análisis del Catastro regional de bosque nativo **2019** de la región de Atacama, se infiere para toda la región un total de **1.417,9** hectáreas con presencia de *Geoffroea decorticans*. Al comparar superficie de solo un sector (Hacienda Margarita – Piedra Colgada) en el año 1989 con la superficie actual a nivel regional, **se observa una disminución de 853,4 ha en 30 años** por efecto solo

de pérdida de superficie boscosa en una localidad, por aumento de superficie de cultivos y parcelas de agrado.

En cuanto a la población de Pachica, ésta muestra bastantes problemas de conservación (quizás natural), debido a evidencias de deriva genética, baja diversidad genética, flujo de genes limitado y alta diferenciación genética.
De acuerdo a los antecedentes expuestos en el ítem anterior, se recomienda proteger las poblaciones del Valle de Azapa y Valle de Chaca de la Región de Arica-Parinacota, y otras poblaciones de chañar (bosques relictos) de otras regiones, como el Valle de Copiapó, debido a que conforman poblaciones únicas en Chile. Además, el análisis genético de estructura de poblaciones demostró que las poblaciones de Azapa y Pachica son muy diferentes a las del resto de Chile, lo que sugiere que pueden corresponder a subespecies o variedades de chañar no descritas antes (Contreras et al., 2019).

Preferencias de hábitat de la especie (área de ocupación)

En Chile habita en el norte del país, desde la provincia de Arica (XV Región) hasta la provincia de Elqui (IV Región) desde el nivel del mar hasta los 2.400 metros de altitud y ocasionalmente hasta los 3.000 metros de altitud. Se asocia a *Prosopis chilensis* " algarrobo", *Prosopis flexuosa* "algarroba" , *Prosopis alba* "algarrobo blanco", *Acacia caven* " espino", *Atriplex deserticola* " cachiyuyo" y *Distichlis spicata* "pasto salado", en pequeños rodales naturales de alrededor de 20 hectáreas o bien mayores, pero de estructura rala (Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Sistemas Agroforestales http://www.fao.org/).

Es una especie que requiere agua subterránea subsuperficial, tanto en zonas de riego controlado como en San Pedro de Atacama, así como por eventos aluvionales en la cuenca del río Copiapó.

Los chañares habitan agrupados en pequeños bosques y de forma discontinua a lo largo del Desierto de Atacama, específicamente en valles, quebradas, oasis y cerca de las poblaciones humanas; generalmente donde hay agua subterránea y niebla (Contreras et al., 2018). En cuanto a la dispersión de semillas de chañar en el Desierto de Atacama, a través de especies de aves o camélidos sudamericanos (*Lama guanicoe)* no se ha informado o documentado al respecto.
Geoffroea decorticans está relacionada estrechamente con especie como *Geoffroea spinosa* Jacq., esta última habita en la periferia del amazonas (Lamarque et al., 2009), pero, no en Chile. Sin embargo, en Argentina se han identificado dos especies del género G*eoffroea*: *G. striata* Morong y *G. decorticans* Burkart (Orrabalis 2014). Sin embargo, Lamarque et al. (2009), señalan que existen tres especies y dos variedades de *Geoffroea*, G. striata (Willd.) Morong, *G. spinosa* y *G. decorticans* var. decorticans y var. subtropicalis.

Interacciones relevantes con otras especies

En los valles interiores de Arica-Parinacota, se desarrolla una interesante interacción entre el ave, *Eulidia yarrellii,* el picaflor de Arica, considerada especie en **peligro crítico (CR) según el DS. 06 MMA 2017 (13ro proceso RCE)**, y la floración de *Geoffroea decorticans*, ya que su néctar provee de alimento en periodo reproductivo (Estades y

Aguirre 2009).

El Picaflor de Arica (*Eulidia yarrellii*) es probablemente el ave más amenazada de Chile, con una alta probabilidad de extinguirse durante la próxima década, debido a la pérdida de su hábitat natural y a que su distribución está restringida, sólo a los valles de la zona de Arica. La especie se encuentra restringida a tres valles de la región de Arica y Parinacota: Azapa (18º32'S, 70º10'O), Vítor (Codpa y Chaca 18º49'S, 70º08'O) y Camarones (19º01'S, 69º52'O).

El principal componente de la dieta de los picaflores es el néctar de las flores, muchas de las cuales han desarrollado adaptaciones para atraer a estas aves para polinizarlas (ornitofilia). Sin embargo, debido al pequeño tamaño de su pico, el picaflor de Arica tiende a visitar flores más apropiadas para insectos que para aves. Una de las flores más importantes en la alimentación del picaflor es el chañar (*Geoffroea decorticans*) a la que suelen estar asociados los territorios de los machos durante la época reproductiva. Dentro de los atributos del hábitat, evaluados durante la época reproductiva, la única variable que resultó significativa para la abundancia de este picaflor, fue la cobertura de árboles, encontrándose un mayor número de individuos en zonas con cobertura de árboles (Herreros de Lartundo & Tala González, 2011).

En cuatro décadas, el picaflor de Arica pasó de ser aparentemente el picaflor más común de los valles del norte de Chile a ser el más escaso y ser declarado oficialmente como “en peligro”. Desde la primera estimación poblacional en 2003, la población ha reducido su tamaño en más de un 70%, con menos de 400 individuos estimados para 2009. Adicionalmente, las últimas evaluaciones realizadas en el sur de Perú sugieren que la especie está extinta en ese país. A septiembre de 2010 existían tres núcleos poblacionales, en los valles de Azapa, Vitor y Camarones (Herreros de Lartundo & Tala González, 2011).

En cuanto a la destrucción del hábitat del picaflor de Arica, el retroceso de la población, se da particularmente en el valle de Azapa por la mayor intervención agrícola. Esta especie tiene una altísima tenacidad al sitio por lo que los individuos parecen no responder de forma adecuada al deterioro de su hábitat. Así, en vez de moverse a otros sitios cuando las condiciones ambientales decaen, el picaflor de Arica permanece en el lugar hasta el último momento (Herreros de Lartundo & Tala González, 2011).



Figura: Picaflor de Arica macho libando flores de Chañar. Fuente: Herreros de Lartundo & Tala González (2011)..

Principales amenazas actuales y potenciales

1. Extracción de agua:

Serra y Cruz (2011), señala que "*el Chañar se desarrolla en terrenos planos y con escasa pendiente 0-7%, ya sea en los pie de montes de fondos de valle y terrazas aluviales. Se asocia a cercanías de cursos de agua o bien donde el nivel freático está cercano a la superficie (50 cm). Además, su distribución natural, definida por factores ambientales principales como la altitud y la precipitación (Vegetación zonal), es también frecuente su presencia en áreas de Vegetación azonal, tal como salares, quebradas y chacras. En Chile los bosques de chañar proliferan en los oasis y quebradas tarapaqueñas bajas, por ejemplo, en el valle de Chaca-Vitor en la provincia de Arica-Parinacota y en los oasis atacameños de San Pedro de Atacama. Forma parte de las comunidades boscosas riparias propia de los fondos de los valles, comunidades muy alteradas por la presencia de asentamientos humanos desde los tiempos precolombinos, actualmente muchas de ellas concentran el cultivo de hortalizas y frutales (Luebert, 2004). En los fondos de quebradas en el interior de Arica es frecuente como elemento arbóreo disperso del Matorral Ripario*".

Al respecto es de notar que *Geoffroea decorticans* se encuentra ligado fuertemente a sistemas hídricos de las cuencas del norte de chile. Ejemplo de ello es el relicto de Chañares que se encuentra en el sector hidrogeológico N° 5 del acuífero del río Copiapó en la Región de Atacama, uno de los más grandes del país. Esta formación "relicta" forma bosquetes de Chañares que están fuertemente ligados al sistema

hidrogeológico, toda vez que el río Copiapó fluye de forma esporádica, dada la sobre explotación de las aguas superficiales aguas arriba y la sequía que experimenta la región cada vez más pronunciada. De esta forma, las extracciones de agua desde el acuífero en el sector 5 de Piedra Colgada, para usos agrícolas y sanitarios principalmente, sumado a la escasa recarga superficial natural, han generado un progresivo desecamiento de la vegetación existente en el Sitio Prioritario Humedal Piedra Colgada. Este Sitio Prioritario para la conservación de la Biodiversidad, a la fecha ha perdido su vocación de humedal dado que los afloramientos históricos han desaparecido por la sobreexplotación del acuífero, lo que ha afectado fuertemente a los bosquetes de Chañares y el ecosistema que alberga. Esta situación deficitaria del acuífero de Copiapó, se ha observado en la disminución sostenida de los niveles de agua y la creciente demanda de agua subterránea asociado a proyectos mineros y expansión del servicio de agua potable. A su vez la proyección de la disminución progresiva de los niveles freáticos del acuífero N°5 de la cuenca del río Copiapó, ponen en riesgo a las formaciones de Chañares dado el "descolgamiento" de sistema radicular de la planta en relación al agua subterránea que la sostiene, lo cual pone en enorme fragilidad el ecosistema existente en el sector bajo de la cuenca.

Al respecto de dicha situación, según estudio "Actualización de la modelación integrada y subterránea del acuífero de la cuenca del río Copiapó", desarrollado por HIDROMAS (Espinoza et al. 2013), se plantea el desarrollo de tres escenarios de interés para la modelación, que consideran cambios futuros en la cuenca, evaluando los efectos en la oferta de agua superficial, en la recarga al acuífero, los niveles de agua subterránea y la satisfacción de la demanda. Los resultados indican que en todos los escenarios futuros para el periodo 2013-2053, se proyecta una situación deficitaria tanto para satisfacción de la demanda como en los niveles que presentan descensos sostenidos en el acuífero N° 5 del acuífero de Copiapó, sector con el mayor desarrollo histórico de *Geoffroea decorticans* en la región de Atacama.

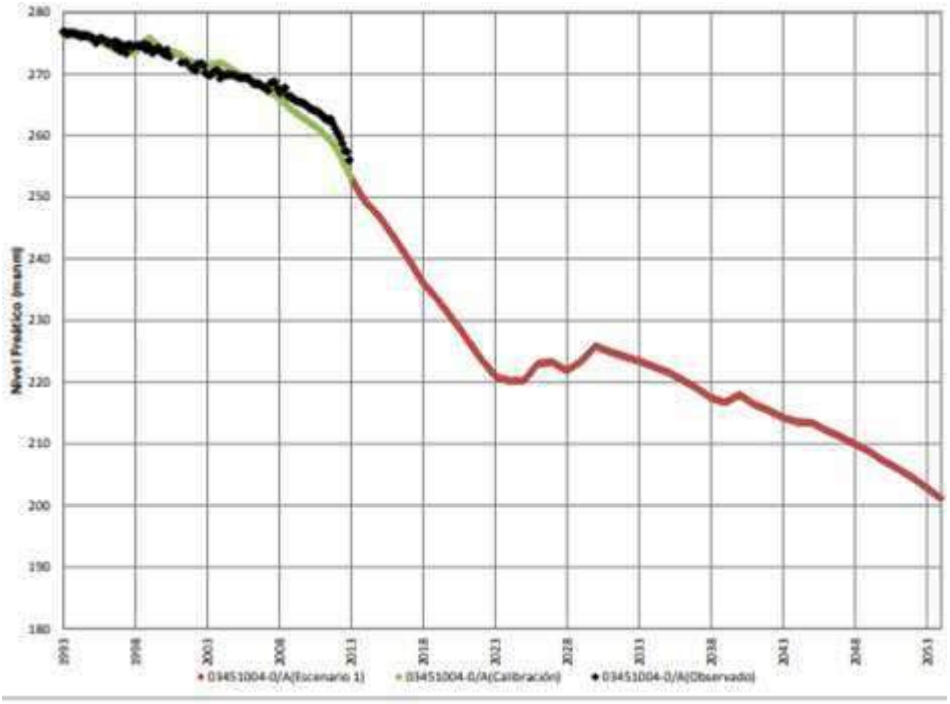


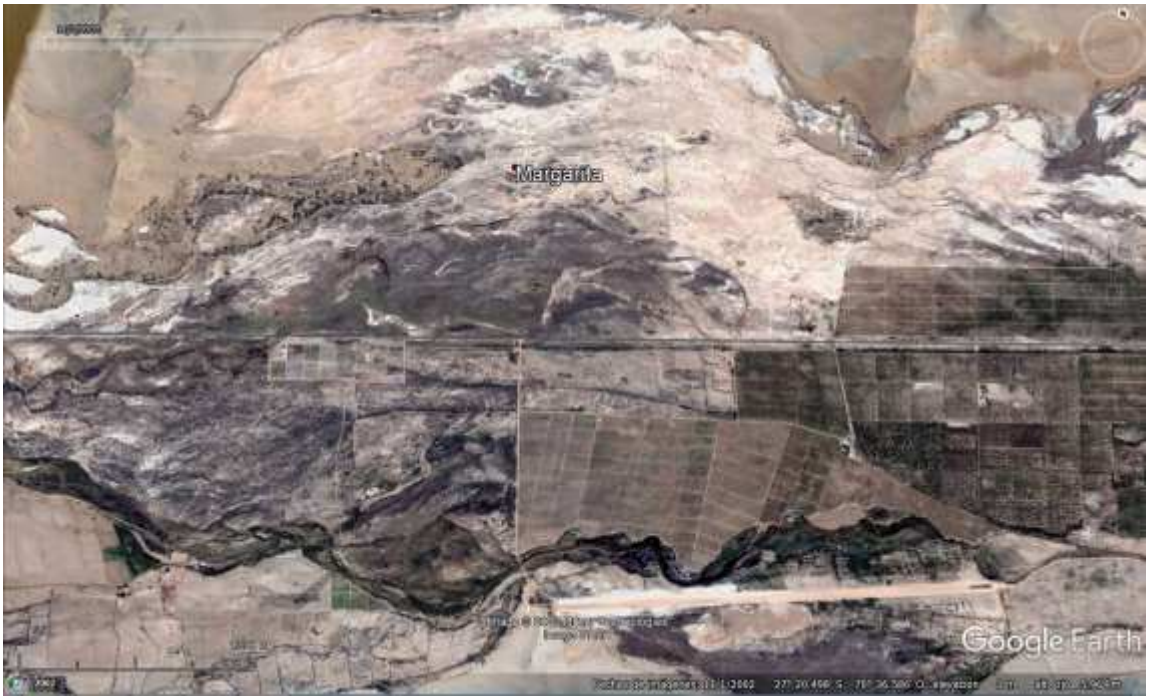
Figura: Resultado de modelación del Nivel de Agua Subterránea Escenario 1 en Sector acuífero 5 “Actualización de la modelación integrada y subterránea del acuífero de la cuenca del río Copiapó”, HIDROMAS (Espinoza et al. 2013).

La localidad de Quillagua se sitúa en plena región desértica del norte de Chile justo en el límite entre la I y II Región, aproximadamente a 70 km de la desembocadura del río Loa, cuyas aguas en su curso inferior riegan el valle. En él crece una gran cantidad de algarrobos y chañares y se desarrollan algunas actividades agrícolas orientadas al mercado local y al cultivo de la alfalfa. Dichas actividades se encuentran hoy altamente mermadas y deterioradas debido a la creciente contaminación a la que se ha expuesto el río Loa por parte de la minería de cobre y salitre que se desarrolla aguas arriba. Cabe mencionar, además, la pérdida de los derechos de aguas de los comuneros de Quillagua en favor de una de estas empresas mineras (CARRASCO et. al. 2003)). Quillagua atraviesa por una crisis ambiental generalizada, con antecedentes históricos recientes, se expresa a través de una serie de cambios que han alterado negativamente el equilibrio de los sistemas ambientales (río loa), agrícola y sociocultural, impidiendo un desarrollo sustentable para esta comunidad (Bustos, A. 2005). Estas situaciones han afectando la disponibilidad (cantidad) y la composición química (calidad) del recurso hídrico en tanto que, en el lapso de los últimos 50 años, se ha puesto en riesgo la subsistencia de los pueblo agro pastoriles e indígenas de la región. Destacando en este contexto, por su gravedad, la situación de Quillagua, lugar donde el río prácticamente ha dejado de fluir y, el escaso y ocasional escurrimiento del mismo, lleva altos niveles de salinidad provocada por extracciones no agrícolas (fundamentalmente para uso minero) de agua dulce río arriba. (Narváez 2011).

2. Corta y cambios de uso de suelo por actividades agrícolas y parcelaciones:

Considerando que las distintas poblaciones de *Geoffroea decorticans* del país, se encuentran relacionadas a sistemas de fondos de valles o terrazas aluviales (Valle de LLuta y Azapa, Valle de Copiapó, Valle de Huasco, Valle de Elqui, Valle de Chaca por toda la Quebrada de Vitor, poblado de Pachica, oasis de Pica y San Pedro de Atacama), es que se correlacionan fuertemente con actividades antrópicas de tipo agrícola, toda vez que son zonas con acceso a recurso hídrico en medio de zonas semi áridas – áridas. Esta interacción con la agricultura genera diversos efectos adversos ya sea por la competencia por el agua como por la parcelación y corta de Chañares.

A continuación se pueden ver dos imágenes satelitales para comparar estado de sector de hacienda Margarita, en sector bajo de la cuenca del río Copiapó (sector reconocido popularmente como relicto de Chañares), para el año 2002 (arriba) y 2019 (abajo). Se observa para el año 2019, un alto nivel de intervención asociada a nuevos predios agrícolas y parcelaciones, las cuales usan casi de forma exclusiva aguas subterráneas del sector para su abastecimiento hídrico. A su vez se observa el efecto de depositación de barro tras aluviones sufridas en la región de Atacama el año 2015.



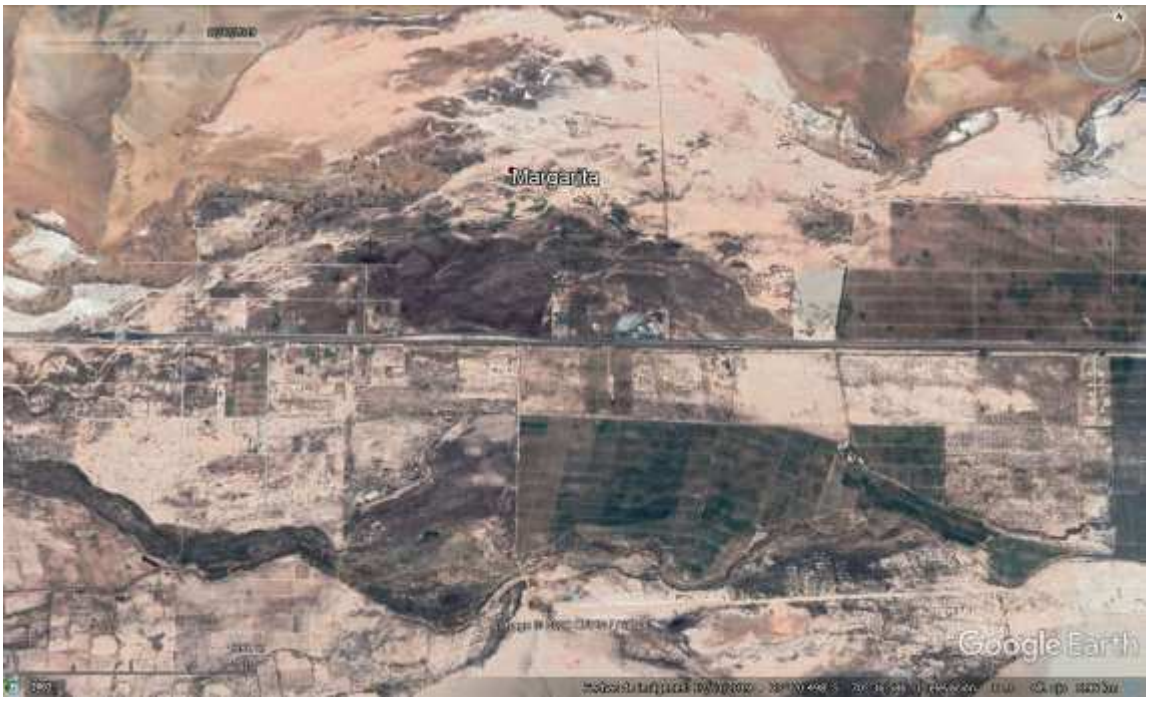


Figura: Imagen satelital Google earth, sector de hacienda Margarita (cuenca del río Copiapó), año 2002 (arriba) y 2019 (abajo).

Según FAÚNDEZ, L. YANCAS, et. al. (2009), en estudio de la cuenca del río Copiapó en la Región de Atacama, señala que respecto a las prioridades ambientales de la cuenca "*la subcuenca del Copiapó Bajo es de alta prioridad (en especial bosques de Chañares) y debido a los fuertes grados de perturbación antrópica (agricultura, urbanización, desecación) se requiere de medidas ambientales de protección y reparación (e.g. evaluación del estado de los chañares, medidas de restauración del río, riego, reforestación, incorporación de las comunidades Coyas en las estrategias de protección; reconversión en prácticas agrícolas y uso del agua)".*

El mismo autor señala que, respecto a las áreas singulares para fauna, "*la cuenca inferior del Copiapó, en los remanentes de bosques de Chañar, la sensibilidad fue alta por riqueza de especies y presencia de especies amenazadas y endémicas. Sin embargo, el alto grado de perturbación antrópica pone en serio peligro a estos ambientes, requiriéndose de medidas de restauración urgente las que incluso son de nivel ecosistémico pues por ejemplo los bosques de chañar del sector de la Comunidad Serranía Poblete se están secando al parecer por falta de agua en los niveles freáticos*".

Finalmente, agrega que "*La subcuenca del Copiapó Bajo (Hacienda María Luisa-Piedra Colgada y Hacienda María Isabel), presenta niveles de sensibilidad alta a media dentro de un área altamente intervenida. En esta área se encuentran bosques de Chañares en una zona mediterránea con una alta riqueza de especies, elevado número de especies amenazadas y especies endémicas de Chile. Actualmente los sitios estudiados son remanentes de las formaciones originales y se encuentran sometidos a una fuerte presión antrópica. Se requiere de medidas ambientales de protección y reparación*

como evaluación del estado de los chañares, medidas de restauración del río, riego, reforestación, incorporación de las comunidades Coyas en las estrategias de protección; reconversión en prácticas agrícolas y uso del agua".

Otro caso es el que se da en la quebrada de Chaca, en la Región de Arica y Parinacota, en donde la flora está dada por especies que predominantemente se encuentran definidas en las formaciones vegetacionales descritas para el Desierto Absoluto, desierto Interior; asociados a formaciones riparias de origen natural y con manifiesta intervención antrópica mediante la cercanía a cultivos agrícolas, ganado y corta del matorral nativo para leña y reemplazo de la vegetación para habilitación de cultivos agrícolas (Estades et al. 2009).

A su vez existe un marcado retroceso de la población de vegetación nativa, en el valle de Azapa por la mayor intervención agrícola, lo que ha generado una mayor presión a especies dependientes del néctar de la Flor del Chañar, tal como el Picaflor de Arica.



Figura: Comparación fotográfica valle de azapa año 2011 y 2008. Fuente: Herreros de Lartundo & Tala González (2011)..

3. Proyectos de inversión:

Considerando la distribución de la especie *Geoffroea decorticans*, es que existen proyectos de inversión propios de las regiones del norte del país que la afectan. Principalmente destacan proyectos mineros (obras asociadas a depósitos de estériles, caminos, rajos mineros, generación de material particulado sedimentable MPS, depósitos de relaves, extracción de agua, etc), proyectos fotovoltaicos (nivelación y limpieza de terrenos), proyectos lineales (construcción de caminos, líneas de transmisión eléctrica y ductos como relaveductos, acueductos, etc) y extracciones de áridos en riberas de río, fondos de valle y terrazas aluviales.

4. Utilización como fuente de madera, leña y carbón:

Su madera es apropiada para trabajos de carpintería y mueblería, pero debido a la escasez de diámetros importantes, sólo se usa a nivel local para fines secundarios (enseres domésticos, mangos de herramientas y leña) (Sandra Gacitúa A. 2018, Presentación INFOR). La extracción de arbustos en zonas áridas y semiáridas es una de las principales amenazas para este tipo de ecosistemas a nivel mundial (Keita 1987, Ratter et al. 1997, Bowman 1998, Cartron et al. 2005). La reducción de la cobertura arbustiva aumenta el lavado de nutrientes, disminuye la disponibilidad de agua, aumenta la escorrentía, reduce el establecimiento y crecimiento de plántulas, acelerando los procesos de erosión y desertificación (Shachak et al. 1998, Gutiérrez & Squeo 2004). Las zonas áridas y semiáridas del norte-centro de Chile no están exentas de esta problemática (Prado et al. 1989, Campos-Ortega & Jorquera-Jaramillo 2008, Squeo et al. 2001, 2008). El recurso arbóreo y arbustivo en el norte-centro de Chile fue intensamente explotado a partir del año 1600 para satisfacer la demanda creciente de energía de las incipientes actividades mineras (Folchi 2001, Santander 2003, Campos-Ortega & Jorquera Jaramillo 2008). Para cuantificar el proceso de deforestación ocurrido en el período 1600-1900 en el norte-centro de Chile, Santander (2003), sobre la base de una investigación con fuentes históricas, estima la producción de cobre metálico procesado con combustibles leñosos en cerca de 800 mil toneladas para el período, el consumo total de leña seca requerida para esta producción la estima en 30 millones de toneladas, las cuales fueron taladas en un 84,3% entre 1835 y 1900 (65 años), deforestando entre 3,36 y 6,73 millones de hectáreas.

5. Proyectos inmobiliarios/urbanización:

Existen diversos sectores en ciudades con pequeñas agrupaciones de Chañares que cada vez más presionados por el crecimiento urbano. Ejemplos de esta situación son las ciudades de Calama y Copiapó, en donde se evidencian disminuciones de la presencia natural de chañares.

6. Amenazas Naturales "Aluviones":

Las lluvias y aluviones en la región de Atacama del 25 de marzo 2015 transformaron totalmente el sector bajo de la cuenca del río Copiapó asociado a su curso fluvial. Tanto la fuerza de arrastre como la depositación de material, afectaron de manera negativa al "relicto" de Chañares del Sector de Piedra Colgada. A su vez existen afectaciones asociadas a maquinaria que realiza limpieza post evento. Se debe señalar que algunos sectores de chañares posibilitaron una barrera natural ante el evento aluvional, encajonando y evitando mayores socavamientos de la caja del río.



Figura: Río Copiapó cerca de Piedra Colgada en 25 del marzo de 2015 (Región de Atacama, Chile) - (W. Griem). https://www.geovirtual2.cl

En la Región del Desierto las precipitaciones son ausentes a insignificantes y el aporte hídrico es de carácter local, proviniendo de napas freáticas o de aluviones ocasionales que provienen de la Cordillera de Los Andes (Gajardo, 1994, Luebert & Pliscoff, 2006).

La vegetación de quebradas (Chaca, Región de Arica y Parinacota) es afectada por las avenidas o crecidas de agua de los ríos Lluta y San José, causando estragos en los cultivos agrícolas y modificando la vegetación nativa que se distribuye en forma directa a la disponibilidad de aguas freáticas (Estades y Aguirre 2009).

Si bien es una amenaza para individuos ubicados con zonas de quebradas estrechas, ya que son desprendidos en muchas ocasiones por la fuerza del lodo, para el caso de chañarales extensos como en el valle de Copiapó, los aluviones irrigan zonas de inundación favoreciendo la formación de retoños a través de reproducción vegetativa,

7. Sobrepastoreo:

En un sistema de pastoreo en secano, la producción de forraje herbáceo y arbustivo depende de las precipitaciones. En la medida que los sistemas sean autosustentables y tengan menos dependencia de las lluvias, hacen que esta variable sea de menor importancia relativa. Las bajas precipitaciones y su distribución determinan un marcado déficit hídrico que afectan la producción de forraje herbáceo y arbustivo de Sur a Norte y hacia el Interior, al igual que la composición de la flora. Esta situación puede generar en ciertos sectores un aumento de pastoreo caprino relacionado con *Geoffroea decorticans*.



Figura: Pastoreo caprino en individuo de *Geoffroea decorticans*. Fuente: Presentación “Manejo Silvícola, Rescate y valoración del fruto del Chañar (Geoffroea decorticans) en la Región de Atacama”. Sandra Gacitúa A. (2018), INFOR.

Al respecto una problemática de relevancia se da en sector de Quebrada de Chaca, Región de Arica y Parinacota, donde es posible identificar como amenaza, la presencia de corderos que son llevados al lugar para pastorear. Estos son ramoneadores y consumidores de brotes de especies en crecimiento como el Chañar. Es posible evidenciar este tipo de ganado en todo el predio, dado que se pueden encontrar fecas de estos en cualquier parte de éste (Estades et al. 2009).



Figura: Corderos consumiendo brotes de Chañar dentro de Quebrada de Chaca Región de Arica y Parinacota. (Estades et al. 2009).

Existen en la localidad Quillagua familias dedicadas al pastoreo de pequeños rebaños de camélidos combinando de esta manera sus actividades económicas (CARRASCO, et. al. 2003)

8. Diferenciación genética y Pérdida de diversidad genética de algunas poblaciones de Chañar en Chile.

Diferenciación genética de poblaciones:

Los individuos de las poblaciones de Azapa y Chaca están en una situación ecológica de amenaza porque están en desventaja al resto de las poblaciones, presentando una estructura genética y diferenciación distinta. La estructura genética de poblaciones de chañar entre la Región de Arica Parinacota hasta la Región de Coquimbo fue estimada mediante la información de marcadores neutros codominantes (SSR) y dominantes (ISSR y RAPD), estos marcadores mostraron una alta diferenciación genética entre ocho poblaciones, cuyos valores de diferenciación fueron usando 5 SSR de F_{ST}=0,29 (P<0.001) y para 8 ISSR y 3 RAPD de F_{ST} =0,35 (P<0.001), siendo muy significativo la diferenciación de estas dos poblaciones (Azapa y Chaca) con el resto (Contreras et al 2018, 2019). Las poblaciones de Azapa (VX Región) y Pachica (I Región), conforman un cluster y estructura distinta a todas las demás poblaciones de Chile de acuerdo a un análisis descrito por Contreras et al (2019), esto mediante análisis filogenético (con método de agrupamiento UPGMA, con alto valor de soporte BP>75), análisis MDS, mediante análisis de Estructura Genética (programa ESTRUCTURE) y mediante distancias genéticas de Nei (entre Pachica y Azapa con valor de 0,319). Además, la población de Pachica presenta aproximadamente 80 individuos en toda la quebrada del mismo nombre y la población de Azapa presenta aproximadamente 800 en todo el valle. Estas poblaciones únicas se encuentran amenazadas porque están habitando urbes y parcelas donde generalmente hay tala de árboles para ampliar superficie agrícola o bien viviendas en el caso de Azapa. Además, hay destrucción continua por obras de maquinaria en el lecho del río en donde habitan los chañares, estas obras de maquinarias son muy destructivas cuando realizan movimientos de tierra después de un aluvión, en el caso de Pachica. En general, amenazas de tipo antrópica peligran la conservación de estas poblaciones.

Pérdida de Diversidad Genética:

Las poblaciones de Pachica y Chaca podrían ser clasificadas en categoría de amenaza, ya que estas poblaciones presentan una baja diversidad genética comparado con otras ocho poblaciones (Azapa, Copiapó, Alto del Carmen, Calama, San Pedro y Vicuña), en concreto Pachica y Chaca tienen bajo número de alelos, Pachica = 1.8 (± 0.2); Chaca = 2.4 (± 0.5), un bajo índice de información de Shannon, Pachica = 0.509 (± 0.132) y Chaca = 0.723 (± 0.222), un bajo flujo de genes lo que se traduce en un bajo flujo de polen, Pachica: N_m = 0.699 y Chaca = N_m = 0.730 (siendo valores normales de flujo de genes por encima de 1.0) y presentan los más altos valores de aislación comparado con las otras poblaciones, siendo estos Pachica: F_{ST} = 0.263 (± 0.091) y Chaca = F_{ST} = 0.254 (± 0.074) (Contreras et al 2019). Por lo tanto,

estas poblaciones se encuentran genéticamente en una situación ecológica de amenaza y en desventaja comparado con el resto de las poblaciones de chañar (Contreras et al 2019).

Propuesta de clasificación del Comité de Clasificación

En la reunión del 29 de octubre de 2020, consignada en el Acta Sesión Nº 13, del 17mo proceso, el Comité de Clasificación establece:

***Geoffroea decorticans* (Gill., ex Hook. & Arn.) Burkart, "chañar"**

Arbusto o árbol de hasta 7 m de alto (cuando está aislado) y cuando crece en bosquecillos densos generalmente crece aproximadamente 2 m de altura (Martínez 1989). Presenta tronco tortuoso ramificado de 20-40 cm de diámetro (y de 10 a 15 cm de diámetro cuando forma bosquecillos, Iglesias y Barchuk, 2010), revestido de fajas longitudinales de ritidoma en vías de desprendimiento en los individuos adultos, ramas y ramitas grises que en la mayoría de los casos terminan en una espina dura y punzante.

La especie tiene amplia distribución geográfica, se extiende por el sur de Perú y Bolivia, norte de Chile, Chaco Paraguayo, Oeste de Uruguay y la mayor parte de Argentina. En Chile, la especie se encuentra desde la Región de Arica-Parinacota (Valle de LLuta y Azapa), hasta la Región de Coquimbo.

Luego de evaluar la ficha de antecedentes, y realizar algunas observaciones para su corrección, el Comité delibera sobre el tiempo generacional de esta especie señalando que existen individuos de más de 2 m de diámetro a la altura del pecho, y algunos juveniles de mucho menor diámetro, considerando que las poblaciones antes de ser explotadas, tendrían una mayor proporción de individuos mayores que las actuales, se estima conservadoramente un tiempo generacional de 65 años, las amenazas que enfrenta son cambio de uso de suelo para urbanización y agricultura, utilización como madera y leña, por el contrario, su uso para consumo humano es beneficiosa, por cuanto tiende a aumentar el número de individuos que se reproducen. Se busca en la ficha datos de la disminución histórica de las poblaciones de chañar, a partir de lo cual se infiere una disminución de su área de ocupación mayor al 50% en tres generaciones. Así por criterio A de disminución de la población de la especie se cumplen criterios para categoría En Peligro (EN). El Comité estima que para los criterios B, C, y D dado el elevado número de localidades y de individuos presentes, no se superan umbrales para ser clasificada en categorías de amenaza por lo que se clasificaría para estos criterios como Preocupación Menor (LC). Por la existencia de poblaciones fuera de Chile, que podrían recolonizar en caso de una eventual extinción local, se rebaja en un grado la categoría. Así, según RCE esta especie quedaría clasificada como Vulnerable (VU).

Se describe a continuación los criterios utilizados y las categorías por cada criterio asignadas preliminarmente:

Criterio UICN	Criterios definitorios	Categoría Preliminar	Enunciación de Criterios	
A	***	Vulnerable (VU)	VU [rebajado desde EN A2c)]	
B		Preocupación Menor (LC)	-	
C		Preocupación Menor (LC)	-	
D		Preocupación Menor (LC)	-	
E		Datos Insuficientes (DD)	-	

Este Comité concluye que su Categoría de Conservación, según Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE) es:

VULNERABLE (VU) [Rebajado desde EN A2c]

Para En Peligro (EN)
Dado que:
A La población ha experimentado una reducción sospechada ≥ 50% en tres generaciones (195 años),
C2 Las causas de la reducción pueden no haber cesado cambio de uso de suelo para urbanización y agricultura, utilización como madera y leña,
C2c Inferencia a partir de una reducción del área de ocupación.

Rebajada por la existencia de poblaciones fuera de Chile, que podrían recolonizar en caso de una eventual extinción local, se rebaja en un grado la categoría.

Estados de conservación anteriores

Clasificaciones previas:

- Según Squeo et al. (2008), Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama, *Geoffroea decorticans* en la Región de Atacama, ha obtenido el estado de conservación de "**Vulnerable VU**".
- Según Squeo, G. Arancio y J.R. Gutiérrez, Eds (2001), Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo, *Geoffroea decorticans* en la Región de Coquimbo, ha obtenido el estado de conservación de "**Vulnerable VU**".
- Según Benoit (1989) Libro rojo de la flora terrestre de Chile, *Geoffroea decorticans* es una especie clasificada a nivel nacional como "**Fuera de Peligro FP**".
- Según Groom, A. (2012). *Geoffroea decorticans*. The IUCN Red List of Threatened Species 2012, *Geoffroea decorticans*, tiene estado de conservación de "**preocupación menor LC**".

Experto y contacto

Dra. Sandra Gacitúa, sgacitua@infor.cl, INFOR, Sede Diaguita, Región de Coquimbo.
Dr. Roberto Contreras, roberto.contreras@uda.cl, CRIDESAT, Universidad de Atacama, Región de Atacama.
Luis Faúndez Yancas, lfaundez@uchile.cl Universidad de Chile, Región Metropolitana.
Antonio Vitta, Universidad de Chile, Región Metropolitana.

Bibliografía

BENOIT I. (1989). Libro rojo de la flora terrestre de Chile (Primera Parte): 157 p..CONAF. Santiago de Chile.

BURKART A. (1949). La Posición Sistemática del “Chañar” y las especies del género Geoffroea (Leguminosae – Dalbergieae). Darwiniana 9:9-23.

BURKART A. (1952). Las Leguminosas argentinas, silvestres y cultivadas. 2da. Edic. Buenos Aires.

CARRASCO C, et. al. (2003). “Investigaciones en Quillagua: difusión del conocimiento arqueológico y protección del patrimonio cultural”. Chungara, Revista de Antropología Chilena. Volumen 35(2): 321-326.

CONAF ARICA Y PARINACOTA. (2013). ACTUALIZACIÓN CATASTRO DE LOS RECURSOS VEGETACIONALES NATIVOS DE LA REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA .

CONAF TARAPACÁ. (2017). ACTUALIZACIÓN CATASTRO DE LOS RECURSOS VEGETACIONALES NATIVOS DE LA REGIÓN DE TARAPACÁ .

CONAF ANTOFAGASTA (En ejecución 2020). ACTUALIZACIÓN CATASTRO DE LOS RECURSOS VEGETACIONALES NATIVOS DE LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA.

CONAF ATACAMA. (2019). ACTUALIZACIÓN CATASTRO DE LOS RECURSOS VEGETACIONALES NATIVOS DE LA REGIÓN DE ATACAMA.

CONAF COQUIMBO. (2015). ACTUALIZACIÓN CATASTRO DE LOS RECURSOS VEGETACIONALES NATIVOS DE LA REGIÓN DE COQUIMBO.

CONAF, Departamento de Monitoreo de Ecosistemas Forestales. Santiago, Chile. (2019). Monitoreo de cambios, corrección cartográfica, y actualización del Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de la región de Atacama, levantamiento de información a escala 1:50.000, Resumen Ejecutivo. 36 p. Santiago, Chile.

CONTRERAS R, V PORCILE & F AGUAYO. (2018). Genetic diversity of *Geoffroea decorticans*, a native woody leguminous species from Atacama Desert in Chile. Bosque 39(2): 321-332. DOI: 10.4067/S0717-92002018000200321

CONTRERAS R, V PORCILE & F AGUAYO. (2019). Microsatellites reveal a high genetic differentiation among native *Geoffroea decorticans* populations in Chilean Atacama Desert. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 54(2):225-240. DOI: 10.31055/1851.2372.v54.

COSTAGAMA MS, IC ZAMPINI, MR ALBERTO, S CUELLO, S TORRES, J PÉREZ, C QUISPE, G SCHMEDA-HIRRSCHMANN & MI ISLA. (2016). Polyphenols rich fraction from *Geoffroea decorticans* fruits flour affects key enzymes involved in metabolic syndrome, oxidative stress and inflammatory process. Food Chemistry 190: 392-402. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.05.068

ESPINOZA C., et. al. (2013). Hidromas CEF LIMITADA. “Actualización de la modelación integrada y subterránea del acuífero de la cuenca del río Copiapó”. S.I.T. DGA Nº 332.

ESTADES CF & AGUIRRE J. (2009). Estimación poblacional del Picaflor de Arica – Octubre 2009. Unión de Ornitólogos de Chile – Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago. 25 p.

ESTADES CF, ML ANDRADE, V LATORRE, MA VUKASOVIC & MT SERRA. Aves Chile (2009). Informe “Elaboración de Línea Base, Zonificación y Guía de Manejo de un Predio Fiscal, Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad en la Quebrada de Chaca, Región de Arica y Parinacota”.

EYNARD C & L GALETTO. (2002). Pollination ecology of *Geoffroea decorticans* (Fabaceae) in central Argentine dry forest. J. Arid. Environ. 51: 79-88. Doi: 10.1006/jare.2001.0923

FAO. (1985). Insectos que dañan granos productos almacenados.

FAÚNDEZ L, YANCAS, et. al. (2009). “Áreas de relevancia ambiental vinculadas al agua en la cuenca del río Copiapó”, Universidad de Chile.

GACITÚA S, M GONZÁLEZ, R MUÑOZ, E VILLALOBOS & J MONTENEGRO (2018) Rescate del conocimiento ancestral de un patrimonio agroalimentario y forestal de la Región de Atacama: Valoración nutricional del fruto y arrope de chañar *Geoffroea decorticans* (Gill. ex Hook. et Arn.). Ciencia e Investigación Forestal INFOR Chile, 24(2):75-86.

GARCÍA N & C ORMAZABAL. (2008). Árboles Nativos de Chile. Enersis S.A. Santiago, Chile. 196 p.

GIMÉNEZ AM, P HERNÁNDEZ, N RÍOS & F CALATAYU. (2013). Crecimiento de árboles individuales de *Geoffroea decorticans* Burkart, en un bosque del Chaco semiárido, Argentina. Madera y Bosques 19(1): 37-51. Doi: 10.21829/myb.2013.191345

GIMÉNEZ AM. (2009). Anatomía de madera, corteza y anillos de crecimiento de *Geoffroea decorticans* (Gill., Ex Hook, & Arn.) Burk. Quebracho 17(1,2):16-30

GREENE-SILVA F. (2013). Árboles, cultura e identidades colectivas en San Pedro de Atacama. Tesis. Departamento de Antropología, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Chile, 97 pp.

GROOM A. (2012). *Geoffroea decorticans*. The IUCN Red List of Threatened Species 2012.

GUTIÉRREZ B, S GACITÚA & E VILLALOBOS. (2018). Selección de árboles plus de chañar *Geoffroea decorticans* (Gillies ex Hook. & Arn) Burkart en base a características fenotípicas de crecimiento y producción frutal. Ciencia e Investigación Forestal INFOR Chile 24(1):21-32.

HERREROS DE LARTUNDO J. & CH TALA GONZÁLEZ. 2011. Picaflor de Arica, el ave más pequeña de Chile. Ministerio del Medio Ambiente. Arica, Chile. 84 pp.

IGLESIAS M & A BARCHUK (2010). Estimación de la biomasa aérea de seis leguminosas leñosas del Chaco Árido (Argentina). Ecología Austral 20:71-79.

JIMÉNEZ-ASPEE F, C THEODULOZ, MDPC SORIANO, M UGALDE-ARBIZU, MR ALBERTO, IC ZAMPINI, MI ISLA, MJ SIMIRIQIOTIS & G SCHMEDA-HIRSCHMANN. (2017). The Native Fruit *Geoffroea decorticans* from Arid Northern Chile: Phenolic Composition, Antioxidant Activities and In Vitro Inhibition of Pro-Inflammatory and Metabolic Syndrome-Associated Enzymes. Molecules 22(9) pii:E1565. DOI: 10.3390/molecules22091565

LAMARQUE A, D LABUCKAS, J GREPPI & R FORTUNATO. (2009). Electrophoretic analysis of *Geoffroea* (Leguminosae, Papilionoideae): taxonomic inferences in Argentinean populations. Austral. Syst. Bot. 22: 137-142. Doi: 10.1071/SB08022.

MARTÍNEZ L. (1989). Caracterización y antecedentes para el manejo de chañar (*Geoffroea decorticans* (Gill. Ex Hook et Arn)) en la zona de Copiapó. Tesis. Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Ciencias Forestales, Santiago, Chile. 100 pp.

MUSTERS GC. (1964). Vida entre los Patagones. Buenos Aires.

NARVÁEZ JR. (2011). Tesis para optar al grado de Licenciado en Antropología. “La sequía del progreso: Consecuencias socioculturales de la crisis hídrica en Quillagua”.

ORRABALIS CJ. (2014). Aprovechamiento integral de los frutos de *Geoffroea decorticans* (chañar), de la Región Fitogeográfica de la Provincia de Formosa. Tesis. Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Universidad de Córdoba, Córdoba.Argentina. 166 pp.

REYNOSO MA, A SÁNCHEZ RIERA & NR VERA. (2016). Nutraceutical Properties and Safety Evaluation of Fruits and Arrope of *Geoffroea decorticans* (Chañar). Journal of nutrition & Food Sciences 6(2): 1-8. DOI:10.4172/2155-9600.1000485.

RODRÍGUEZ R, O MATTHEI & M QUEZADA. (1983). Flora arbórea de Chile. Editorial de la Universidad de Concepción, Chile. 408 pp.

SANTIBAÑEZ C & M VARGAS. (2017). *Geoffroea decorticans* for Biofuels: A Promising Feedstock. Journal of Renewable Energy Article ID 4216175 5 p. DOI:10.1155/2017/4216175.

SBARRA NH. (1964). Historia del alambrado en la Argentina. Buenos Aires.

SERRA MTV & G CRUZ. (2011). “Notas dendrológicas: Chañar (*Geoffroea decorticans* (Gillies

ex Hook. & Arn.) Burkart). Árbol multipropósito de las zonas áridas del norte de Chile". Revista ambiente Forestal. ISSN 0718-2708, Año 6, Nº 10, 2011.

SQUEO FA, G ARANCIO & JR GUTIÉRREZ. (2008). Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. La Serena, Chile. Ediciones Universidad de La Serena. 466 p.

SQUEO FA, G ARANCIO & JR GUTIERREZ. (2001). Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo.

UICN (2020). La Lista Roja de especies amenazadas de la UICN. Versión 2020-1.

Sitios Web citados (Indicar la dirección de Internet (http://..) de la o las páginas que haya consultado para la elaboración del formulario, señalando idealmente la fecha en que se realizó la consulta)

http://www.chilebosque.cl/tree/geoffroea_decorticans.html#:~:text=H%C3%A1bitat%20y%20Distribuci%C3%B3n%20natural,Bolivia%20y%20Sur%20del%20Per%C3%BA. (Visitada en mayo 2020).

https://www.geovirtual2.cl/Clima/Aluvion-Atacama-25M-01.htm (Visitada en mayo 2020).

https://www.iucnredlist.org/species/62502/20075550 (Visitada en mayo 2020).

http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/redes/sisag/arboles/chi-geof.htm (Visitada en mayo 2020).

https://cifag.cl/wp-content/uploads/2018/08/Seminario-Manejo-y-Valoracion-Cha%C3%B1ar.pdf (Visitada en mayo 2020).

http://sit.conaf.cl/ (Visitada en junio 2020).

Autores de esta ficha (Señalar el nombre completo de quien compiló o elaboró la ficha de antecedentes que se presenta; mencionando la institución donde trabaja en caso que corresponda, dirección; teléfono, E-mail y/o forma preferencial de contacto)

Roberto Contreras Díaz, CRIDESAT, Universidad de Atacama, Copiapó. roberto.contreras@uda.cl
Boris Burgos Silva, CONAF, Región de Atacama, Copiapó. boris.burgos@conaf.cl
Cesar Pizarro Gacitúa, CONAF, Región de Atacama, Copiapó. cesar.pizarro@conaf.cl
Álvaro Parra Valdivia, SEREMI MMA Región de Atacama, Copiapó. AParra.3@mma.gob.cl
Héctor Soto Vera, CONAF, Región de Atacama, Copiapó. hector.soto@conaf.cl

Ilustraciones incluidas



Figura: Chañar en Flor. Fuente: Herreros de Lartundo & Tala González (2011).



Valle de Chaca (XV Región)



Valle de Azapa (XV Región)



Valle de Copiapó
(III Región)



Pachica (I Región)



Calama San Pedro

(II Región)



Figura: Vista de Valle de Chaca. Fuente: Herreros de Lartundo & Tala González (2011).

Mapa de distribución de especie



Figura. Distribución de *Geoffroea decorticans* en el resto de América. Fuente: García y Ormazabal (2008).

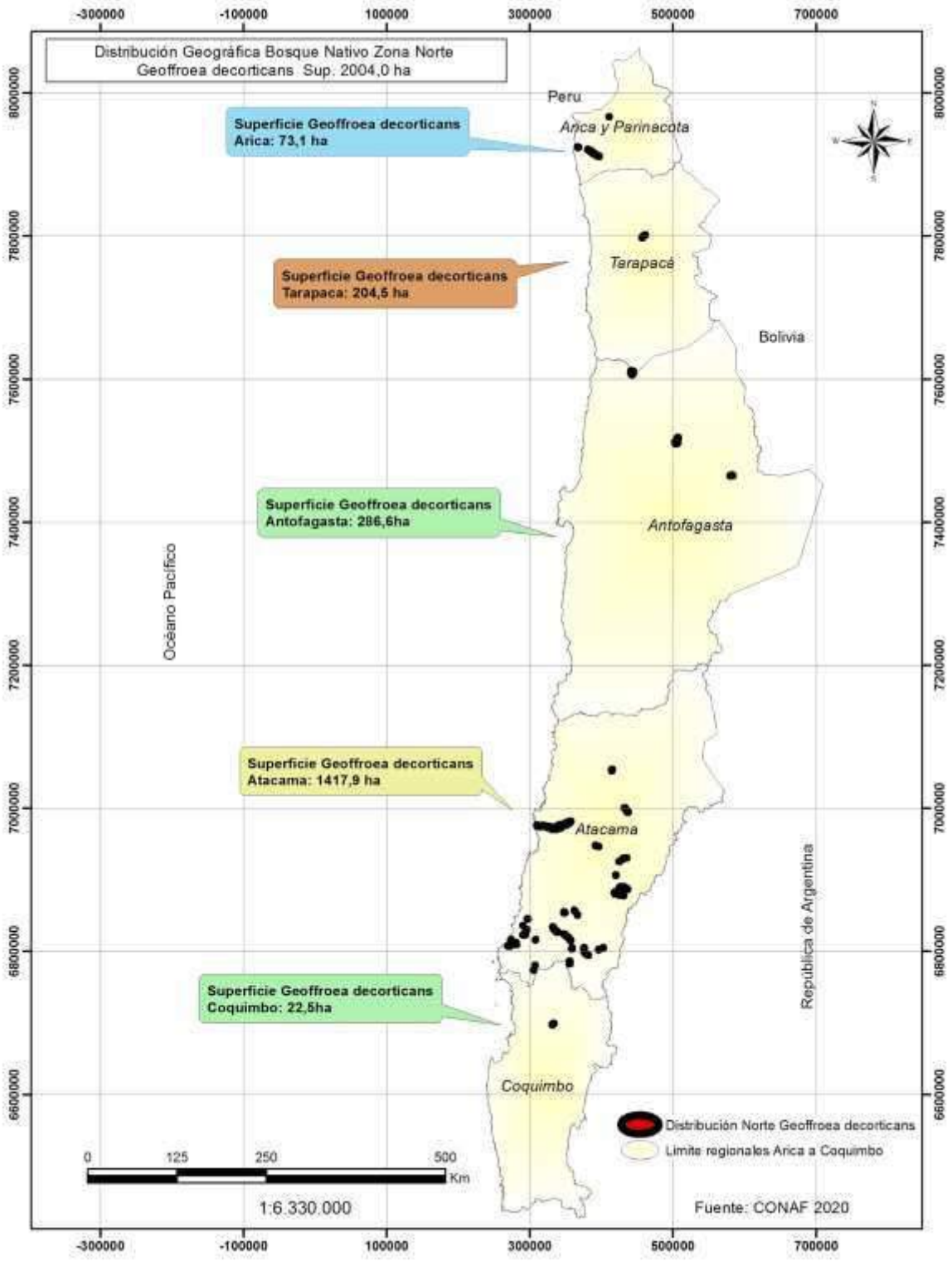


Figura. Mapa de distribución de *Geoffroea decorticans* en la macro zona norte de Chile en base a la actualización de catastros regionales de vegetación nativa. CONAF, 2020.

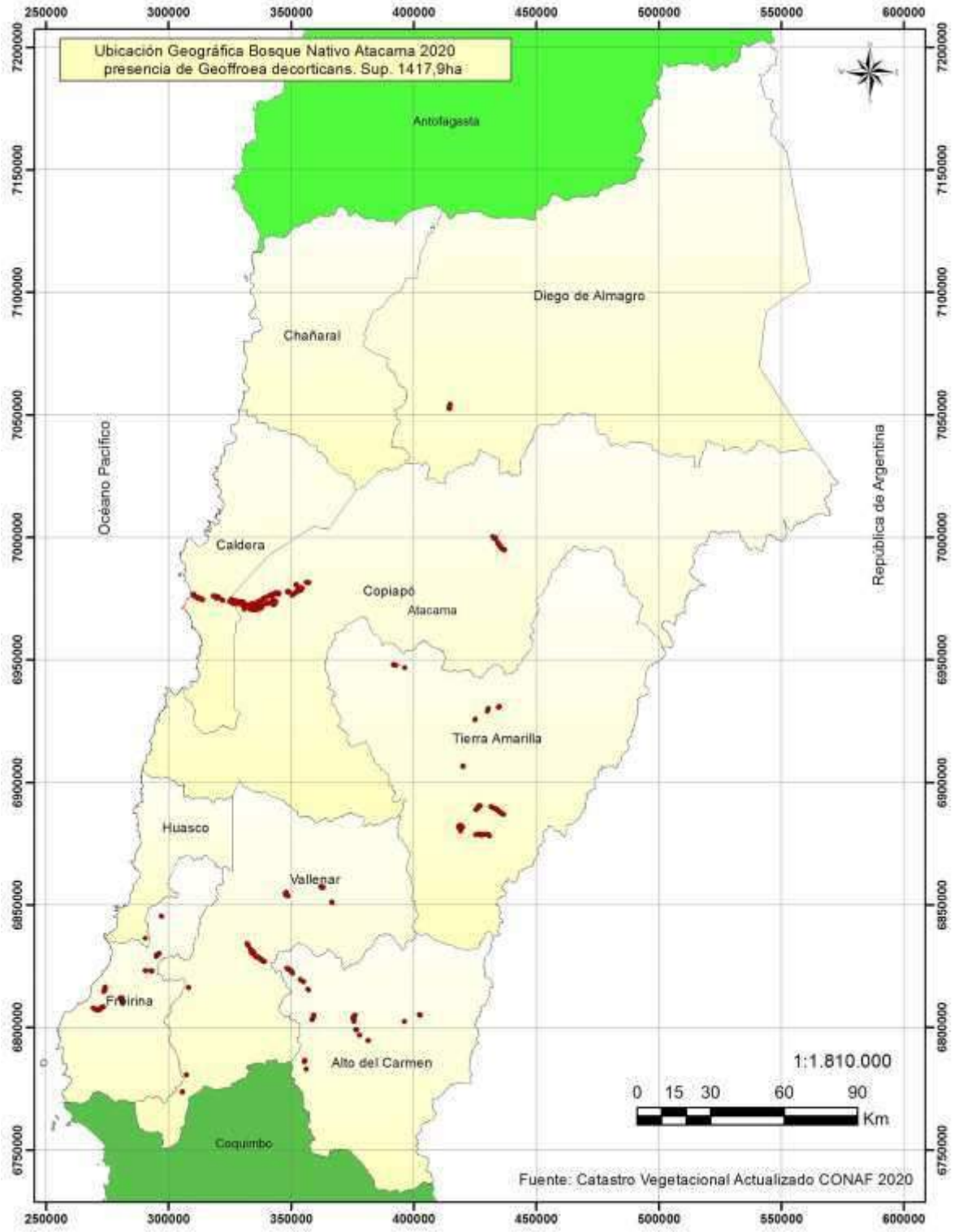


Figura. Mapa detallado de distribución de *Geoffroea decorticans* en la región de Atacama en base a la actualización del catastro regional de vegetación nativa 2019. CONAF Atacama, 2020.

INVENTARIO FORESTAL

HUMEDAL PIEDRA COLGADA

CAMPAÑA ANUAL 2021

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS 2

ÍNDICE DE TABLAS 3

ÍNDICE DE graficos 3

ÍNDICE DE ilustraciones 3

ÍNDICE DE IMÁGENES 3

1. Resumen 4

2 Introducción 5

3 OBJETIVOS 6

3.1 Objetivo general 6

3.2 Objetivos específicos 6

4 ÁREA DE ESTUDIO 7

5 METODOLOGÍA 11

5.1 Parcelas de inventario forestal 11

5.2 Inventario Forestal 13

5.3 Análisis de la recuperación del Bosque 15

6 RESULTADOS 16

6.1 Parcelas de Inventario 16

6.2 Inventario Forestal 20

6.3 Análisis de recuperación del bosque 22

7 Discusión 24

8 CONCLUSIONES 25

9 BIBLIOGRAFÍA 26

10 ANEXOS 28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Formaciones boscosas por polígono de estudio. 11

Tabla 2. Vértices de las parcelas de muestreo. 11

Tabla 3. Especies arbóreas identificadas por parcela 20

Tabla 4. Resultados del inventario forestal 21

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Variable promedio de cada polígono 21

Gráfico 2. Número de plantas por hectárea y volumen del renoval 22

Gráfico 3. Evolución del estado fenológico 23

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Área de estudio 8

Ilustración 2. Distribución de las parcelas de muestreo. 12

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Vista aérea Renoval polígono A. 9

Imagen 2. Vista aérea Renoval polígono B. 10

Imagen 3. Vista aérea Renoval polígono C. 10

Imagen 4. Profesional realizando el inventario. 14

Imagen 5. Volumen de una elipse. 14

Imagen 6. Parcela 1 polígono A. 16

Imagen 7. Parcela 2, polígono B. 17

Imagen 8. Parcela 3, polígono B. 18

Imagen 9. Parcela 4, polígono C. 19

Imagen 10. Parcela 5, polígono C. 19

1. RESUMEN

Se realiza campaña de monitoreo 2021, a las 5 parcelas demostrativas para verificar la recuperación del Bosque nativo en el Humedal de Piedra Colgada.

Analizando los resultados obtenidos en terreno no se aprecia recuperación del bosque nativo, considerando que no existe crecimiento en altura, volumen o DAP de los ejemplares analizados, en comparación con el monitoreo del año 2020. En la presente temporada (verano) aumento el número de ejemplares sin follaje y se redujo el número de individuos en estado de fructificación, por lo que se presumen que la reparación de los niveles freáticos y la falta de precipitaciones de la temporada invernal, no permitieron el crecimiento de los individuos de las especies analizadas.

2 INTRODUCCIÓN

"El humedal de Piedra Colgada se encuentra en la comuna de Copiapó, Región de Atacama, y se relaciona con una extensión de 16 hectáreas de vegas asociadas al lecho del Río Copiapó. La conjunción de condiciones de estrechamiento del valle fluvial, el profundo sustrato de arenas y gravas apozado sobre una depresión tectónica local, y la influencia de los vientos interiores, provocan un aumento en la humedad en una zona árida, lo que ha permitido la permanencia de un remanente del bosque de chañar, especie vulnerable en términos regionales" (BCN, 2011).

En marco del proceso de evaluación ambiental del proyecto "Candelaria 2030 - Continuidad Operacional" y expresado en el considerando 9.14 Recursos Hídricos de la RCA Nº 133 del 23 de julio del 2015, se desprende el compromiso por parte del titular de "*Realizar un Plan de Monitoreo del Humedal de Piedra Colgada, que permita verificar la condición de salud y evolución de este ecosistema, por toda la operación del proyecto; tal medida será de exclusiva responsabilidad del Proponente, tanto en su diseño como en su implementación, debiendo presentar al SAG, SEREMI del Medio Ambiente y CONAF las propuestas de diseño y monitoreo de dicho plan para ser visado y validado por los mencionados servicios competentes. El plan deberá estar implementado al inicio de la ejecución del proyecto, por lo que deberá ser presentado a los servicios con la debida anticipación".*

Cumpliéndose con las etapas A y B, inventario de las variable biológicas y taller de difusión, del programa de trabajo comprometido para el monitoreo del Humedal, se presentó a la autoridad competente el programa de monitoreo del Humedal de Piedra Colgada. Los estudios realizados muestran una clara situación actual de la zona de estudio sin tendencias a recuperación ni cambios significativos en periodos cortos de tiempo razón por la cual se proponen 3 escenarios de monitoreo. Se presenta los resultados del inventario forestal, correspondiente Escenario 1: Situación actual, realizado en la temporada de verano 2021, para dar cumplimiento a las medidas de mitigación y compensación establecidas en el considerando Nº 11 punto 14, de la RCA Nº 133 del 23 de Julio del 2015.

El presente informe expone los resultados de la campaña de monitoreo 2021.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Verificar el estado de salud del bosque de Chañar, realizando un Inventario forestar para verificar número de ejemplares en floración o fructificación y número de ejemplares sin signos de desarrollo del Humedal Piedra Colgada, Asociada al Proyecto “Candelaria 2030, Continuidad Operacional”.

3.2 Objetivos específicos

- Establecer parcelas de Inventario forestal
- Realizar el levantamiento de información de cada parcela de muestreo
- Analizar la recuperación del bosque.

4 ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra definida en la "Propuesta Metodológica Monitoreo Humedal de Piedra Colgada" aprobada por los servicios públicos como se establece en la RCA Nº 133 del 23 de Julio del 2015.

Con la información recopilada se determina que el área de influencia para el componente flora y vegetación es de 285,6 ha en las cuales se desarrolla el inventario (Imagen 1). En los polígonos de estudio se agruparon tres áreas, según las características propias de cada una:

- **Polígono A:** Área ubicada en el cauce del Rio de Copiapó. Tiene una superficie de 68,8 ha.
- **Polígono B**: Área fuera del Cauce del Rio Copiapó. Tiene una superficie de 109,5 ha.
- **Polígono C**: Área en el cauce del rio Copiapó con un área colindante de Bosque Nativo. Tiene una superficie de 107,3.

El área de estudio se inserta biogeográficamente en el cauce del Rio Copiapó y sectores aledaños a este. Según la "Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile" de Luebert & Pliscoff (2017), la vegetación presente en el área de influencia corresponde al piso vegetacional: "Matorral desértico mediterráneo interior de *Skytanthus acutus* y *Atriplex desertícola*", mientras que Según la tipología de GAJARDO R (1994), en "La Vegetación Natural de Chile", la vegetación presente en el área de influencia se clasifica como la Región "del Desierto del Pacifico", Sub-región "del Desierto del Pacifico", formación "Desierto florido de los Llanos".

En el área de estudio se identificaron 2 formaciones donde las especies dominantes corresponden a árboles de "Renoval de *Geofforea decorticans*" en el polígono A, en estado de regeneración y "Renoval de *Geofforea decorticans* y *Vachellia caven*", como bosque adulto, ubicada en los polígonos B y C.

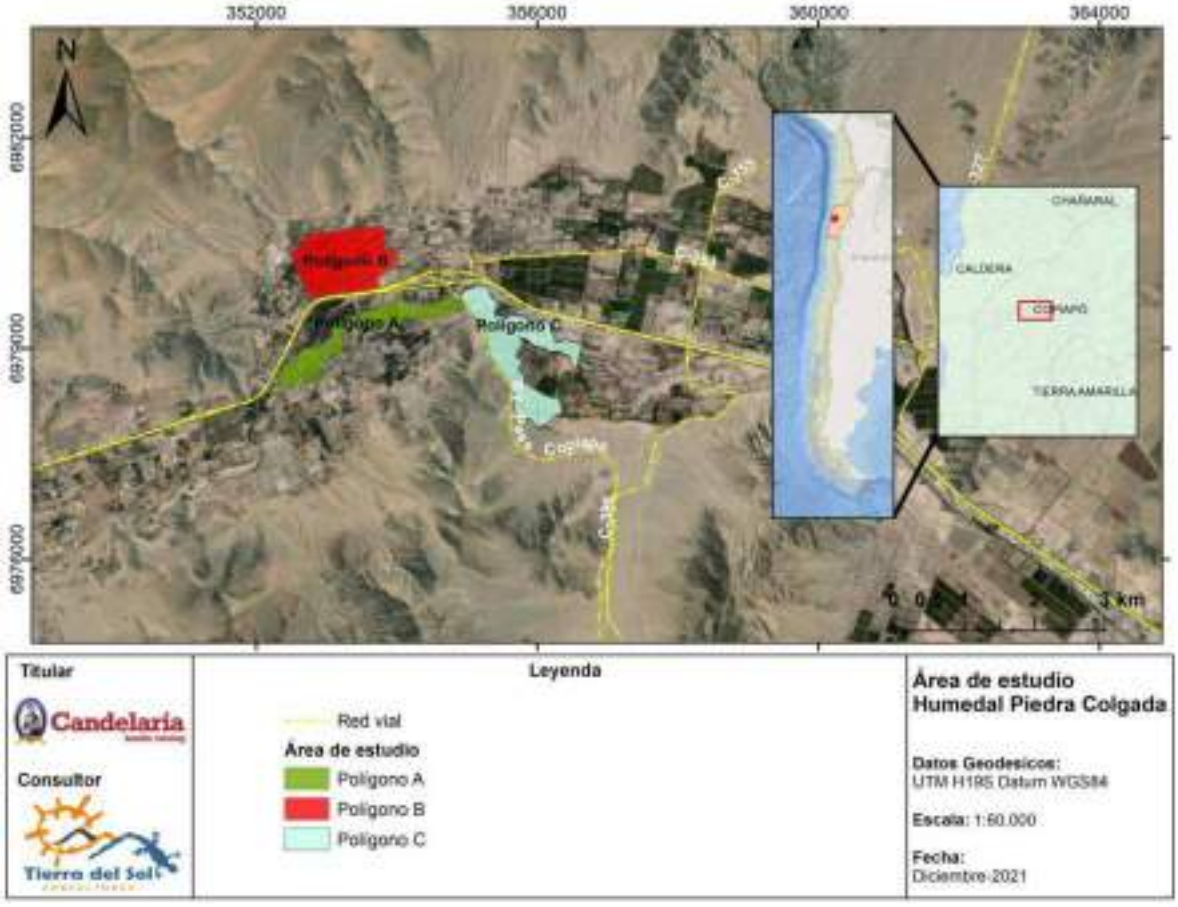


Ilustración 1. Área de estudio



Imagen 1. Vista aérea Renoval polígono A



Imagen 2. Vista aérea Renoval polígono B.



Imagen 3. Vista aérea Renoval polígono C

5 METODOLOGÍA

5.1 Parcelas de inventario forestal

En cada uno de los polígonos definidos para el estudio, se detectó la presencia de la formación denominada Renoval de Bosque Nativo, donde las especies dominantes son *Geoffroea decorticans* (chañar) y *Vachellia caven* (espino).

Tabla 1. Formaciones boscosas por polígono de estudio.

Polígono	Formación vegetacional	Superficie (ha)
A	Renoval de *Geoffroea decorticans*	16,1
B	Renoval de *Vachellia caven* y *Geoffroea decorticans*	17,1
C	Renoval de *Vachellia caven* y *Geoffroea decorticans*	58,4

Fuente: Elaboración propia

En el primer monitoreo (campaña 2020), se definieron 5 parcelas de inventario forestal, las cuales estarna en seguimiento a lo largo del tiempo para establecer la recuperación del bosque (Tabla 2 e Ilustración 2).

Tabla 2. Vértices de las parcelas de muestreo.

Parcelas	Vértices	Este	Norte
Parcela N°1	A	353946	6980290
	B	353963	6980280
	C	353972	6980290
	D	353954	6980300
Parcela N°2	A	353851	6980280
	B	353838	6980300
	C	353823	6980280
	D	353837	6980270
Parcela N°3	A	352758	6978770
	B	352772	6978790

Parcelas	Vértices	Este	Norte
	C	352784	6978770
	D	352769	6978760
Parcela N°4	A	355195	6979430
	B	355196	6979410
	C	355176	6979410
	D	355174	6979430
Parcela N°5	A	355313	6979210
	B	355301	6979200
	C	355286	6979210
	D	355298	6979230

Fuente: Elaboración propia

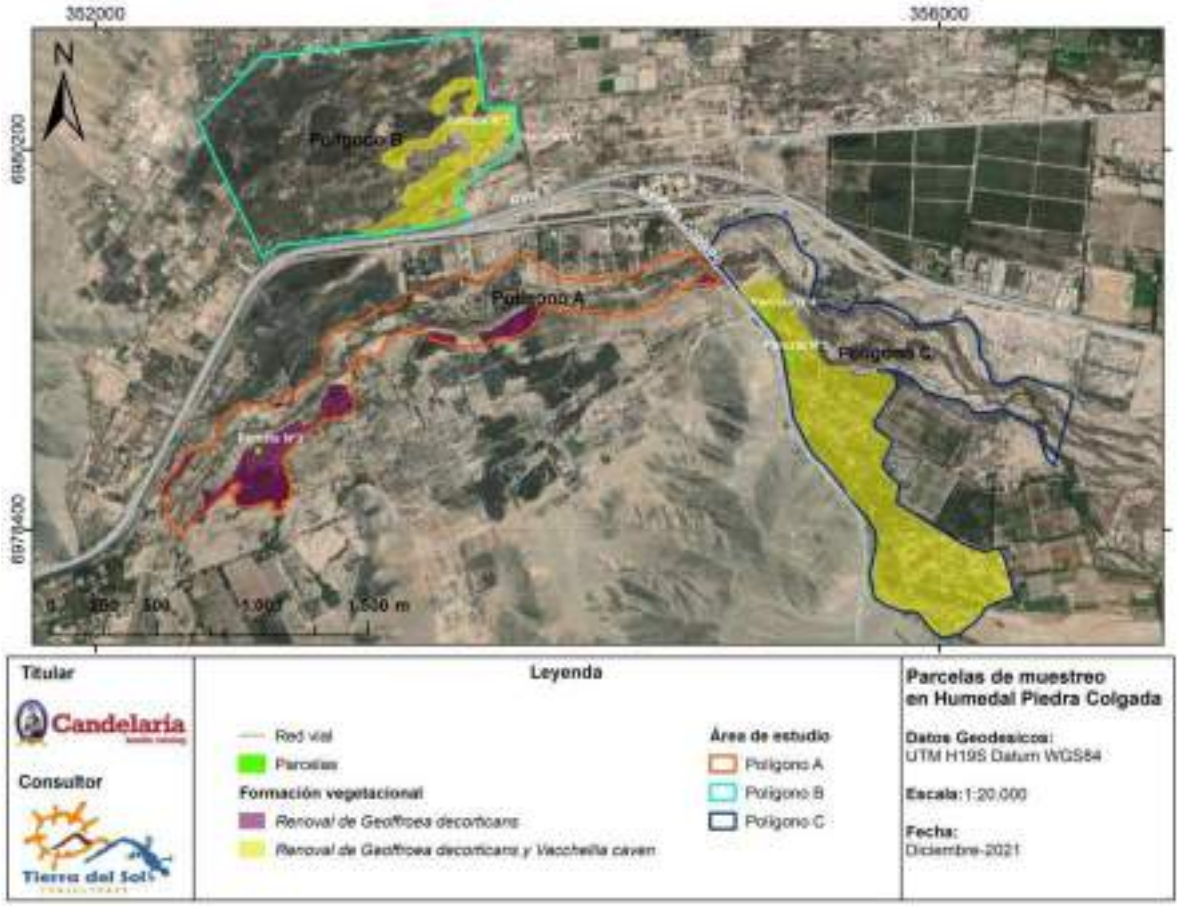


Ilustración 2. Distribución de las parcelas de muestreo.

La selección de las parcelas de inventario se realizó al azar procurando seleccionar sectores que represente de buena forma el bosque nativo, en cuanto a su composición de especies, regeneración, altura y cobertura.

Se realizaron parcelas de inventario cuadradas de 400 m^2, dejando delimitado en terreno los vértices de cada una, por medio de cinta forestal. Para el polígono A, se realizó solo una parcela de inventario, dado que en esta zona el bosque se encuentra siniestrado por un incendio forestal y es posible observar solo regeneración de la especie *Geoffroea decosticans*. Para los polígonos B y C, donde es posible observar bosque adulto se realizaron dos parcelas de inventario respectivamente.

5.2 Inventario Forestal

Los inventarios describen la estructura y composición de las unidades boscosas. Los procedimientos tradicionales de inventario se fundan en técnicas estadísticas de muestreo. Estas técnicas se adaptan a las más variadas condiciones del bosque y de su entorno, adoptando una gran variedad de formas (Hernández et al, 2007).

En cada parcela de muestreo se contabilizó la totalidad de árboles presentes independiente del estado de desarrollo (regeneración, latizal, fustal), su altura y su diámetro de copa.

Número de ejemplares: En cada parcela se asignó un número correlativo a cada ejemplar presente, independiente de la especie.

Altura: la altura de cada ejemplar se midió con un Clinómetro, para los ejemplares de altura mayor a 2 m. para los ejemplares menores (menores a 2 m) se realizó la medición de altura a través de la huincha.

DAP: El diámetro a la altura del pecho (DAP) se midió utilizando una Forcipula, utilizando toda la graduación de esta. Para todos los DAP que quedan fuera de la escala de la forcípula solo se registró sin DAP, en la planilla de inventario.



Imagen 4. Profesional realizando el inventario

Copa: Para medir la copa de cada ejemplar se realizó la medición de la proyección de la copa el suelo se tomaron dos direcciones, N-S y E-O, con ayuda de la brújula. Para determinar el área de copa se asumió que estas principalmente tiene forma elíptica, por la que la formula a aplicar es:

$$Área = a \times b \times \pi$$

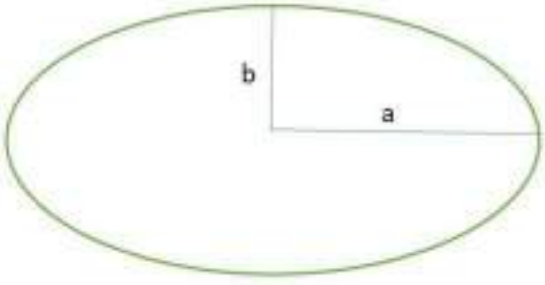


Imagen 5. Volumen de una elipse.

Volumen: Para el cálculo del volumen del bosque se utilizó la fórmula de volumen de árbol en Pie, el cual se define como el espacio ocupado por la madera de un individuo arbóreo dentro de un ambiente o ecosistema.

$$\text{Volumen de árbol en Pie} = \left(\frac{\pi}{4}\right) * \text{DAP}^2 * (\text{Ht})*\text{ff}$$

Dónde:

π = Pi (3,14)

DAP= Diámetro a la altura del Pecho

Ht= Altura total

Ff= Factor de forma (para el caso del bosque actual se asume como paraboloide= 0,70)

5.3 Análisis de la recuperación del Bosque

El análisis para verificar la recuperación del bosque nativo, se realiza estudiando los resultados obtenidos en los años de monitoreo. Se compara los valores de DAP, Volumen, Altura, para verificar si las tasas de crecimiento del bosque muestran signos de recuperación y se contrasta son la literatura presente para este tipo de vegetación.

6 RESULTADOS

6.1 Parcelas de Inventario

Durante las labores en terreno se revisaron las 5 parcelas de inventario, 2 en los polígonos B y C y una en el polígono A. En términos generales, no existe intervención antrópica sobre las parcelas analizadas, conservando su estado levantado en el monitoreo anterior (campaña 2020).



Imagen 6. Parcela 1 polígono A.



Imagen 7. Parcela 2, polígono B.



Imagen 8. Parcela 3, polígono B.



Imagen 9. Parcela 4, polígono C.



Imagen 10. Parcela 5, polígono

6.2 Inventario Forestal

Luego de realizado los recorridos exhaustivos por las parcelas de inventario, caracterizando uno a uno todos los ejemplares arbóreos presentes, se ha obtenido la información que se presenta a continuación (Tabla 3). En anexos se presenta el detalle de la información levantada en terreno.

Tabla 3. Especies arbóreas identificadas por parcela

Polígono	Parcela	Especies arbóreas presentes	Nº de ejemplares	Estado de Desarrollo
A	1	*Geoffroea decorticans*	190	Regeneración
B	2	*Geoffroea decorticans*	24	Adulto
		Vachellia caven	1	
	3	*Vachellia caven*	6	Adulto
C	4	*Geoffroea decorticans*	6	Adulto
	5	*Vachellia caven*	4	Adulto
		Prosopis chilensis	1	
		Schinus molle	1	

Fuente: Elaboración propia

Del análisis realizado en el polígono A, la regeneración tiene una altura promedio de 1,1 m, sin datos de DAP y mayoritariamente en estado de crecimiento vegetativo, con pocos ejemplares en fructificación.

En el caso del polígono B, se registraron 2 especies (chañar y espino) principalmente con una altura promedio de 3,13 m, un DAP de 9,6 cm en promedio, pocos ejemplares en fructificación y con ejemplares sin follaje en la presente temporada.

En el caso del polígono C, se detectó la presencia de ejemplares sin follaje de la especie *Vachellia caven*, los cuales se incorporan al monitoreo para verificar la posible recuperación de los ejemplares. La altura promedio de este bosque es de 4,3 m, con un DAP promedio de 10,4 cm, presentándose algunos ejemplares en estado de fructificación y floración.

Tabla 4. Resultados del inventario forestal

Polígono	DAP Promedio (cm)	H Promedio (m)	Cobertura (%)	NHA	Volumen (m3)
A	Sin DAP	1,1	48%	4.750,0	0
B	9,6	3,13	99%	387,5	239,3
C	10,3	4,3	29%	150,0	413

Fuente: Elaboración propia

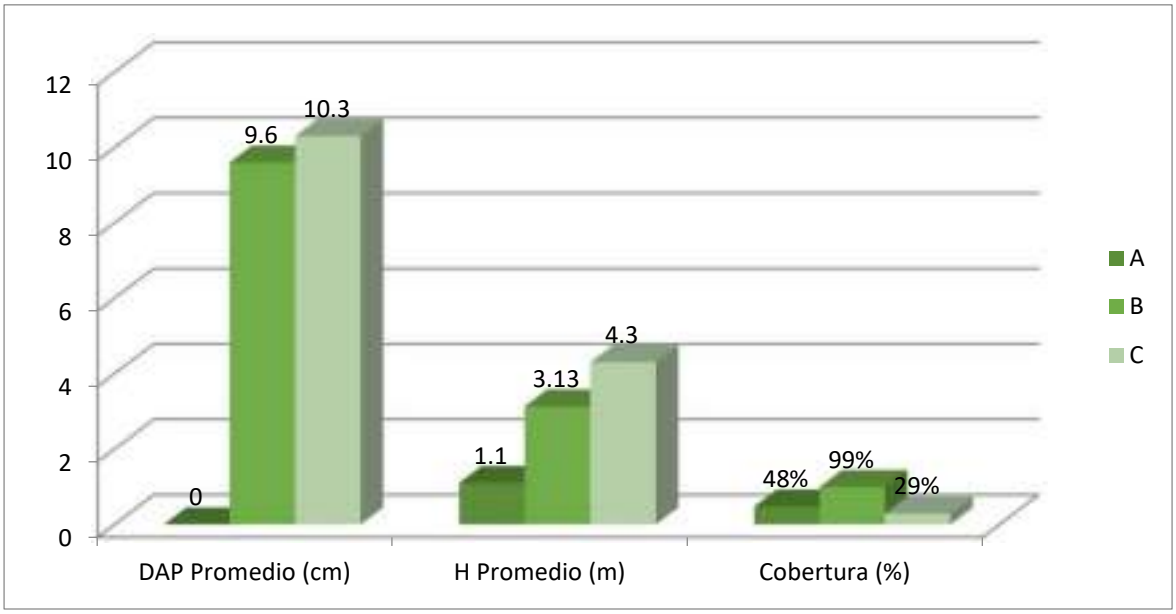


Gráfico 1. Variable promedio de cada polígono

En cuanto al número de plantas por hectárea y el volumen, el polígono A es el que presenta un mayor número de NHA superando los 4.750 plantas por Ha, considerando que este rodal se encuentra en estado de regeneración y las características fisiológicas del chañar le permiten regenerar por tocón (monte alto), este alto número de NHA se condice con la condición actual, considerando la dificultad al discriminar si corresponde a un ejemplar solitario o a varios creciendo del mismo tocón.

Para los polígonos B y C, la condición de bosque adulto permite obtener valores certeros del estado actual de desarrollo del bosque. En el polígono C, se puede apreciar un mayor crecimiento

volumétrico de los ejemplares analizados bajo un menor NHA, lo que demuestra un estado de madurez mayor al del polígono B. En estos dos polígonos (B y C), no observa regeneración natural de las especies objetivo. Según Serra (1998), "*En la cuenca del río Copiapó en Chile, existen alrededor de 2.200 hectáreas cubiertas con rodales de chañar. Forma bosques ralos con coberturas de 2,5 - 57,5% y con densidades que oscilan entre 125-750 árboles por hectárea, con un promedio inferior a 400 árboles por hectárea y coberturas cercanas al 20%",* lo que concuerda con los resultados obtenidos de 387,5 y 150 árboles por hectárea (polígonos B y C respectivamente).

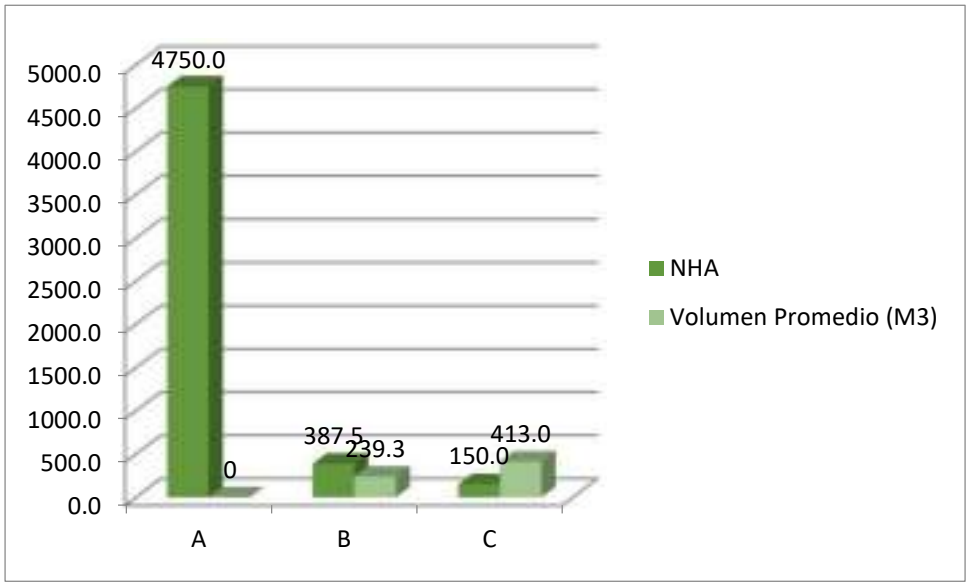


Gráfico 2. Número de plantas por hectárea y volumen del renoval.

6.3 Análisis de recuperación del bosque

Entre los años de monitoreo no se observa crecimiento en DAP, volumen o altura. Tampoco se aprecia un cambio en la estructura de la vegetación, no observando regeneración natural de ejemplares.

Se puede apreciar un crecimiento de 10 cm (promedio) de la regeneración ubicada en el polígono A. Las tasas de crecimiento de la regeneración natural son superiores a los ejemplares adultos, por

lo que los resultados se encuentran dentro de lo esperado. Si bien algunos ejemplares superan los 2 m, no es posible realizar las mediciones de DAP, y por lo tanto obtener el volumen del rodal.

En la presente temporada se pudo constatar una reducción en el número de ejemplares en estado de fructificación, causado principalmente por la posible baja de la napa freática y por la ausencia de precipitaciones invernales. Por otra parte, bajo el mismo escenario aumento el número de ejemplares sin follaje (Gráfico 3. Evolución del estado fenológico

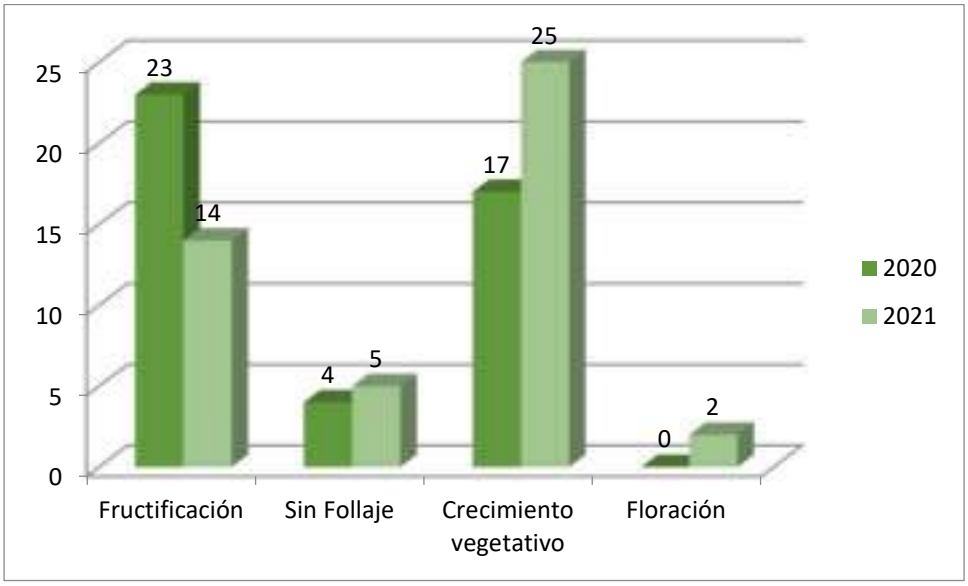


Gráfico 3. Evolución del estado fenológico

Bajo el escenario expuesto se puede presumir que la presente temporada no existe recuperación del bosque nativo en el área de estudio.

7 DISCUSIÓN

Según Serra (1998), El chañar presenta carácter ruderal, que se evidencia por su abundancia en los entornos de asentamientos humanos antiguos y actuales, lo que sugiere que se trataría de una especie domesticada o en vías de domesticación por el hombre. Estas cualidades la hacen recomendable para la forestación en terrenos áridos poco productivos. Puede constituirse en especie invasora en terrenos incultos por una o más temporadas.

Según Serra (1998), "*el crecimiento anual de ejemplares de Geofroea decorticans es de 0,7 cm al año, con un incremento en volumen de 0,601 m3/ha/año"*, lo que se contradice con los resultados obtenidos al no evidenciar cambios estructurales importantes entre los años 2020 y 2021. Esto se puede deber a la baja de la napa freática y la falta de precipitaciones de la anterior temporada invernal las cuales no permitieron el desarrollo de los ejemplares muestreados.

Pare el caso de *Vachellia caven*, El espinal se caracteriza por presentar densidades bajas, que fluctúan entre 100 y 300 árboles por hectárea (Donoso, 1981). A1varado (1989), determinó que, para un rodal de 16,5 años, ubicado en el "Parque Carén", Región Metropolitana, la tasa de crecimiento anual promedio de la altura es de 0,203 m. Para el área de estudio no se evidencio crecimiento en altura entre uno y otra temporada, lo que concuerda con os estudio precedentes con tasas de crecimiento anuales muy bajas o nulas.

8 CONCLUSIONES

Se realizaron 5 parcelas de muestreo, las cuales permanecerán fijas a lo largo de todo el periodo de muestreo de 14 años. Para este segundo monitoreo, realizado en diciembre de 2021, en la temporada de verano, se levantó toda la información de dasométrica de las especies arbóreas presentes.

En términos del estado de salud del bosque presente en el área de estudio, no se aprecia una recuperación del bosque nativo, dado que los parámetros de altura, volumen y DAP, no muestra diferencian en comparación con la temporada pasada. Es prematuro establecer el estado de salud del Bosque estudiado. Se puede inferir que la condición actual presenta un estado regular del desarrollo del bosque, con la presencia de ejemplares vivos y en proceso de floración y fructificación, y ejemplares muertos o sin follaje, producto que los cambios en la napa freática y falta de precipitaciones.

Se espera que con posibles cambios en los niveles de la napa freática se pueda apreciar cambios en el desarrollo del bosque, con un desarrollo en altura y DAP de los ejemplares vivos y una posible recuperación de los ejemplares declarados como muertos.

9 BIBLIOGRAFÍA

BENOIT I (1989). Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile.

BRAUN – BLANQUET J (1979). Fitosociología – Bases para el estudio de las Comunidades Vegetales. H. Blume Ediciones, Madrid. España. 820 pp.

CONAF-CONAMA-BIRF (1999). Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Santiago. 88 pp.

COREMA (2009). Estrategia y Plan de Acción para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad de Atacama 2010 – 2017. Chile.

D.S. 29 (2011). Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres.

ETIENNE M&C PRADO (1982). Descripción de la vegetación mediante la Carta de Ocupación de Tierras. Publicaciones Misceláneas N° 9. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile.

GAJARDO R (1994). La Vegetación Natural de Chile, clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria. 165 pp.

HERNANDEZ ET AL, 2007. Biodiversidad: manejo y conservación de recursos forestales : Programa Interdisciplinario de Estudios en Biodiversidad (PIEB), Universidad de Chile. Editorial Universitaria.

LEY 20.283 (2008). Ministerio de Agricultura. Ley sobre recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal. Chile.

LUEBERT F & P PLISCOFF (2017). Sinopsis Bioclimática y Vegetacional De Chile. 1ª Ed. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 318 pp.

MARTICORENA C & M QUEZADA (1985). Catálogo de la flora vascular de Chile. Gayana Botánica 42 (1-2): 1-158.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (1997). Especies arbóreas y arbustivas para las zonas áridas y semiáridas de América Latina. Santiago, Chile: FAO.

10 ANEXOS

Anexo 1. Planilla toma de datos de terreno 2021.

Parcela	Árbol	Especie	Estado Fenológico	DAP (cm)	Altura (m)	Copa (N-S)	Copa (E-O)	Nº de vástagos	Observaciones
1	-	*Geoffroea decorticans*	Crecimiento vegetativo/Fructificación	Sin DAP	-	-	-		190 ejemplares en regeneración. Altura Max0 201 cm, Altura Min= 19 cm.
2	1	*Geoffroea decorticans*	Crecimiento vegetativo	11,5	4	3,2	2,68	1	-
	2	*Geoffroea decorticans*	Crecimiento vegetativo	10,9	4,5	2,86	2,9	2	-
	3	*Geoffroea decorticans*	Crecimiento vegetativo	Sin DAP	0,36	40	16	6	-
	4	*Vachellia caven*	Fructificación	22,9	4,6	5,5	6,2	3	-
	5	*Geoffroea decorticans*	Crecimiento vegetativo	7	3,2	2,4	2,3	5	-
	6	*Geoffroea decorticans*	Fructificación	13,9	2,1	1,35	1,98	1	-
	7	*Geoffroea decorticans*	Fructificación	12,2	3,4	2,6	2,4	0	-
	8	*Geoffroea decorticans*	Crecimiento vegetativo	10,7	2,2	2,4	2,7	3	-
	9	*Geoffroea decorticans*	crecimiento vegetativo	2,2	2	1,1	1,3	1	-
	10	*Geoffroea decorticans*	Fructificación	5,1	2,5	1,5	2,26	2	-
	11	*Geoffroea decorticans*	Crecimiento vegetativo	14,3	4,1	4,42	2,69	1	-
	12	*Geoffroea decorticans*	Crecimiento vegetativo	18,4	7,54	6,28	5,61	4	-
	13	*Geoffroea decorticans*	Crecimiento vegetativo	7,6	3,26	2,39	1,9	0	-
	14	*Geoffroea decorticans*	Crecimiento vegetativo	14,2	3,95	2,4	2,9	1	-
	15	*Geoffroea decorticans*	Fructificación	5,7	2,7	2,1	1,6	1	-
	16	*Geoffroea decorticans*	Fructificación	2,1	2,6	1,3	1	1	-
	17	*Geoffroea decorticans*	Crecimiento vegetativo	5,7	2,8	1,9	0,8	2	-
	18	*Geoffroea decorticans*	Crecimiento vegetativo	1,4	2	0,7	1	1	-
	19	*Geoffroea decorticans*	Crecimiento vegetativo	Sin DAP	1,75	1,35	1,4	0	-
	20	*Geoffroea decorticans*	crecimiento vegetativo	Sin DAP	1,6	0,9	0,7	0	-
	21	*Geoffroea decorticans*	Fructificación	15,5	3,7	2,75	2,87	2	-
	22	*Geoffroea decorticans*	Crecimiento vegetativo	4	2,8	1,7	1,5	2	-
	23	*Geoffroea decorticans*	Fructificación	6,2	2,4	2,4	2,2	1	-
	24	*Geoffroea decorticans*	Creciemiento vegetativo	4,2	1,8	1,4	1,3	0	-
	25	*Geoffroea decorticans*	Crecimiento vegetativo	11,1	3,5	2,2	3,3	1	-
3	1	*Vachellia caven*	Crecimiento vegetativo	10,5	4,6	6,4	6,16	4	-
	2	*Vachellia caven*	Sin Follaje	7,8	3,4	5	5,5	6	-
	3	*Vachellia caven*	Sin Follaje	11	3,4	6	5	3	-

Parcela	Árbol	Especie	Estado Fenológico	DAP (cm)	Altura (m)	Copa (N-S)	Copa (E-O)	Nº de vástagos	Observaciones
	4	*Vachellia caven*	Crecimiento vegetativo	9,1	4,2	6,6	7,65	4	-
	5	*Vachellia caven*	Sin Follaje	15,1	3,8	6	5,5	2	-
	6	*Vachellia caven*	Sin Follaje	9,4	2,5	4	5	4	-
4	1	*Geoffroea decorticans*	Crecimiento vegetativo	10,3	3	5	4,45	7	-
	2	*Geoffroea decorticans*	Crecimiento vegetativo	11	5,25	6,65	6,4	8	-
	3	*Geoffroea decorticans*	Fructificación	9,1	5,3	6,3	3,2	8	-
	4	*Geoffroea decorticans*	Crecimiento vegetativo	7,8	5,3	2,17	2,36	0	-
	5	*Geoffroea decorticans*	Fructificación	21,9	6,8	5,1	6,25	7	-
	6	*Geoffroea decorticans*	Fructificación	19,2	7,7	7,55	7,8	7	-
5	1	*Schinus molle*	Floracón	9,5	3,8	4,4	5,25	10	-
	2	*Vachellia caven*	Sin Follaje	11,2	3,55	3,1	3,8	3	-
	3	*Prosopis chilensis*	fForación	7,2	1,8	2,5	5,6	3	-
	4	*Vachellia caven*	Fructificación	7	2,5	3,7	4,7	9	-
	5	*Vachellia caven*	Fructificación	4,2	3,3	5,35	5,4	8	-
	6	*Vachellia caven*	Fructificación	6,1	3,7	3,8	3,7	6	-

INFORME MONITOREO DE VARIABLES HIDROGELÓGICAS DEL HUMEDAL PIEDRA COLGADA, COPIAPÓ.

INFORME ANUAL 2021

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS 2

ÍNDICE DE TABLAS 3

ÍNDICE DE IMÁGENES 3

ÍNDICE DE FIGURAS 4

1 INTRODUCCIÓN 5

2 OBJETIVOS 10

2.1 OBJETIVO GENERAL 10

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 10

3 MARCO GENERAL 11

3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL 11

3.2 MARCO GEOLÓGICO 14

3.3 GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO EN LA ZONA DE ESTUDIO 19

4 UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO 20

4.1 ZONA DE ESTUDIO INDICE DE VEGTACIÓN NORMALIZADO (NDVI) 20

4.2 ZONA DE ESTUDIO VARIABLES HIDROLÓGICAS E HIDROGEOLÓGICAS 21

5 INDICE DE VEGETACIÓN NORMALIZADO (NDVI) 23

5.1 METODOLOGÍA 23

5.2 RESULTADOS 24

5.2.1 NDVI julio 2021 24

5.2.2 NDVI diciembre 2021 26

6 VARIABLES HIDROGEOLÓGICAS 28

6.1 Niveles piezométricos históricos 28

6.2 Niveles piezométricos actuales 29

6.3 Condiciones hidrológicas 31

6.3.1 Pluviometría 31

6.3.2 Evapotranspiración 33
6.3.3 *Escorrentía* Superficial- *Brown Ferrer* 34
6.4 Resultados 38
7 CONCLUSIONES 39
7.1 Índice de Vegetación Normalizada 39
7.2 Variables hidrológicas e hidrogeológicas 39
7.3 General 40
8 BIBLIOGRAFÍA 41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Interpretación de NDVI para humedales. Elaborado a partir de Kaplan et al., 2018... 24
Tabla 2: Imágenes Landsat utilizadas para el monitoreo satelital de NDVI. 24
Tabla 3: Niveles Piezométricos Campañas 2017-2021 30
Tabla 4: Precipitación mensual estación Chamonate periodo 2014-2021 en mm 31
Tabla 5: Temperatura promedio mensual estación Chamonate periodo 2014-2021 en °C 33
Tabla 6: Humedad promedio mensual estación Chamonate periodo 2014-2021 en % 33
Tabla 7: Evapotranspiración real mensual estación Chamonate periodo 2014-2021 en mm 33
Tabla 8: Evapotranspiración FAO de referencia mensual estación Chamonate periodo 2014-2021 en mm 34
Tabla 5: Superficie aportante de quebradas laterales afluentes al río Copiapó en la zona de estudio. 36
Tabla 6: Volumen Aportante anual periodo 2005-2021 37

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Sectores de la cuenca del río Copiapó. Fuente: DGA, 2010. 12
Imagen 2. Ubicación del sector 5 del Ro Copiapó. Fuente: CASUB, 2017. 14

Imagen 3. Mapa geológico humedal piedra colgada (Modificado Arevalo, 2005) 18
Imagen 4. Modelo tridimensional del terreno 19
Imagen 5. Modelo tridimensional del basamento rocoso 20
Imagen 6. Área de estudio NDVI 21
Imagen 7. Mapa de ubicación zona de estudio 22
Imagen 8. Superficie de estudio Humedal de Piedra Colgada 23
Imagen 9. Distribución de NDVI para junio de 2021 25
Imagen 10. Distribución de NDVI para diciembre de 2021 27
Imagen 11. Ubicación de las mediciones realizadas campañas 2017-2021 31
Imagen 12. Ubicación estación Chamonate en el área de estudio 32
Imagen 13. Esquema conceptual Modelo Brown – Ferrer 35
Imagen 14. Ubicación espacial de quebradas laterales aportantes a la zona de estudio 36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Gráfica distribución números de pixeles por valor NDVI junio 2021 26
Figura 2. Gráfica distribución números de pixeles por valor NDVI diciembre 2021. 28
Figura 3. Niveles Históricos en pozos de observación DGA 29

1 INTRODUCCIÓN

El término humedales se refiere a una amplia variedad de hábitats interiores, costeros y marinos que comparten ciertas características. Generalmente se los identifica como áreas que se inundan temporalmente, donde la cuenca subterránea aflora en la superficie o en suelos de baja permeabilidad cubiertos por agua poco profunda. Todos los humedales comparten una propiedad primordial, el agua, que juega un rol fundamental en el ecosistema, en la determinación de la estructura y las funciones ecológicas del éste.

A diferencia de los ecosistemas terrestres, los humedales suelen presentar una gran variabilidad tanto en el tiempo como en el espacio. Esto tiene efectos muy importantes sobre la diversidad biológica que habita en los humedales, ya que deben desarrollar adaptaciones para sobrevivir a estos cambios que pueden llegar a ser muy extremos, por ejemplo, ciclos hidrológicos anuales con períodos de sequía e inundación extremos. Esta y otras características le otorgan alto valor biológico, por lo que es particularmente importante su estudio y conservación.

"El humedal de Piedra Colgada se encuentra en la comuna de Copiapó, Región de Atacama, y se relaciona con una extensión de 16 hectáreas de vegas asociadas al lecho del río Copiapó. La conjunción de condiciones de estrechamiento del valle fluvial, el profundo sustrato de arenas y gravas apozado sobre una depresión tectónica local, y la influencia de los vientos interiores, provocan un aumento en la humedad en una zona árida, lo que ha permitido la permanencia de un remanente del bosque de chañar, especie vulnerable en términos regionales" (BCN, 2011).

En marco del proceso de evaluación ambiental del proyecto "Candelaria 2030 – Continuidad Operacional" y expresado en la RCA Nº 133 del 23 de julio del 2015,considerando 9.1.4.4 se desprende el compromiso por parte del titular de "*Realizar un Plan de Monitoreo del Humedal de Piedra Colgada, que permita verificar la condición de salud y evolución de este ecosistema, por toda la operación del proyecto; tal medida será de exclusiva responsabilidad del Proponente, tanto en su diseño como en su implementación, debiendo presentar al SAG, SEREMI del Medio Ambiente y CONAF las propuestas de diseño y monitoreo de dicho plan para ser visado y validado*

por los mencionados servicios competentes. El plan deberá estar implementado al inicio de la ejecución del proyecto, por lo que deberá ser presentado a los servicios con la debida anticipación". Así como también a dejar de usar en forma progresiva, hasta llegar a su totalidad, el agua de la PTAS y devolver dicho caudal a la cuenca del río Copiapó.

Para dar cumplimiento a estos compromisos, se realizaron una serie de estudios de línea base biológicos e hidrogeológicos e inventarios de flora y fauna (resumidos en el Informe Condición Actual y Monitoreo de Variables Biológicas e Hidrogelógicas del Humedal Piedra Colgada, Copiapó, 2020 desarrollados por las empresas Tierra del Sol y HGEO) donde se llegó a la conclusión que, existía un extenso humedal en la zona a causa del afloramiento del nivel freático, pero el mismo dejó de existir debido a un descenso del nivel freático que se intensificó desde el año 2010. Esto debido al incremento en las extracciones desde pozos en la zona, provocando que la vegetación natural no sea capaz de acceder al agua del acuífero. Específicamente el Chañar que se caracteriza por tener raíces profundas alcanzando un máximo de 7 metros, profundidad a partir de la cual no es posible captar el agua del acuífero, lo que demuestra la sensibilidad de los ecosistemas de humedal, más allá de la realidad actual del acuífero de los últimos 10 años donde los niveles se encuentran a más de 30 metros de profundidad, llegando a más de los 50 metros en algunas zonas.

Lo que concuerda con el inventario de flora y fauna realizado en el periodo 2018-2019 donde, exceptuando algunos vestigios de bosque de chañar, no se encontraron especies características de humedales. Si bien, se presentó una condición húmeda en el área en el periodo de estudio, que se desarrolló en otoño del año 2018 en la caja del río, producto de un evento meteorológico, este de acuerdo con su intensidad, duración y magnitud no generó en el tiempo las condiciones para el asentamiento de especies vegetales y animales característicos de un humedal, desarrollándose más bien un ecosistema del tipo ribereño.

De los estudios de línea base, y de acuerdo con el compromiso de Minera Candelaria, se estableció un Plan de Monitoreo del humedal de Piedra Colgada que permitiera establecer la

influencia de diversos factores biológicos e hidrogeológicos en la dinámica de la biodiversidad de la zona, lo cual resultará ser de gran valor a la hora de tomar las decisiones y controles más adecuados con el objetivo de gestionar el recurso hídrico en la zona.

Dicho Plan está compuesto de 3 escenarios posibles, los cuales están descritos más a detalle en el documento Propuesta de Monitoreo Humedal de Piedra Colgada (2020), el cual fue desarrollado por las empresas Tierra del Sol y HGEO y que fue presentado a la autoridad:

- **Escenario 1 Situación Actual:**

  En el escenario actual no existe humedal en la zona por lo que el objetivo del monitoreo es ser capaz de detectar cambios en las condiciones actuales además de conformar un registro histórico de las condiciones más relevantes del área de estudio.

  En este escenario se monitorearán 1 vez al año los indicadores más notorios de la situación del área de estudio que son los siguientes:

  - Medición del NDVI en los polígonos A, B y C, para detectar variaciones significativas en la densidad de la vegetación.
  - Medición de niveles piezométricos: 3 en la zona de entrada, 3 en la zona central y 3 en la zona de salida del área de estudio para detectar una presumible recuperación del acuífero.
  - Realización de un Inventario forestal para verificar número de ejemplares en floración o fructificación y número de ejemplares sin signos de desarrollo y así verificar el estado de salud del bosque de Chañar.

  Este monitoreo se mantendrá hasta que ocurran las siguientes condiciones:

  - Se observen variaciones significativas en el NDVI.
  - La medición de alguno de los niveles piezométricos se muestre a menos de 20 metros de profundidad.
  - En caso de que ocurran al menos 1 de las condiciones anteriores los monitoreos se realizarán bajo el Escenario 2.

- **Escenario 2 de Presunción de Recuperación:**

  Bajo este escenario se presume que puede estar ocurriendo una recuperación del ecosistema, pero aún se encuentra lejano a constituirse como tal, por lo que se incrementa la red de medición con el objetivo de detectar dicha recuperación de lo antes posible. En este escenario se monitorearán 1 vez al año los siguientes indicadores:

  - Medición del NDVI en toda el área de estudio desde el sector de entrada al acuífero en la zona de estudio hasta el sector de salida, para detectar variaciones significativas en la densidad de la vegetación.
  - Medición de niveles piezométricos: 5 en la zona de entrada, de 5 a 10 en la zona central y de 5 en la zona de salida dependiendo de la disponibilidad de pozos medibles que existan en las distintas áreas, pero mínimo 20 en total si existiese la disponibilidad.
  - Verificar el estado de salud del bosque de Chañar, realizando un Inventario forestal para verificar número de ejemplares en floración o fructificación y número de ejemplares sin signos de desarrollo.

  Este monitoreo se mantendrá hasta que ocurran las siguientes condiciones:

  - Se observen variaciones significativas en el NDVI.
  - La medición de al menos 3 de los niveles piezométricos se muestre a menos de 15 metros de profundidad.
  - En caso de que ocurran al menos 1 de las condiciones anteriores los monitoreos se realizarán bajo el Escenario 3. Si dejasen de cumplirse las condiciones que llevaron a este escenario los monitoreos se realizarán bajo el escenario 1.

- **Escenario 3 Recuperación Probable:**

  Bajo este escenario se hace probable la recuperación del ecosistema de humedal, por lo tanto, se busca generar información que permita a la autoridad generar medidas en pro de dicha recuperación y protección de las especies que allí se encuentren. En este escenario se monitorearán 2 vez al año en primavera y otoño lo siguiente:

- Medición del NDVI en toda el área de estudio desde el sector de entrada al acuífero hasta el sector de salida, para detectar variaciones significativas en la densidad de la vegetación.
- Medición de niveles piezométricos: 5 en la zona de entrada, de 5 a 10 en la zona central y de 5 en la zona de salida dependiendo de la disponibilidad de pozos medibles que existan en las distintas áreas, pero siempre 20 en total.
- Realización de un balance hidrogeológico global del área de estudio, determinando todas las variables de entrada y salida de agua mencionadas anteriormente.
- Verificar el estado de salud del bosque de Chañar, realizando un Inventario forestal para verificar número de ejemplares en floración o fructificación y número de ejemplares sin signos de desarrollo. Inventario forestal en las formaciones adyacentes al bosque de Chañar para verificar posibles cambios estructurales y de composición de especies en el área de estudio.
- Realizar un inventario de fauna terrestre para evaluar especies en categoría de conservación, que sean relevantes para un humedal.

Este escenario de monitoreo se mantendrá si el ecosistema de humedal ya se ha recuperado. Si dejasen de cumplirse las condiciones que llevaron a este escenario los monitoreos se realizarían bajo el escenario 2 o 1 según corresponda.

El presente informe, se corresponde al monitoreo anual de diciembre de 2021 de variables hidrogeológicas específicamente, desarrollado bajo el Escenario 1, situación actual, que consiste en la medición y análisis del Índice de Vegetación Normalizada (NDVI) en las zonas de interés biológico del Humedal de Piedra Colgada (Polígonos A, B y C), y la medición y análisis de niveles piezométricos y variables hidrológicas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el monitoreo anual 2021 de las variables hidrológicas e hidrogeológicas en el área de estudio del sector Piedra Colgada de acuerdo con lo comprometido en el Proyecto “Candelaria 2030, Continuidad Operacional”.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el monitoreo satelital del índice de vegetación normalizado en el sector de Piedra Colgada para el periodo 2021.
- Monitorear las variables hidrogeológicas más relevantes del sector de piedra colgada para el periodo 2021.

3 MARCO GENERAL

3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

En la región de Atacama se encuentra la cuenca del río Copiapó, con un área aproximada de 18.000 km² y una altura máxima de 2.700 m.s.n.m. Presenta un relieve accidentado, donde predominan valles. Esta zona se caracteriza por presentar importantes yacimientos de cobre, hierro, plata y oro.

El valle del río Copiapó tiene una longitud de 160 km desde el embalse Lautaro hasta la desembocadura en el mar en la localidad de Puerto Viejo. Constituye la primera cuenca de norte a sur de la zona exorreica andina y su régimen es catalogado como mixto. Los principales afluentes del río Copiapó son los ríos Manflas, Jorquera y Pulido. Estos afluentes aportan caudales superficiales continuos, aunque normalmente desaparecen parcial o totalmente en algunas zonas. Los afluentes que interceptan en el curso medio e inferior del río Copiapó, como la quebrada Paipote ubicada en el sector norte de la cuenca del Copiapó, generalmente se encuentran secos en superficie, excepto después de una tormenta. Esta cuenca cuenta con regulación artificial dada por la presencia del embalse Lautaro cuya capacidad original de almacenamiento era de 42 millones de m³ (IGM, 1984) y cuyo propósito principal es la retención de sedimentos y regulación de crecidas.

Basado en los registros de pozos de la zona, los niveles de agua en el acuífero del río Copiapó han disminuido hasta más de 40m bajo la superficie desde 1988 debido al bombeo en pozos de extracción, principalmente para uso agrícola. (Informe Hidrogeológico MWH, 2013).

En la cuenca de río Copiapó existen aproximadamente 180 usuarios y se ubican aproximadamente 230 pozos subterráneos registrados, a través de los cuales son otorgados 5100 l/s de agua definitivos, y adicionalmente se distribuyen 1.400 l/s provisorios para los rubros de agricultura, minería, sanitaria, servicios públicos y viviendas. (CASUB, 2017).

La Dirección General de Aguas (DGA) ha subdividido la cuenca del río Copiapó en 6 sectores para facilitar la administración de sus recursos, enumerados desde aguas arriba hacia aguas abajo. La zona del denominado humedal de Piedra Colgada se encuentra ubicada en el sector 5 de la cuenca del río Copiapó. El humedal fue el resultado de un estrechamiento del valle fluvial aguas abajo del mismo y un profundo sustrato de arenas y gravas, lo que produjo un nivel freático cercano a la superficie y por lo tanto una alta disponibilidad de agua para la vegetación que allí se desarrolló.

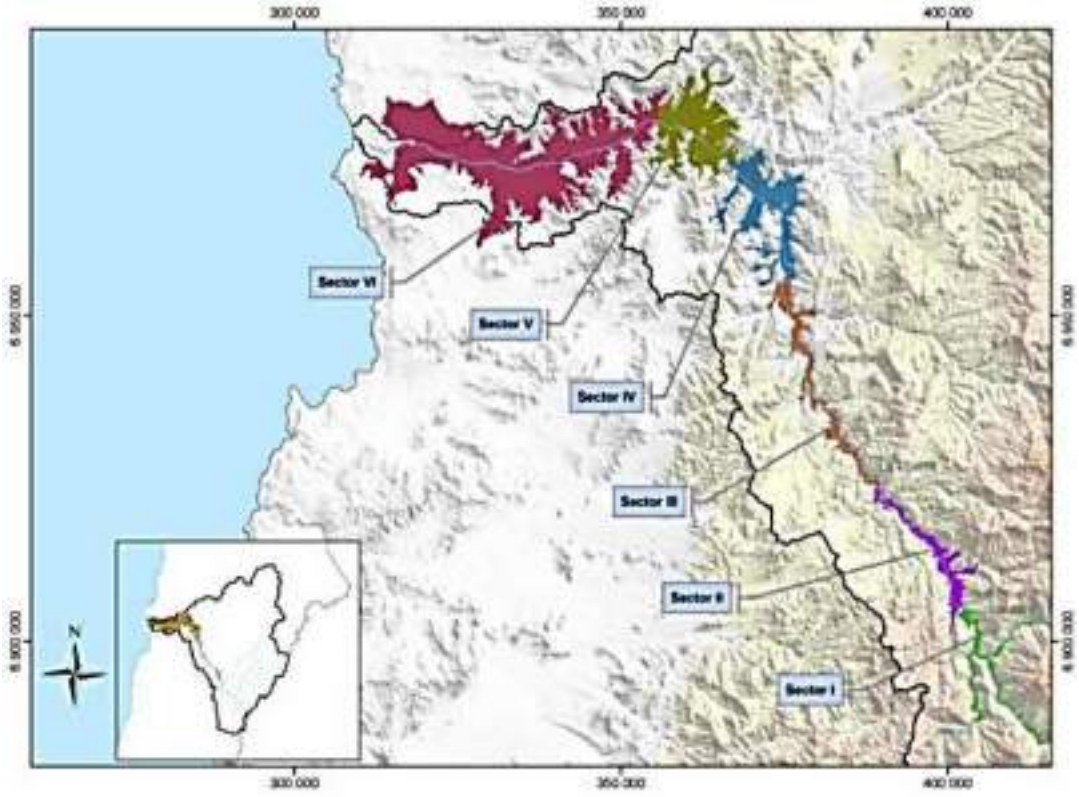


Imagen 1. Sectores de la cuenca del río Copiapó. Fuente: DGA, 2010.

En la zona alta donde se ubica el humedal el mayor aporte hacia el acuífero proviene del río Copiapó. El mismo, a esta altura ya ha recorrido más de cien kilómetros desde su origen. Los ríos en esta zona geográfica se caracterizan por su régimen mixto, es decir se alimentan por una

dualidad entre las precipitaciones líquidas y las nivales, que se registran en la parte alta de la cuenca. Adicionalmente, el caudal del río se encuentra influido por elementos antrópicos, representados principalmente por la extracción de aguas para la agricultura y el embalse Lautaro, que regulan su flujo.

De acuerdo con diversas fuentes (Dirección General de Aguas, Minera Candelaria y otros consultores privados), el caudal medio anual del río Copiapó frente a la ciudad de Copiapó escasamente supera 1,5 m^3/s en un año normal, y en muchos tramos el escurrimiento se realiza a través del sustrato de sedimentos del lecho (Mardones, 2011).

El acuífero en este sector comenzó a presentar un descenso del nivel piezométrico leve pero sostenido desde finales de los años noventa, pero no fue hasta el año 2010, cuando se reubican los pozos de agua potable de la ciudad de Copiapó del sector 4 al sector 5, que se produjo un descenso drástico de los niveles piezométricos, teniendo como resultado que en la actualidad los niveles se ubican por encima de los 30 metros desde la superficie en todo el sector.

En la siguiente imagen se muestra la ubicación específica del sector 5 de la cuenca del río Copiapó.



Imagen 2. Ubicación del sector 5 del Ro Copiapó. Fuente: CASUB, 2017.

3.2 MARCO GEOLÓGICO

Existen diferentes aspectos que gravitan sobre el desarrollo y el origen del humedal, sin embargo, dentro de las más importantes se debe mencionar: la naturaleza de la estructura geológica y la naturaleza del sustrato asociado al fondo de valle y como consecuencia la existencia de un acuífero de grandes dimensiones.

En el caso de la estructura geológica, en el sector de Piedra Colgada se genera una especie de codo, relacionado con la disposición de los bloques estructurantes del tipo Horst-Graven (Pilar y Depresión Tectónica) de los cordones montañosos que flanquean al río Copiapó. Esta sinuosidad estructural provoca la adaptación del río a las condiciones de dureza de la roca del plutón Cerro Morado, alterando el curso del dren desde N-NW hacia un curso S-SW. Este estrechamiento del valle fluvial provoca que se altere la composición del sustrato del lecho, desencadenando un aumento en la deposición de las arenas y cantos rodados que son

arrastrados por el escurrimiento desde las secciones altas de la cuenca, y que particularmente en Piedra Colgada encuentran una depresión más profunda donde asentarse (Mardones, 2011).

La geología del humedal de Piedra Colgada presenta diferentes unidades litológicas, las que se pueden agrupar en depósitos no consolidados y semiconsolidados del Mioceno al Holoceno y en rocas estratificadas e intrusivas del Triásico al Jurásico Superior. La compilación geológica presentada en este trabajo abarca los estudios, a escala 1:100.000, de la hoja de Copiapó (Arévalo, 2005) y se describe a continuación.

Depósitos aluviales y coluviales antiguos (MsPliac) (Mioceno-Pleistoceno): Estos depósitos afloran en numerosos y discontinuos sectores del valle del río Copiapó. Sin embargo, en el sector de Piedra Colgada se localizan en las riberas rellenando depresiones correspondientes al fondo de quebradas menores, tributarias al río Copiapó, en general, comprometen superficies individuales de 2 km^2 aproximadamente. Litológicamente corresponden a gravas y ripios mal consolidados, con mala a moderada selección, cuya litología, en general, es similar a la de las rocas del sustrato cercano (Arévalo, 1995).

Depósitos fluviales PIHf (Pleistoceno-Holoceno): Corresponden a depósitos asociados directamente a la escorrentía del río Copiapó y que forman el relleno principal del valle. Constituyen parte tanto del cauce actual como de terrazas adyacentes. Estos depósitos abarcan la totalidad del ancho del valle, con valores medios de 2,7 km en el segmento de Piedra Colgada. Cabe señalar, que en los niveles superficiales los depósitos fluviales engranan, indistintamente, con depósitos aluviales y coluviales, mientras que su base descansa directamente sobre el basamento rocoso indiferenciado. Internamente están formados por ripios, bolones, gravas y arenas bien seleccionadas y estratificación cruzada que forman bancos de base acanalada (Arévalo, 2005).

Depósitos de conos aluviales (Holoceno): Corresponden a depósitos no consolidados de ripios, gravas y arenas mal clasificadas, que han sido transportadas como flujo gravitacional y que

ocupan laderas de baja pendiente y rellenan depresiones correspondientes al fondo de quebradas menores. Se han separado en depósitos aluviales antiguos o inactivos (PIHa2) yactivos (PIHa1). Los Primeros corresponden a depósitos medianamente consolidados a no cohesivos y están formados por clastos heterocomposicionales y subangulosos en una matriz limo arenosa. Los depósitos activos corresponden a gravas y ripios no consolidados, de baja selección, que rellenan cursos disecados en los depósitos anteriores (Arévalo, 2005).

Estratos de Quebrada Poblete TrJp (Triásico-Jurásico Inferior): Estratos compuestos de areniscas, areniscas tobáceas y tufitas finas en bancos decimétricos alternadas de manera regular con limolitas. Las rocas se encuentran cornificadas y foliadas, definido en la quebrada Poblete como una secuencia monoclinal de manteo al sureste, de rumbo nornoreste, y espesor cercano a los 1.000 m, compuesta de estratos de potencia decimétrica a métrica (Godoy et al., 2003). Aparece limitado hacia el oeste por contacto por falla con Tonalitas del Plutón Cerro Morado y hacia el este con el contacto intrusivo milonitizado con dioritas del Plutón Sierra Chicharra.

Formación La Negra Jln (García, 1967) (Pliensbachiano-Jurásico Superior): Secuencia homogénea de lavas andesíticas y sedimentos volcanoclásticos subordinados, que afloran como una franja nortesur de rocas cornificadas, ubicadas entre milonitas de la traza principal del Sistema de Fallas Atacama y el contacto intrusivo con el plutón La Brea. En el sector de Piedra Colgada la formación se compone de 250 m de lavas y brechas córneas con porfiroblastos de piroxeno, anfíbola y plagioclasa y ocasionalmente actinolita y epidota (Arévalo, 2005a y Matthewset al., 2006).

En la zona de estudio afloran de manera abundante y variada una serie de cuerpos intrusivos, donde es posible encontrar cuerpos de composición máfica a intermedia, reconociéndose:

Plutón Cerro Morado Kigm (Lara y Godoy, 1998) (Cretácico Inferior): Cuerpo intrusivo elongado noreste-suroeste, compuesto por tonalitas de piroxeno, biotita y anfíbola, granodioritas,

dioritascuarcíferas y, en menor proporción, por apófisis de granito. Se encuentra en contacto por falla con el Complejo Quebrada Poblete. Se han obtenido edades K-Ar variables entre los 140 y 137 Ma.

Diorita Cuarcífera Sierra Chicharra Kidsc (Cretácico Inferior): Cuerpo elongado en dirección NNE-SSW, con 7 km de ancho, que afloran en la parte central de la zona de estudio. El Plutón intruye a las rocas metamórficas del Complejo de Quebrada Poblete. Se compone predominantemente de dioritas cuarcíferas de anfíbola y biotita y, en menor proporción por tonalitas y granodioritas de anfíbola y biotita. Se caracteriza por presentar, en ambos márgenes plutónicos, bandas de protomilonitas con distintos grados de penetratividad, lo que le da un aspecto foliado. Se han obtenido edades K-Ar variablesentre los 128-125 Ma. (Arévalo, 1995).

Diorita La Brea (Kidlb) (Cretácico Inferior): Plutón compuesto de dioritas y microdioritas de clinopiroxeno y hornblenda y por monzodioritas de biotita. Las dioritas son de grano grueso y están formadas por un agregado isótropo de plagioclasa con ferromagnesianos y granos de cuarzo y biotita intersticial.Se han obtenido edades k-Ar, y 40Ar/39Ar en el rango 123-117 Ma (Arévalo, 2005).

En cuando a la geología estructural la zona de estudio se localiza en el dominio de la Cordillera de la Costa, cuyo rasgo estructural más importante es la traza principal del Sistema de Falla Atacama (SFA; Arabasz, 1971; Brown et al., 1993). Ésta habría iniciado sus movimientos mediante fallas extensionales en dominio dúctil, entre los 156 y 154 Ma, reactivados posteriormente hacia el este, entre los 126 y 106 Ma (Arévalo, 1995). La falla durante estos períodos, controló el emplazamiento de numerosos intrusivos y cuerpos mineralizados, entre los que destaca Cerro Imán. En el sector Cerro Imán, esta falla ha sido denominada, como Falla el Encierro (Arévalo, 1995). Movimientos horizontales, endominio dúctil, correspondientes a ramas mayores de este sistema (Arabasz, 1971) habrían dado origen a la foliación observada tanto en las milonitas del sector de Chamonate como a la foliación de las monzodioritas y granodioritas observadas en el segmento comprendido entre la ex mina Cerro Imán y Piedra

Colgada. La foliación presenta mantos subverticales a fuertemente inclinados al Este (60-80º E) y contiene lineaciones de estiramiento horizontal a subhorizontal. Los análisis estructurales indican que el desplazamiento habría sido generalmente horizontal y con sentido de cizalle sinestral. La franja de milonitas presenta una foliación con mantos moderados al este-sureste (35-50º E). Los análisis estructurales indican sentido de cizalle sinestral con una componente oblicua inversa en el manto. La rama principal y la lateral, representarían zonas de cizalle estrechas, de deformación dúctil, en que los desplazamientos se realizaron en la facies de esquistos verdes, a temperaturas menores a las que ocurre el emplazamiento de los plutones adyacentes. Las milonitas poseen edades comprendidas entre los 122 Ma (Arévalo, 1995) y 104 Ma (Zentilli, 1974).

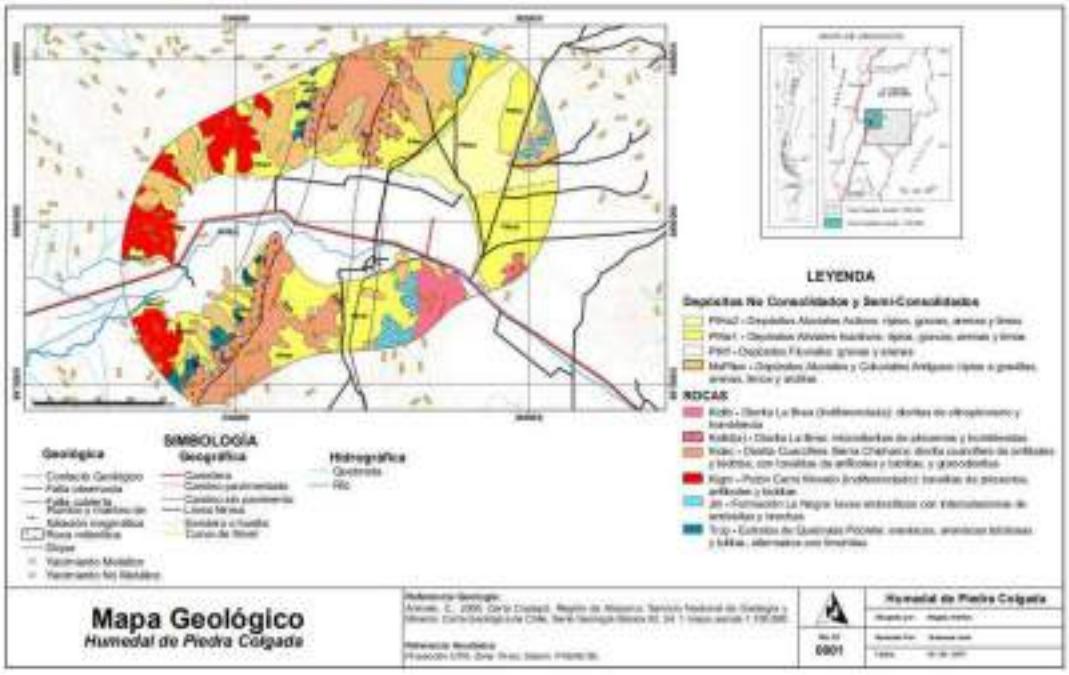


Imagen 3. Mapa geológico humedal piedra colgada (Modificado Arevalo, 2005)

3.3 GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO EN LA ZONA DE ESTUDIO

El análisis de la geometría del acuífero del río Copiapó se llevó a cabo con la información de 339 pozos con información litológica (DGA y Sernageomin), 26 pozos catastrados en terreno, y revisión de estudios realizados con anterioridad en el valle.

De la información obtenida de las campañas geofísicas y de terreno se confeccionó un modelo de elevación digital mediante software de procesamiento SIG. Las imágenes 79 y 80 exponen los modelos geométricos para el terreno y el basamento rocoso. De allí se tiene una superficie de 36,6 km^2 en el sector de estudio. El volumen del relleno sedimentario corresponde a 2.495 millones de m^3.

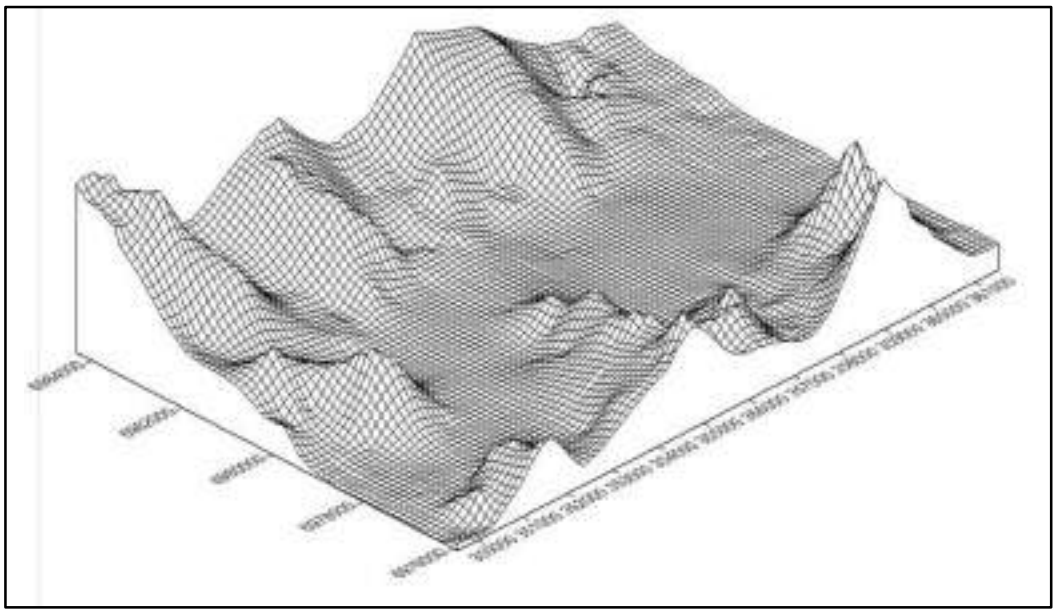


Imagen 4. Modelo tridimensional del terreno

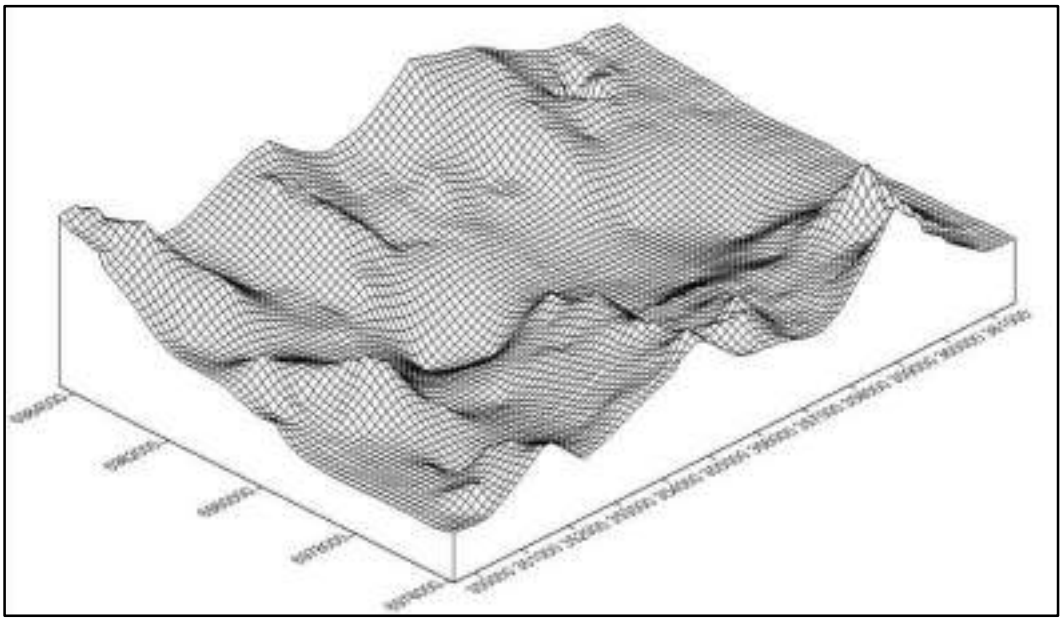


Imagen 5. Modelo tridimensional del basamento rocoso

4 UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

4.1 ZONA DE ESTUDIO INDICE DE VEGTACIÓN NORMALIZADO (NDVI)

De acuerdo con la evaluación biológica de la zona, Tierra del sol determinó un área de influencia para el componente fauna y flora de 285,6 ha, según la movilidad del grupo faunístico, la cual comprende el área de los tres polígonos definidos en la "Propuesta Metodológica Monitoreo Humedal Piedra Colgada" (Imagen 1), aprobada por los servicios públicos como se establece en la RCA Nº 133 del 2015.

La superficie para cada polígono es:

- Polígono A: Área ubicada en el cauce del río Copiapó. Superficie de 68,8 ha.
- Polígono B: Área fuera del cauce del río Copiapó. Superficie de 109,5 ha.
- Polígono C: Área en el cauce del río Copiapó colindante con un Bosque Nativo. Superficie de 107,3 ha.

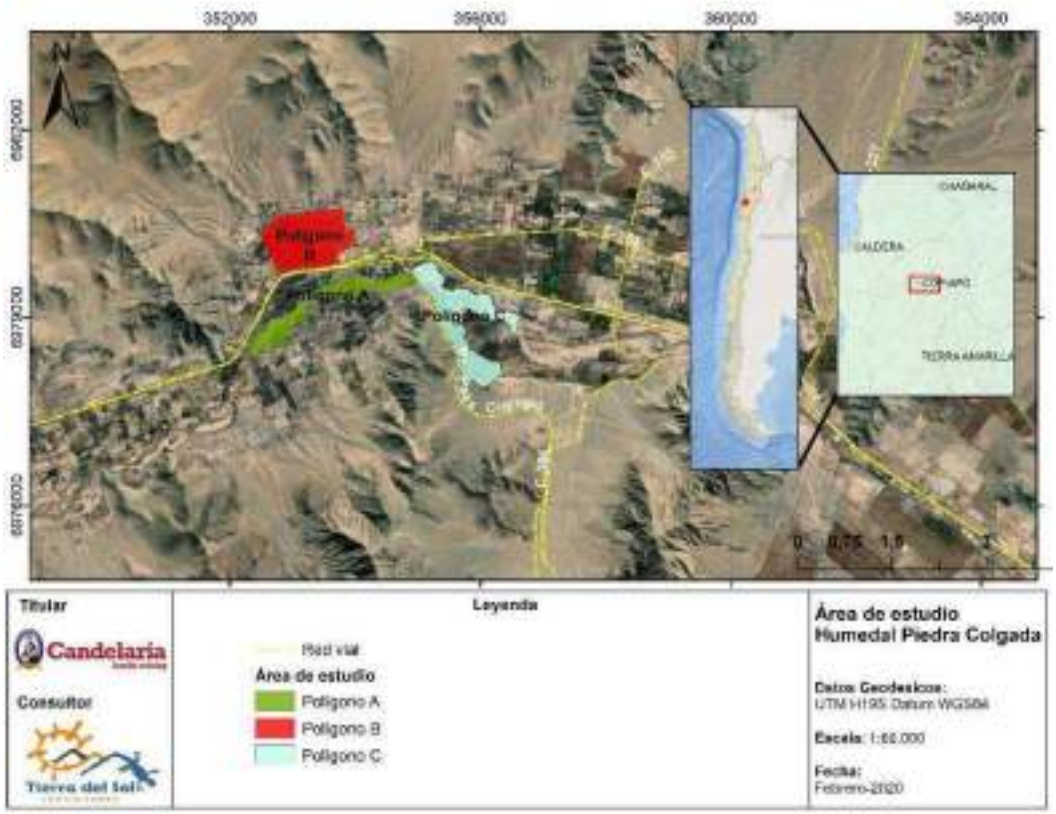


Imagen 6. Área de estudio NDVI

4.2 ZONA DE ESTUDIO VARIABLES HIDROLÓGICAS E HIDROGEOLÓGICAS

El área que se definió como zona de estudio para medir y analizar las variables hidrológicas e hidrogeológicas se ubica a 15 km al NW de la ciudad de Copiapó, abarcando los sectores de Toledo y Chamonate hasta el sector de Piedra Colgada. El sector se encuentra comprendido entre las coordenadas UTM 6.979533, 6.977.810N, 350.820E, 359.464E, datum WGS84, Zona 19 Sur. Cubriendo una superficie aproximada de 40 km^2 y siendo la cota más alta el cerro Bramador a 485 msnm.

Se puede acceder a esta zona desde la ciudad de Copiapó, por la avenida Copayapu 15 km en dirección noroeste, hasta tomar la ruta 5 norte camino a caldera. Para recorrer el área de estudio

es necesario tomar las calles alternativas utilizadas por los particulares como vías de acceso a parcelas y/o terrenos agrícolas. Particularmente en los sectores de Chamonate y Toledo hasta Piedra Colgada y sector San Francisco.

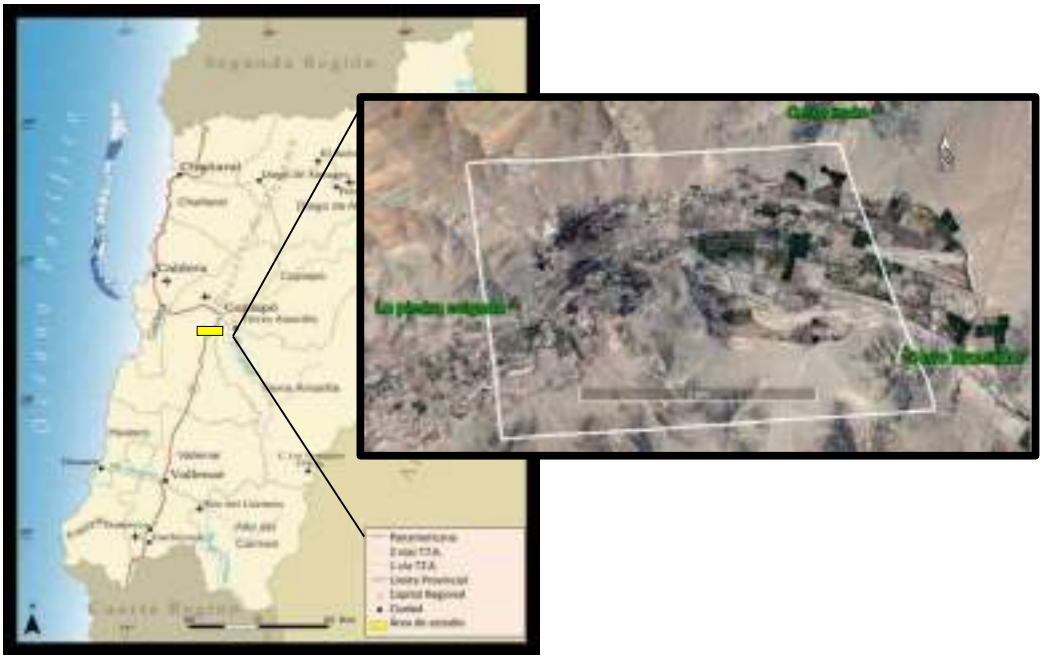


Imagen 7. Mapa de ubicación zona de estudio

En la siguiente imagen se muestra el área de estudio, el cual se encuentra delimitado por las zonas de entrada y salida del acuífero. Esta zona quedó definida en el estudio de línea base mencionado, en la misma también se encuentra resaltada el área que originalmente se encontraba denominada como Humedal de Piedra Colgada que abarcaba el humedal con una superficie 7,34 km^2, abarcando gran parte del sector de Toledo y el noreste del sector de la piedra Colgada.

En cuanto al área hidrogeológica definida se consideraron dos límites. El primero, de entrada al acuífero, de 4,4 km de longitud aproximadamente, la cual recibe aportes desde el acuífero principal del Copiapó y el acuífero proveniente desde Cerro imán. El segundo límite corresponde al estrechamiento del acuífero que se produce en la Piedra Colgada y que dio origen al humedal, donde alcanza los 2 km de potencia y constituye la salida del acuífero. El sector norte y sur son

considerados como zonas de bajo o nulo aporte hidrogeológico, delimitadas por basamento intrusivo.



Imagen 8. Superficie de estudio Humedal de Piedra Colgada

5 INDICE DE VEGETACIÓN NORMALIZADO (NDVI)

5.1 METODOLOGÍA

El NDVI es el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (Rouse et al., 1974[1]), y permite conocer la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación, a partir de sensores remotos (teledetección). El NDVI se calcula a partir de la reflexión espectral emitida por las plantas de las ondas de infrarojo cercano y rojo, mediante la siguiente ecuación:

$$\mathbf{NDVI}=\frac{(\mathbf{IR}-\mathbf{R})}{(\mathbf{IR}+\mathbf{R});}$$

donde **IR** corresponde a la banda infrarojo cercano y **R** a la banda roja.

[1] *Rouse, J. W. (1974). Monitoring the vernal advancement of retrogradation of natural vegetation, NASA/GSFG, Type III. Final Report, 371.*

Los valores de NDVI que se obtendrán van desde -1 a 1, en donde, para el caso de análisis de vegetación de humedal se considera (Kaplan et al., 2018[2]):

Tabla 1: Interpretación de NDVI para humedales. Elaborado a partir de Kaplan et al., 2018.

Rango	Interpretación
< 0	Sin vegetación, áreas artificiales o cuerpos de agua (SV)
0 – 0.2	Tierras desnudas (TD)
0-2 – 0.4	Zona mixta, tierra y vegetación pequeña o vegetación poco sana
> 0.4	Vegetación sana (VS)

Para este informe anual se seleccionaron 2 periodos de imágenes del satélite Landsat 8; una para Junio de 2021 y Diciembre de 2021, según la siguiente tabla.

Tabla 2: Imágenes Landsat utilizadas para el monitoreo satelital de NDVI.

Fecha Imagen	Satélite	Bandas Utilizadas
28-06-2021	Landsat 8	B4 (rojo) y B5 (infrarojo cercano)
21-12-2021	Landsat 8	B4 (rojo) y B5 (infrarojo cercano)

5.2 RESULTADOS

Una vez realizado el procesamiento de las imágenes y el cálculo del NDVI es posible conocer la evolución de la vegetación y su distribución en el área de estudio. Debido a las variaciones que el NDVI presenta respecto a la estacionalidad (invierno / verano) el análisis de los resultados será realizado por separado para cada periodo.

5.2.1 NDVI julio 2021

El NDVI durante los meses de invierno (junio, julio y agosto) es bajo, debido a que la vegetación es sensible a la disminución de la temperatura del ambiente en dicho periodo. Para junio de 2021 el NDVI, la mayor parte del área de los polígonos corresponden zonas de vegetación poco

[2] *Kaplan, G., & Avdan, U. (2018). Monthly Analysis of Wetlands Dynamics Using Remote Sensing Data. ISPRS International Journal of Geo-Information, 7(10), 411. doi:10.3390/ijgi7100411*

sana. El polígono A presenta paños de zonas desprovistas de vegetación sin un patrón aparente. El polígono B posee paños en su lado NorOeste desprovisto de vegetación. El polígono C presenta todo su lado sur desprovisto de vegetación y algunos sectores de vegetación sana al Oeste en sectores rectilíneos por lo cual se prevé corresponde a zonas de canales.

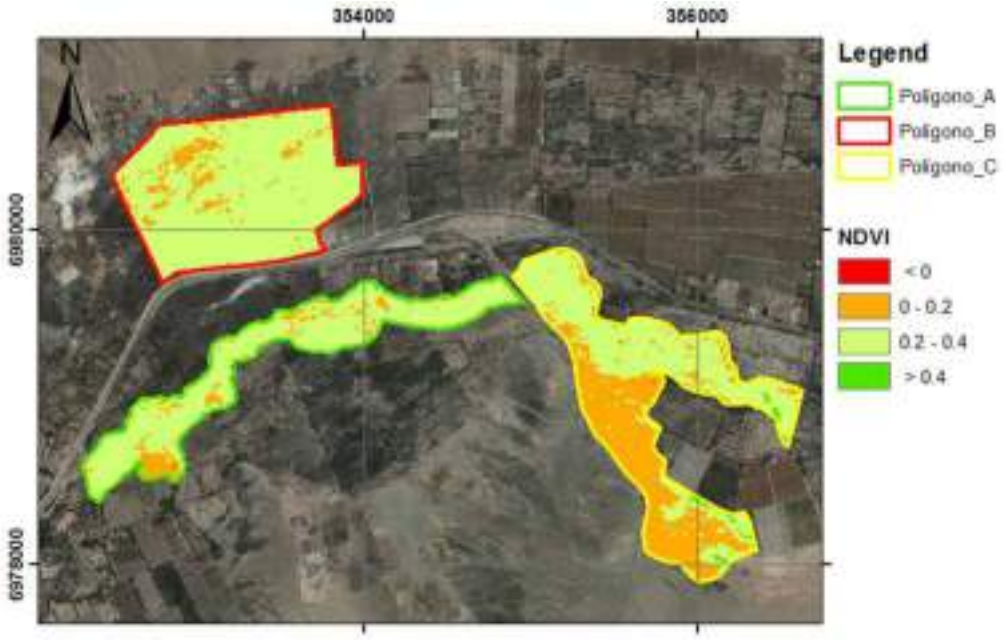


Imagen 9. Distribución de NDVI para junio de 2021

Los polígonos presentan un NDVI promedio para junio de 2021 de 0.24, con un máximo de 0.57, mínimo de 0.01 y desviación estándar de 0.06. Más del 35 % del área de los polígonos posee un NDVI menor a 0.2, es decir, zonas sin vegetación.

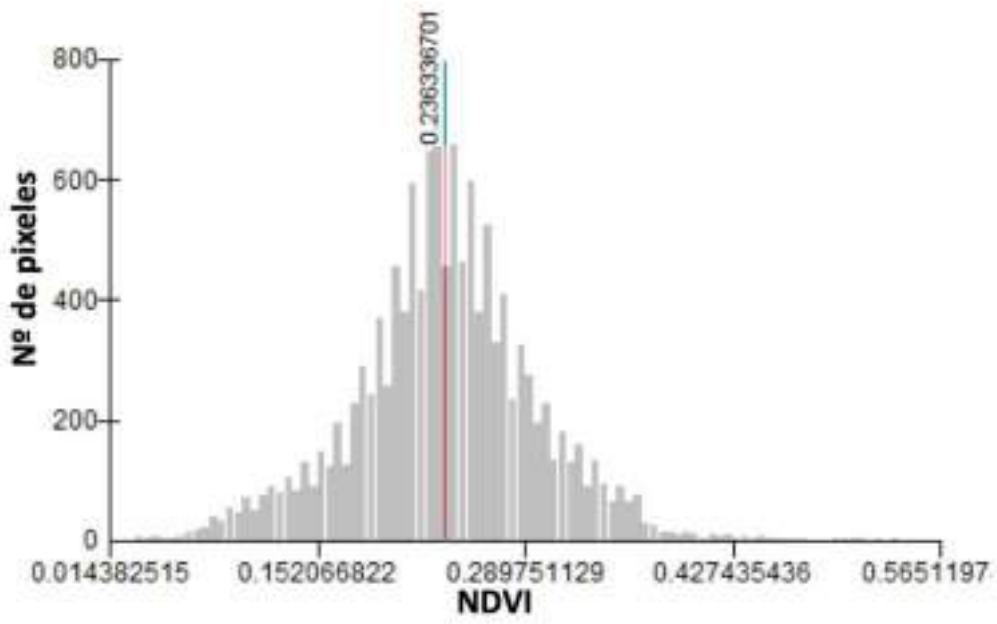


Figura 1. Gráfica distribución números de pixeles por valor NDVI junio 2021

5.2.2 NDVI diciembre 2021

Durante los meses de diciembre, enero y febrero (verano) el NDVI es mayor que meses de invierno, debido a la mayor radiación que es sometida la superficie vegetacional durante dicha estación. Para diciembre de 2021 el NDVI, la mayor parte del área de los polígonos corresponden a tierra de vegetación poco sana. El polígono A presenta cobertura de vegetación poco sana y algunos paños pequeños sin vegetación. El polígono B está cubierto sólo de vegetación poco sana. El polígono C, al igual que en el periodo de invierno, presenta todo su lado sur desprovisto de vegetación y algunos sectores de vegetación sana al Oeste en sectores rectilíneos por lo cual se prevé corresponde a zonas de canales.

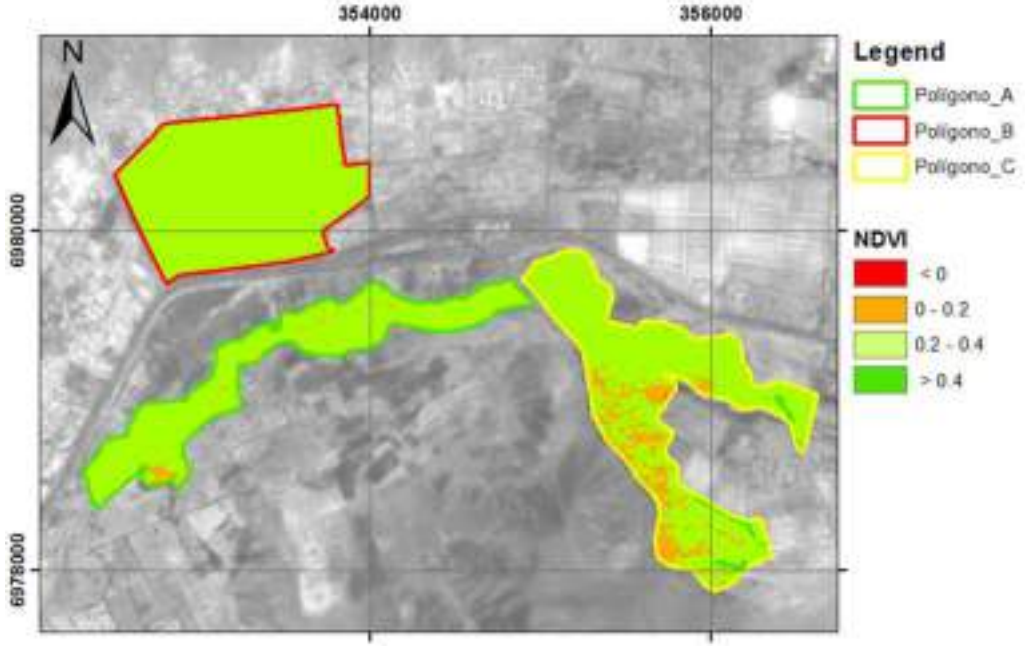


Imagen 10. Distribución de NDVI para diciembre de 2021

Los polígonos presentan un NDVI promedio para diciembre de 2021 es de 0.27, con un máximo de 0.62, mínimo de 0.125 y desviación estándar de 0.05. Más del 32 % del área de los polígonos posee un NDVI menor a 0.2, es decir, zonas sin vegetación.

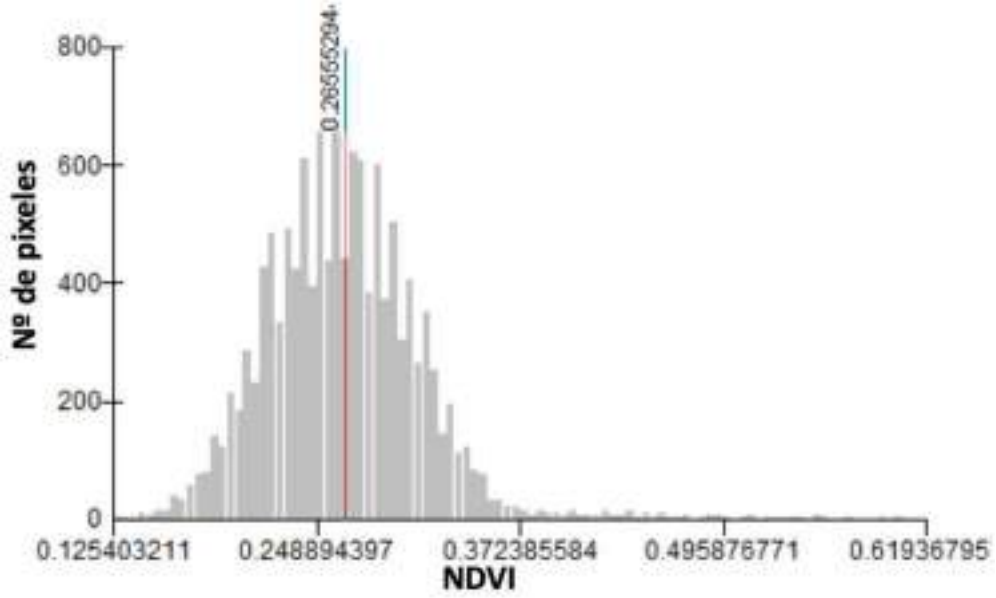


Figura 2. Gráfica distribución números de pixeles por valor NDVI diciembre 2021.

6 VARIABLES HIDROGEOLÓGICAS

6.1 Niveles piezométricos históricos

La información de niveles piezométricos recopilada corresponde a los pozos de observación monitoreados por la Dirección General de Aguas. Esta red cuenta con 62 pozos, de los cuales 8 se encuentran en el sector de estudio. Para el sector estudiado, los datos históricos más antiguos corresponden a 1966 (Fundo San Juan y Hacienda Toledo). La información en los pozos no es continua en el tiempo, y en algunos casos las mediciones se han detenido producto que los pozos han quedado colgados, es decir el nivel piezométrico ha descendido por debajo del nivel de fondo del pozo.

A continuación, se muestran los registros históricos para los pozos de observación del sector. En ellos se observa una tendencia al descenso mayor en los niveles desde el año 2010, que se correlaciona con el evento de ingreso de extracciones para agua potable.

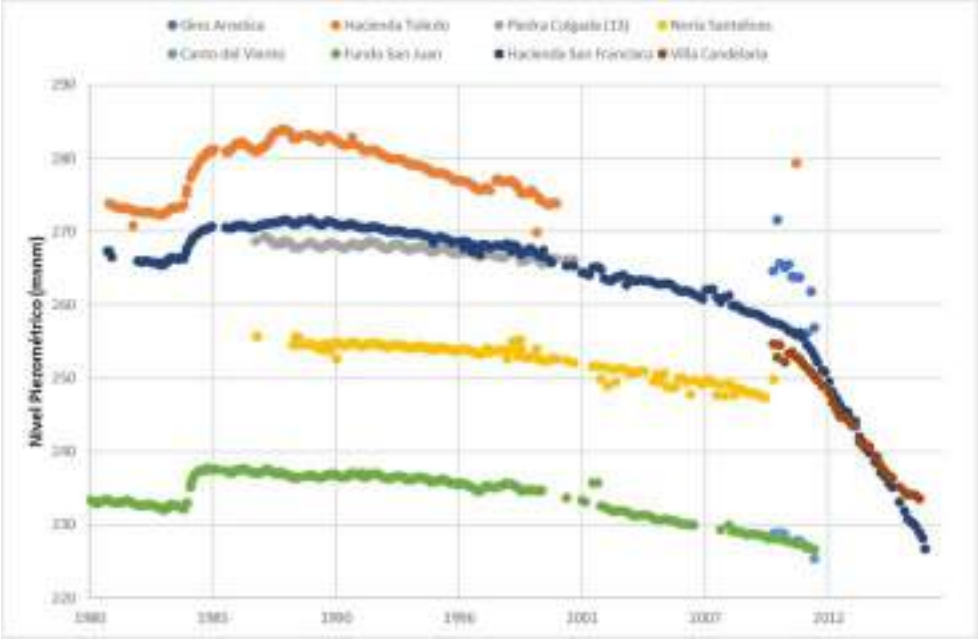


Figura 3. Niveles Históricos en pozos de observación DGA

6.2 Niveles piezométricos actuales

La campaña piezométrica consta de la recopilación in-situ de datos de pozos existentes en la zona. La información recopilada considera la medición de la profundidad del nivel piezométrico, la cota brocal, diámetro de habilitación y coordenadas UTM (X, Y cota m.s.n.m.). Para esto medir la profundidad del nivel piezométrico se utilizó un pozómetro, que es una cinta métrica de más de 200 metros, que al contacto con el agua emite un sonido de alerta.

Durante los años 2017 al 2020 se realizaron campañas de terreno de seguimiento midiendo 9 puntos ubicados de la siguiente manera: 3 en el sector de entrada a la zona de estudio, 3 distribuidos en la zona central y 3 en el sector de salida. A continuación, se muestran los valores

medidos y la ubicación de los mismos. Las mediciones de terreno correspondiente al presente monitoreo se realizaron durante la tercera semana de diciembre de 2021. El detalle de las campañas anteriores se muestra en el Informe Condición Actual y Monitoreo de Variables Biológicas e Hidrogelógicas del Humedal Piedra Colgada, Copiapó, 2020, así como en el informe de monitoreo anual de 2020, desarrollados por las empresas Tierra del Sol y HGEO, y por Tierra del Sol y Evys Ingeniería, respectivamente.

Tabla 3: Niveles Piezométricos Campañas 2017-2021

Número Pozo	Coordenadas UTM Datum WGS 84, Huso 19J		Cota (m.s.n.m.)	Nivel diciembre 2021 (m)	Nivel diciembre 2020 (m)	Nivel enero 2020 (m)	Nivel 2019 (m)	Nivel 2018 (m)	Nivel 2017 (m)
	Norte	Este							
1	6978758	353030	255	45,54	43,80	41,77	39,99	40,10	-
2	6979089	357766	292	50,88	50,13	49,42	47,59	40,11	52,2
3	6978522	352131	261	44,12	42,32	41,24	39,56	39,08	38,2
4	6977430	351531	247	37,73	36,29	36,40	32,61	31,18	31
5	6977883	352443	253	38,26	38,44	36,48	43,03	33,80	-
6	6980241	355047	278	+50,00*	+50,00*	47,16	44,47	44,81	47,56
7	6979229	358815	300	49,79	51,61	51,03	49,25	46,81	54,31
8	6980100	357324	291	49,50	42,72	50,30	47,96	42,32	51,16
9	6979722	356682	281	51,30	49,92	49,14	46,47	44,48	49,77

*Pozo colgado de profundidad 50 metros.

En la tabla se observa como el nivel freático ascendió levemente en 2018 tras las precipitaciones ocurridas en mayo de 2017, posteriormente los niveles continuaron con su descenso, para la medición de enero 2020 los niveles se encontraban a niveles muy parecidos a los de 2017 y durante los monitoreos de diciembre de 2020 y 2021 la mayoría de los pozos presentaron un leve incremento en el descenso de los niveles piezométricos o bien se mantuvieron. En todos los casos el nivel se encuentra actualmente a más de 37 metros de profundidad por lo que se mantiene la condición de que no existe un humedal en la zona.

Cabe destacar que los niveles más superficiales se presentan solo en la zona de salida, probablemente a consecuente del estrechamiento del valle en el sector de piedra colgada, por lo que se puede inferir que en la zona de interés donde se ubican los vestigos de bosque de chañar, los niveles de agua se encuentran hacia los 50 metros de la superficie.

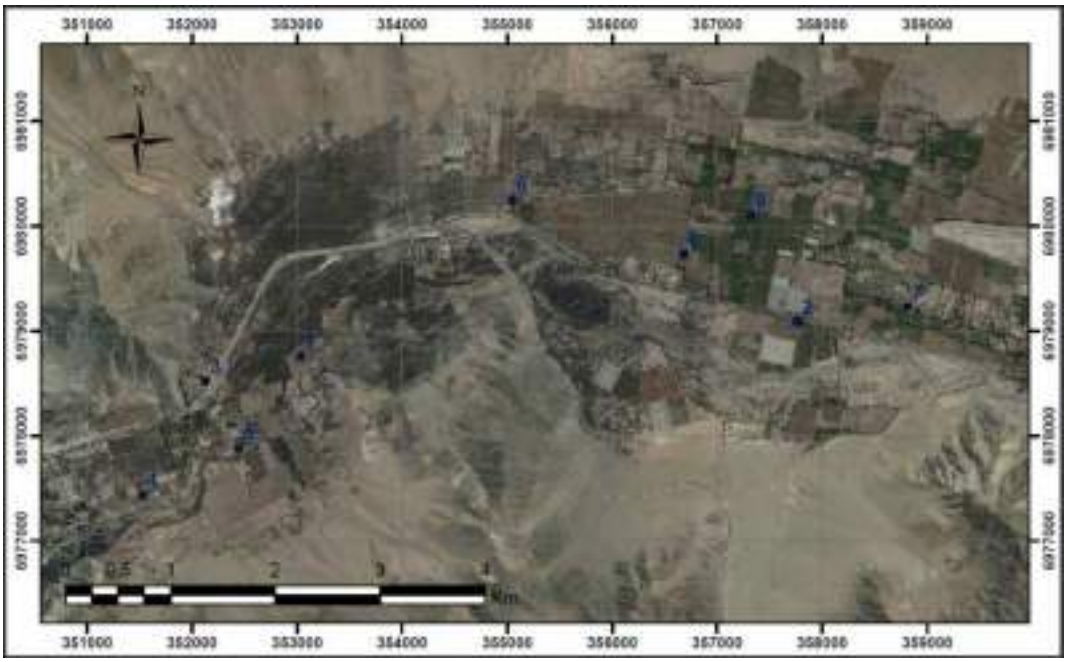


Imagen 11. Ubicación de las mediciones realizadas campañas 2017-2021

6.3 Condiciones hidrológicas

6.3.1 Pluviometría

En el sector de estudio, la estación meteorológica “Estación Chamonate”, presenta una mayor calidad de información por su cercanía al sector analizado. En la siguiente tabla se presentan los datos de precipitación mensual entre 2014 y 2021.

Tabla 4: Precipitación mensual estación Chamonate periodo 2014-2021 en mm

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
2014	0.0	0.0	0.0	0.0	17.2	4.7	0.5	0.0	8.1	0.0	0.0	0.0
2015	0.0	0.2	10.1	0.0	0.0	0.0	11.1	12.7	0.0	1.0	0.0	0.0
2016	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	12.7	0.9	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
2017	0.0	0.0	0.0	1.4	**27.4**	7.5	0.0	10.4	0.2	0.0	0.0	0.0
2018	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2019	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.1	0.0
2020	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2021	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	2.5	0.2	1.7	0.0	0.1	0.0	0.0

Como se observa en la tabla, las precipitaciones son escasas en la zona, observándose solo una vez en periodo (mayo 2017) que se supera el umbral de precipitación de los 20 mm, sobre los cuales es posible generarse infiltración y por lo tanto recarga del acuífero. Destacar que la influencia de este evento se evidenció en la zona principalmente por el mantenimiento del caudal gracias a las precipitaciones nivales ocurridas en la cuenca alta.

Durante los últimos 4 años, las precipitaciones han sido escasas o casi nulas, lo que se refleja en el continuo descenso de los niveles piezométricos y en el bajo NDVI en la zona.

Esta característica de las precipitaciones nos indica que la lluvia y la escorrentía generada de ella no son capaces de sostener ningún tipo de ecosistema, manteniéndose la situación actual de que no existe humedal en la zona. En la siguiente imagen se muestra la ubicación de la estación meteorológica Chamonate respecto al área de estudio.

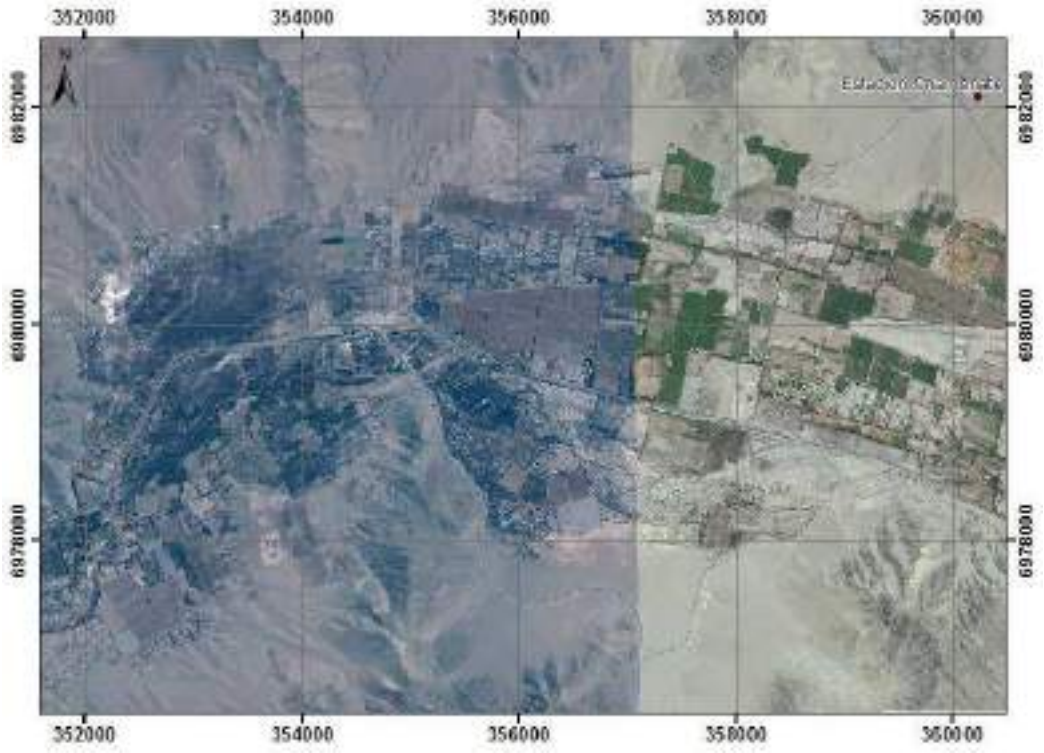


Imagen 12. Ubicación estación Chamonate en el área de estudio

6.3.2 Evapotranspiración

La Evapotranspiración (ET) se define como la pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación y está directamente relacionada a la temperatura y a la disponibilidad de agua en el medio. A continuación, se presentan los datos medidos en la estación Chamonate para el periodo 2014-2021 de temperatura y humedad mensual promedio, así como los datos de evapotranspiración real, y la evapotranspiración FAO de referencia, esta última se refiere a la evapotranspiración que ocurría para el cultivo de referencia de tener la máxima disponibilidad de agua.

Tabla 5: Temperatura promedio mensual estación Chamonate periodo 2014-2021 en °C

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
2014	-	-	-	-	17.6	15.5	16.1	18.0	17.2	19.5	19.7	19.9
2015	21.5	21.6	21.5	20.2	18.9	17.7	16.6	17.2	18.6	18.5	19.0	21.4
2016	21.6	22.7	21.5	19.6	19.0	17.6	16.6	17.9	17.5	17.7	19.1	19.9
2017	22.4	22.0	20.8	18.9	15.8	15.1	14.9	14.5	15.6	17.3	18.4	19.0
2018	20.2	20.9	20.1	19.0	16.8	15.0	14.4	15.7	16.8	17.9	18.7	19.6
2019	21.1	22.1	20.2	18.5	16.1	14.6	14.6	16.4	14.3	16.9	18.8	20.0
2020	21.2	21.2	20.2	18.9	17.1	14.8	14.5	14.0	15.9	17.4	17.5	19.1
2021	20.0	19.9	19.6	17.6	17.2	14.5	14.2	14.8	15.6	16.0	17.2	18.6

Tabla 6: Humedad promedio mensual estación Chamonate periodo 2014-2021 en %

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
2014	-	-	-	-	48.9	41.4	40.1	42.5	50.0	53.6	52.6	57.7
2015	57.9	64.6	65.7	59.8	44.4	31.1	40.3	49.2	42.7	49.4	53.3	51.9
2016	65.7	63.8	61.5	58.0	49.7	39.7	41.6	37.9	45.1	49.7	56.2	64.3
2017	65.7	61.9	60.8	49.4	56.7	44.1	38.4	46.5	53.1	45.8	54.7	64.2
2018	65.9	67.1	53.5	55.0	38.7	34.7	39.7	36.2	41.4	48.9	56.9	57.3
2019	62.2	62.6	56.4	51.1	46.1	37.1	37.1	31.9	53.2	50.0	59.0	56.2
2020	63.9	63.0	61.8	57.1	44.2	47.1	33.4	44.0	44.9	50.0	56.8	58.0
2021	61.1	62.1	59.7	54.8	45.4	40.1	36.5	41.6	43.2	47.9	58.5	62.7

Tabla 7: Evapotranspiración real mensual estación Chamonate periodo 2014-2021 en mm

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
2014	-	-	-	-	1.1	0.1	0.1	0.0	0.2	0.1	0.1	0.1
2015	0.1	0.1	0.6	0.1	0.1	0.0	1.4	0.3	0.1	0.0	0.1	0.1
2016	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.2
2017	0.2	0.2	0.2	0.1	7.5	0.7	0.4	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
2018	0.3	0.2	0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3	0.2
2019	0.1	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3
2020	0.3	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2
2021	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

Tabla 8: Evapotranspiración FAO de referencia mensual estación Chamonate periodo 2014-2021 en mm

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
2014	-	-	-	-	102.5	92.2	102.9	120.3	126.7	154.0	171.6	181.5
2015	183.0	147.5	139.0	116.3	109.3	105.4	102.3	106.4	141.5	154.1	166.1	191.1
2016	178.3	159.1	144.5	111.2	94.4	94.0	101.4	125.8	134.5	154.6	164.8	175.3
2017	178.0	154.3	147.2	121.8	86.2	86.3	99.1	105.0	118.6	155.0	164.4	172.2
2018	170.2	146.3	151.6	114.5	107.9	96.1	97.0	117.8	133.0	154.9	162.7	179.5
2019	175.1	152.1	148.9	119.0	99.2	91.7	96.8	126.2	115.5	150.3	161.3	179.5
2020	173.1	156.5	143.8	113.5	104.2	82.2	103.8	107.7	128.7	151.9	158.1	176.7
2021	176.0	149.1	143.4	112.8	104.8	88.7	98.6	111.8	130.4	150.7	156.8	169.2

La escasa, y casi nula en algunos meses, evapotranspiración real; da cuenta de la poca disponibilidad de agua en la zona, también reflejada en los datos de precipitación como eventos aislados que, comparados a la evapotranspiración de referencia, explican la escasa vegetación, que viene mantenida solo por la neblina o precipitación horizontal existente en la zona.

6.3.3 Escorrentía Superficial- *Brown Ferrer*

Para determinar la recarga desde quebradas laterales al acuífero hasta la fecha del presente informe, se recopiló la información hidrometeorológica y se implementó el modelo de simulación hidrológica Brown – Ferrer, ampliamente utilizado en chile el cual, a partir de la metodología de embalses lineales permite obtener un modelo de simulación lineal y pronóstico ante distintos escenarios.

De manera específica, esta modelación permite conocer:

- La extensión y ubicación espacial quebradas laterales en el sector de estudio.
- La recarga desde quebradas laterales aportantes al acuífero del Copiapó en la zona de estudio.

En la Imagen 13 se presenta el esquema conceptual del modelo, donde muestran todos los elementos de embalse y todas las posibilidades de flujo de agua.

Los aportes al embalse cercano a la superficie provienen de la precipitación que no escurre en forma inmediata y los aportes al embalse subterráneo están constituidos ya sea, por el rebalse del embalse (1), (cuando los aportes al embalse (1) más el agua retenida en ese embalse

sobrepasan su capacidad máxima), o por agua de percolación proveniente directamente de la precipitación.

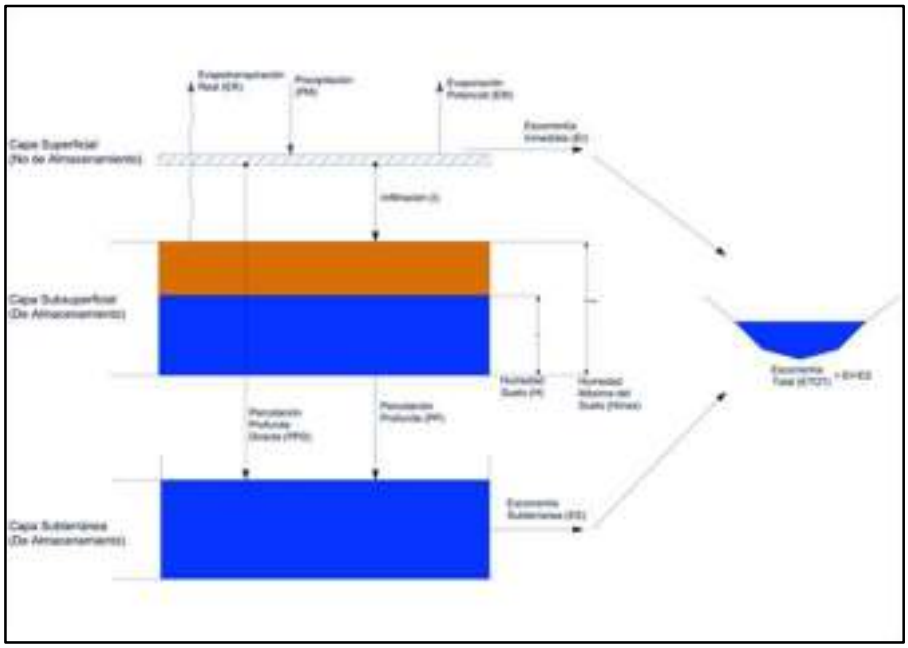


Imagen 13. Esquema conceptual Modelo Brown – Ferrer

Los datos de entrada del modelo son los datos de precipitación y evaporación que se expusieron previamente en este informe y la distribución espacial de las quebradas en la zona de estudio, donde se cuenta con 11 quebradas de las cuales 6 se encuentran en la ribera norte y 5 en la ribera sur del río Copiapó. La extensión de las quebradas puede ser apreciada en la Imagen 14.

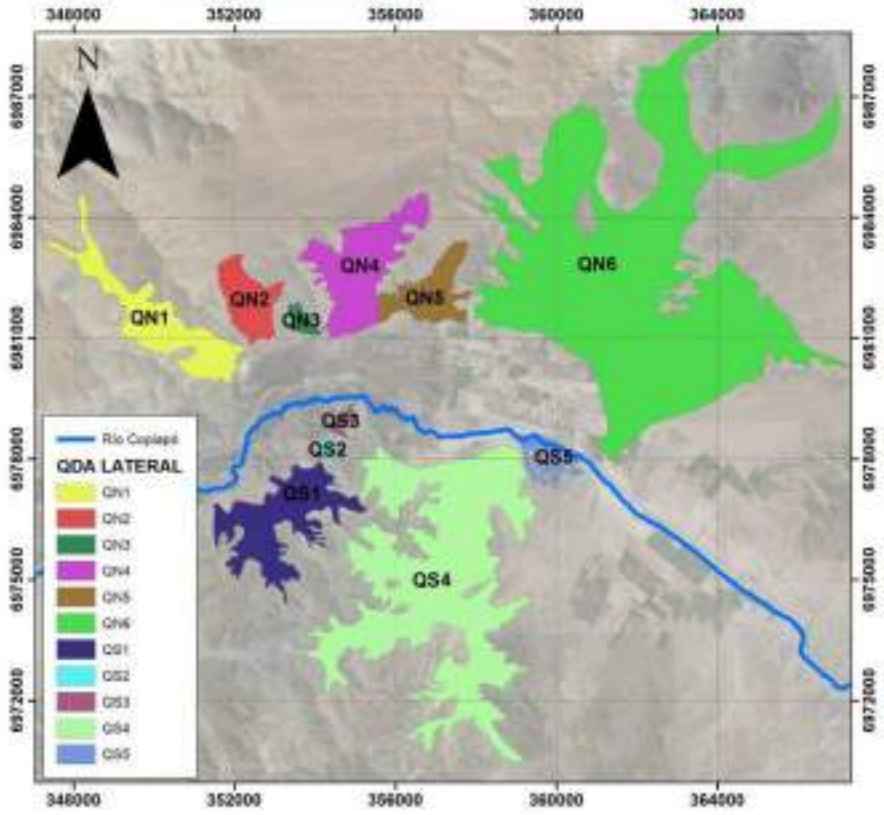


Imagen 14. Ubicación espacial de quebradas laterales aportantes a la zona de estudio

Tabla 9: Superficie aportante de quebradas laterales afluentes al río Copiapó en la zona de estudio.

Quebrada	Área [km²]
QN1	4,3
QN2	2,0
QN3	0,4
QN4	4,7
QN5	2,2
QN6	37,6
QS1	4,7
QS2	0,2
QS3	0,2
QS4	19,4
QS5	0,9

Con la información antes expuesta el modelo de simulación hidrológica aplicando Brown-Ferrer, para las 11 quebradas tributarias, las quebradas denominadas QN6 y QS4 presentan el mayor aporte lateral para el periodo simulado. En la siguiente tabla se presentan los volúmenes totales de las 11 quebradas de carácter anual.

Tabla 10: Volumen Aportante anual periodo 2005-2021

Año	Volumen (Mm^3/año)
2005	0,2
2006	0,0
2007	0,0
2008	0,0
2009	0,0
2010	0,0
2011	20,3
2012	0,0
2013	0,0
2014	0,0
2015	0,7
2016	0,0
2017	0,8
2018	0,0
2019	0,0
2020	0,0
2021	0,0

Se puede observar que las quebradas laterales solo realizaron aporte de agua a la zona de estudio durante los años donde ocurrieron precipitaciones significativas en la zona (2005, 2011, 2015 y 2017). Por lo que como se mencionó, la escasa precipitación y escorrentía superficial, no son capaces de aportar al mantenimiento de ecosistemas en la zona.

Además del aporte de la escorrentía superficial de las quebradas, es necesario considerar como aporte de agua a la zona, la precipitación que cae directamente sobre el sustrato de gravas y arenas del valle, la cual se denomina precipitación efectiva y se obtiene a partir de los datos de la estación meteorológica Chamonate.

6.4 Resultados

- Los pozos monitoreados mantienen un descenso leve o bien mantienen los niveles de agua, acrecentándose desde 2010 observándose solo un incremento posterior a los eventos de precipitación de mayo de 2017 que se tradujo en varios meses de caudal sostenido en el río y que gracias a su infiltración produjo un leve aumento del almacenamiento del acuífero, y que actualmente se encuentra de nuevo en descenso.
- En la zona de interés donde se encuentran vestigios de bosque de Chañar se infieren niveles piezométricos de alrededor de 50 metros, muy superior a los 7 metros de profundidad hasta los cuales es capaz de captar el agua los chañares.
- Las precipitaciones que generan infiltración profunda corresponden a aquellas que superan el umbral de 20mm y ocurrieron solo 1 vez en el periodo analizado (2014-2021), por lo que el único aporte de agua superficial al acuífero proviene de la infiltración directa del del caudal que se genera en la cuenca alta del río Copiapó.
- Los datos de evapotranspiración son consistentes con lo indicado en los puntos anteriores, indicando la escasa disponibilidad de agua para la vegetación al estar tan lejos de la superficie los niveles de agua subterránea.

7 CONCLUSIONES

7.1 Índice de Vegetación Normalizada

- En general, los polígonos de estudio presentan suelo desprovisto de vegetación y/o con vegetación poco sana (NDVI < 0.4), solo destacando sector con tendencias rectilíneas posiblemente asociados a canales de regadío.
- En promedio, el NDVI para junio 2021 fue de 0.24 y para diciembre 2021 de 0.27, valores dentro del rango de vegetación poco sana como la mayor parte del área.
- Destacan paños importantes sin vegetación (NDVI 0 - 0.2) en el extremo Sur del polígono C.
- La vegetación poco sana (0.2 < NDVI < 0.4) se concentra en el eje del río Copiapó en los polígonos A y C, mientras que en el polígono B se concentra en el extremo Suroeste, tal como se explicó, esto es característico de ecosistemas ribereños, más no de humedal.
- La escasa vegetación indica las iguales escasas fuentes de agua y por lo tanto la inexistencia de la condición de humedal.

7.2 Variables hidrológicas e hidrogeológicas

- Los niveles piezométricos han continuado su descenso o bien se han mantenido para el periodo correspondiente al presente monitoreo, por lo que se mantienen las condiciones descritas en el escenario 1 de la propuesta de monitoreo, donde no existe la condición de humedal en la zona.

- Durante el 2021 los eventos de precipitación fueron escasos, apenas superando los 5 mm, y muy por debajo de los 20 mm necesarios para que ocurra infiltración y pro lo tanto recarga del acuífero.

7.3 General

De acuerdo a lo planteado en el presente informe, se mantienen las condiciones actuales, descritas como escenario 1, por lo que el informe anual diciembre 2022 debe realizarse bajo este mismo escenario.

De igual forma y así como ya se ha explicado, se mantiene la condición de no humedal en la zona de Piedra Colgada, sin señales de recuperación.

8 BIBLIOGRAFÍA

AGUIRRE, I. 2010. Estudio e interpretación hidrogeológica de antecedentes geofísicos del valle del río Copiapó. Santiago, Chile.

ÁLAMOS Y PERALTA INGENIEROS CONSULTORES LTDA. 1987. Análisis y evaluación de los recursos hidrogeológicos valle del rio Copiapó - III región. Informe DGA (no publicado), Anexo 2, 80 p.a, 80p

CCMC – JOI 2017 Análisis de Antecedentes. Informe Interno. Compañía Contractual Minera Candelaria. Copiapó (Chile).

CCMC – JOI 2017 Balance Hidrológico Suelo. Informe Interno. Compañía Contractual Minera Candelaria. Copiapó (Chile).

CCMC – JOI 2017 Modelo de simulación Hidrológica. Informe Interno. Compañía Contractual Minera Candelaria. Copiapó (Chile).

DGA. 1988. Balance Hídrico de Chile. Anales de Ingeniería, 453, 449.

DICTUC. 2010. Análisis Integrado de Gestión en Cuenca del Río Copiapó. Santiago (Chile).

FERRER, P., BROWN, E., & AYALA, L. 1973. Simulación de gastos medios mensuales en una cuenca pluvial. Comunicación presentada en: Segundo Coloquio Nacional. Sociedad Chilena de Ingeniería Hidráulica. Santiago (Chile).

TIERRA DEL SOL Y HGEO (2020). Informe Condición Actual y Monitoreo de Variables Biológicas e Hidrogelógicas del Humedal Piedra Colgada

TIERRA DEL SOL Y HGEO (2020). Propuesta de Monitoreo Humedal de Piedra Colgada.

SERNAGEOMIN. 1999. Estudio hidrogeológico del valle del río Copiapó, segmento Embalse Lautaro - Piedra Colgada, Región de Atacama. Servicio Nacional de Geología y Minería (Chile), Informe Registrado IR-99-17, 186 p., 2 mapas escala 1:50.000. Santiago.

SERNAGEOMIN. 2012. Evaluación hidrogeológica de la cuenca del río Copiapó, con énfasis en la cuantificación, dinámica y calidad química de los recursos hídricos superficiales y subterráneos. Región de Atacama. Servicio Nacional de Geología y Minería. Informe Registrado IR-12-49, 814 p., 2 Vol., 2 DVD anexos, 5 mapas diferentes escalas. Santiago.

FICHA DE ANTECEDENTES DE ESPECIE	Id especie:

NOMBRE CIENTÍFICO:	***Laterallus jamaicensis* (Gmelin, 1789)** ***Laterallus jamaicensis salinasi* (Philippi, 1857)**
NOMBRE COMÚN:	**Chile**: Pidencito, pidencillo, pidencillo de Salinas, tagüita de Salinas, tagua de Salinas; **Perú**: gallinetita negra; **Argentina**: burrito cuyano, burrito salinero; **Inglés**: Black Rail



Pidencito. Foto: Eduardo Quintanilla

Reino:	Animalia	**Orden:**	Gruiformes
Phyllum/División:	Chordata	**Familia:**	Ralliidae
Clase:	Aves	**Género:**	*Laterallus*

Sinonimia:	*Rallus salinasi* Philippi 1857 *Gallinula salinasi* Philippi 1868 *Porzana salinasi* Sclater & Hudson 1889 *Creciscus salinasi* Sharpe 1894 *Rallus (Porzana) salinasi* Philippi 1902 *Creciscus jamaicensis salinasi* Hellmayr 1932 *Laterallus jamaicensis salinasi* Peters 1934. A fines del siglo XIX y principios del XX, se consideró erróneamente que los ejemplares descritos y asignados a *Porzana spiloptera* Durnford 1877 pertenecían a este taxón, por lo que durante un tiempo fue considerado sinónimo (Burmeister 1888, Sclater & Hudson 1889, Dabbene 1910).

Nota Taxonómica:

Para *Laterallus jamaicensis* actualmente se aceptan cuatro o cinco subespecies, las que tienen áreas de distribución muy disjuntas y bastante distantes entre sí en algunos casos (BirdLife International 2017, Clements *et al*. 2017). De ellas, *Laterallus jamaicensis salinasi* (Philippi, 1857) es la que se distribuye en Chile central. Dos de las subespecies se distribuyen en Norteamérica, Centroamérica y Caribe, y las otras dos o tres, según autor, para Sudamérica.

Las siguientes son las subespecies descritas:

1) *jamaicensis*, subespecie migratoria que habita el este de Estados Unidos, pero que abarca algunos sectores de Centroamérica y el Caribe, así como también el noreste de Brasil

2) *coturniculus*, residente no migratorio del oeste de Estados Unidos y noroeste de México.

3) *salinasi*, descrita a partir de un espécimen tipo obtenido en Chile; incluye las poblaciones del centro del país. Algunos autores consideran los ejemplares de la costa sur del Perú como una población disjunta de esta subespecie (Birdlife International 2018, 2017, Fjeldsa & Krabbe 1990), pero otros no (Clements *et al*. 2017, Lane 2012, Schulenberg et al. 2010). También es citada por algunos para el oeste de Argentina (Gill & Donsker 2018, Fjeldsa & Krabbe 1990), aunque su presencia en este país es discutible y hay autores que no la citan para esta nación (Remsen et al. 2018, Lane 2012). Sin embargo, también ha sido señalada como la subespecie presente para la costa suroeste de Perú (Taylor & Christie 2018). Más detalles se tratan en la siguiente sección, “Distribución geográfica (extensión de presencia)”.

4) murivagans, en la costa central de Perú (Fjeldsa & Krabbe 1990) y que, según algunos autores, también incluiría las poblaciones de la costa sur (Schulenberg et al. 2010), sin embargo, otros autores señalan que las poblaciones de la costa sur corresponderían a la subespecie salinasi (Taylor & Christie 2018).

5) tuerosi, subespecie descrita por Fjeldsa (1983a) como es endémica del lago Junín, en tierras altas peruanas. Esta subespecie ha sido elevada a nivel de especie por algunos autores (Collar et al. 1992, del Hoyo & Collar 2014, Taylor & Christie 2018), siguiendo lo propuesto por Fjeldsa (1983b). Esta posición no ha sido aceptada por el Comité Sudamericano de Clasificación de Aves (Remsen et al. 2018).

Jaramillo (2003, 2005) sostiene que los taxones sudamericanos requieren de estudio, ya que difieren considerablemente entre sí y con los taxones norteños, y más de una especie podría estar implicada. Posteriormente, Lane (2012) considera que las poblaciones de Perú (*tuerosi* y *murivagans*) y Chile (*salinasi*) son muy similares vocalmente entre sí y distintas a los taxones norteamericanos, por lo que las tres subespecies en conjunto podrían constituir una especie plena, hipótesis que podría ponerse a prueba con estudios de filogenia molecular

Con base en lo señalado anteriormente, Marcelo Mayorga sostiene que el taxón amerita su tratamiento como subespecie (salinasi) en el procedimiento de clasificación, basado en los siguiente argumentos:

- Tiene una distribución alopátrica respecto de las demás razas, separada por una distancia suficiente para dificultar, e incluso probablemente impedir, el intercambio de individuos con la subespecie más cercana, *murivagans*, ubicada al menos a unos 1.000 o 1.300 km de distancia más al norte y, además, con el desierto de Atacama como barrera a la dispersión.

- Es altamente probable que la subespecie sea endémica de Chile, por cuanto la mejor información disponible hasta el momento indica que la presencia de esta subespecie en Perú es improbable y, en el caso de Argentina, prácticamente no existe evidencia concreta de su presencia, más allá de ser mencionada en la literatura. De hecho en la plataforma e-Bird no hay registros para Argentina.

ANTECEDENTES GENERALES

Aspectos Morfológicos

Es un ave pequeña, con una longitud de 12 a 16 cm, una envergadura alar de 22-28 cm y un peso de unos 30 g (Taylor 1998). Posee cuerpo compacto y redondeado, con la cola corta y levemente erecta. Pico pardo verdoso muy oscuro, casi negro, corto y grueso. Iris rojo ladrillo oscuro. Piernas verdosas. De coloración general gris pizarra en cabeza, cuello y pecho, con la nuca y parte posterior del cuello de coloración castaño o rufo. Resto del dorso, lomo, rectrices, cobertoras, abdomen y flancos pardo oliváceo oscuro, con barrado blanco y negruzco (Couve *et al.* 2016, Jaramillo 2005). Sexos similares (Taylor 1998). Los pollos nacen con plumón negro (Housse 1945).

Aspectos Reproductivos

Territorial durante el período reproductivo (Couve *et al.* 2016). Anida solitario, sobre el suelo y entre la vegetación (Martínez-Piña & González-Cifuentes 2017). El nido lo construye en el suelo, entre hierbas altas, juncos o totora, y está formado con tallos y hojas de plantas acuáticas pegados con barro, de unos 16 cm de

Experto y contacto

diámetro total, 6 cm de diámetro interior y una taza de 1 cm de profundidad (Reed 1941, Housse 1945).

La nidada está compuesta por 3 a 7 huevos, de 29 x 21 mm en promedio, de coloración blanquecina con abundantes pintas rojizas (Barros 1933, Reed 1941, Goodall *et al*. 1951, Johnson 1965). La incubación dura entre 17 y 20 días, ambos progenitores participarían y los pollos son nidífugos (Taylor 1998).

La postura de los huevos ocurre entre noviembre y diciembre (Goodall *et al*. 1951, Johnson 1965), aunque Reed (1941) informa de una hembra cazada en Batuco, provincia de Chacabuco, el 3 de octubre de 1936, con un huevo en el oviducto. Sin perjuicio de lo anterior, Barros (1933) revisó una hembra capturada el 9 de marzo de 1932 en Romeral de Pilay, provincia de O'Higgins, la que tenía en el oviducto un huevo y otro desarrollado en el ovario, y Housse (1945) da cuenta de 6 nidos encontrados en un campo de trébol en Huelquén, provincia de Maipo, a principios de marzo de 1912. A la luz de estos antecedentes, este último autor sugiere que cada pareja podría tener 2 posturas al año.

Aspectos Conductuales

Silencioso, sólo durante la temporada reproductiva vocaliza notoriamente. Tiene dos voces principales: un canto territorial que emite día y noche, y un gruñido sordo de tono bajo (Martínez-Piña & González-Cifuentes 2017). Generalmente solitario, pero también en grupos familiares. Muy tímido, acostumbra a permanecer oculto entre la vegetación (Couve *et al.* 2016, Jaramillo 2005). De movimientos rápidos, huye a la carrera y rara vez vuela. Cuando lo hace es por trechos cortos (Martínez & González 2004), habitualmente distancias entre dos y cinco metros, y a baja altura, al ras de las plantas (Housse 1945).

Las razas sudamericanas son sedentarias. Sólo la subespecie típica, del este de Norteamérica, es migratoria (Taylor 1998). Un estudio reciente (Hall & Beissinger 2017) estableció que la otra subespecie norteamericana, *coturniculus*, residente en el oeste, tenía una capacidad de dispersión de larga distancia de hasta 160 km. Sin embargo, los ejemplares para los que se comprobaron desplazamientos de esta magnitud eran casos excepcionales, pues menos del 1% de las poblaciones estudiadas fue capaz de dispersarse más de 100 km entre dos áreas de distribución disjuntas separadas por hábitats inadecuados. Además, tales movimientos serían muy esporádicos, pues uno de estos eventos ocurriría con una frecuencia superior a 1 año.

Se estima muy probable que la subespecie *salinasi* presente una capacidad de dispersión parecida, debido a la similitud morfológica y conductual que se esperaría para dos taxones tan cercanos filogenéticamente (M Mayorga obs. pers.).

Alimentación (sólo fauna)

Los adultos se alimentan principalmente de pequeños invertebrados acuáticos y terrestres (Taylor & Christie 2018), aunque Reed (1941) examinó el contenido estomacal de varios ejemplares, encontrando restos de larvas de pequeños sapos, peces pequeños, restos de plantas acuáticas y arenilla. Housse (1945) señala consumo de insectos, larvas, gusanos, lombrices, moluscos.

INTERACCIONES RELEVANTES CON OTRAS ESPECIES

Para la especie en Norteamérica, se menciona la depredación por la gran garza azul (*Ardea herodias*), garza grande (*Ardea alba*), aguilucho pálido (*Circus cyaneus*), gaviota de Delaware (*Larus delawarensis*), búho americano (*Bubo virginianus*), nuco (*Asio flammeus*), ratas (*Rattus* spp.), zorro rojo (*Vulpes vulpes*) y gato doméstico (*Felis silvestris catus*) (Eddleman *et al.* 1994). De esos 9 taxones, cuatro están en Chile (*A. alba*, *A. flammeus*, *Rattus* spp. y *F. s. catus*) y los otros cinco tienen especies equivalentes en nuestro país que podrían considerarse predadores potenciales: garza cuca (*Ardea cocoi*), vari (*Circus cinereus*), gaviota dominicana (*Larus dominicanus*), tucúquere (*B. magellanicus*) y zorros (*Pseudalopex* spp).

Howell & Webb (1995) consideran como potenciales depredadores en Chile al vari (*Circus cinereus*), el nuco (*Asio flammeus*) y el pequén (*Athene cunicularia*).

También es muy probable que los perros (*Canis lupus familiaris*), asilvestrados, callejeros o que deambulan libremente, depreden sobre esta ave, pues no hay impedimento para que accedan a los humedales que constituyen su hábitat (Mayorga obs. pers.).

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Laterallus jamaicensis, con cuatro o cinco subespecies aceptadas, habita en tanto Norteamérica, Caribe y Sudamérica, con áreas de distribución muy disjuntas y con algunas localidades bastante distantes entre sí (BirdLife International 2017, Clements et al. 2017).

En el caso de Chile, habita la subespecie *L. j. salinasi* cuyo rango se extiende desde Carrizal Bajo (región de Atacama) (eBird 2018) a Valdivia (región de Los Ríos) (Martínez-Piña & González-Cifuentes 2017, Couve & Vidal 2003, Ruiz 2002).

El conocimiento de la distribución de *L. j. salinasi* en Chile se ha ido ampliando a lo largo de los años a partir de muy pocos registros, lo que responde principalmente a sus características crípticas, que la hacen una especie muy difícil de localizar en terreno (Barros 2018). En 1932 Hellmayr indica que R.A. Philippi y F. Leybold lo registraron inicialmente en la provincia de Santiago, señalando que sin duda su distribución debe ser más amplia. Posteriormente Goodall et al. (1951) lo sitúan desde Aconcagua hasta Curicó y Philippi-B (1964) lo señala desde el valle de Huasco hasta Angol, rango repetido por autores posteriores (e.g., Johnson 1965, Araya & Millie 2000). Ruiz (2002) amplía su distribución hacia el sur, encontrándolo en diferentes zonas de la provincia de Valdivia. Por otro lado, en el Atlas de Aves Nidificantes de Chile se registró además en el humedal de Carrizal Bajo, provincia de Huasco (Olivares & Horston en eBird 2015), lo que amplía su distribución hacia el norte. Casi 1.000 km más al norte de este último sitio, Estades (2004) reporta un individuo escuchado cerca de Cuya, valle del río Camarones, provincia de Arica, correspondiendo al registro más septentrional de la especie en el país, el que se encuentra más vinculado a la población costera del sur del Perú, que a la población de Chile central (probablemente, correspondiendo a la subespecie *murivagans*).

El rango altitudinal de la subespecie para Chile se estima entre los 0 y los 1000 m de altitud, siendo más frecuente en las tierras bajas. Algunos autores la sitúan de 0 a 600 m (Couve et al. 2016), pero hay un registro de un individuo observado a 870-900 m en la Reserva Nacional Río Clarillo, durante un estudio que implicó 13 excursiones al área protegida entre 1987 y 1996 (Díaz et al. 2002). Además, Housse (1945) menciona que puede encontrarse en la cordillera hasta 1.000 m.

A continuación se presenta una revisión y análisis de los distintos registros señalados para Chile (Marcelo Mayorga, elaboración propia):

Existe un avistamiento documentado que data de 1923 en la localidad de Ramadillas (Hellmayr 1932), en el valle del río Copiapó, a 40 km de la costa y a 100 km al norte del registro más cercano, en Carrizal Bajo. Posteriormente es citado como habitante de las vegas de este mismo valle (Gigoux 1942), pero sin aludir a ninguna localidad específica. A partir de entonces, no hay más registros ni menciones para la zona.

En 2003 hubo un registro auditivo de un individuo en el valle de Camarones (región de Arica y Parinacota), en un pequeño humedal próximo a la localidad de Cuya (19°05'S, 70°06'O) (Estades 2004). Parece poco probable que este ejemplar esté relacionado con el resto de las poblaciones de Chile, pues las distancias que lo separan de las localidades más cercanas superan ampliamente los 160 km de capacidad máxima de dispersión determinada para la subespecie *coturniculus*, similar morfológicamente a *salinasi* y también residente de los ambientes que habita. El registro de Cuya está a 915 km al norte de Ramadillas y a poco más de 1.000 km de Carrizal Bajo, distancias que además son ocupadas por el desierto de Atacama, el más árido del mundo. En esta extensión sólo hay un humedal, la desembocadura del río Loa, (Tabilo *et al*. 2016) que podría albergar al taxón, pero las distancias seguirían siendo demasiado largas, pues este lugar se ubica a unos 250 km del valle de Camarones y a unos 660 km de la desembocadura del río Copiapó y 750 km de Carrizal Bajo.

Por el contrario, el registro de Cuya está más cerca de localidades peruanas: en el humedal de Ite (depto. de Tacna), a 180 km, se menciona su presencia no confirmada (Vizcarra 2008), y en Lagunas de Mejía (depto. de Arequipa), a 300 km, existen varios registros (eBird 2018). Adicionalmente, entre el valle de Camarones en Chile y Lagunas de Mejía en Perú, existe una cadena de cuatro humedales costeros (Tabilo *et al*. 2016, ProNaturaleza 2010), cuya distancia varía de 40 a 80 km entre humedales sucesivos, y que potencialmente podrían ofrecer un hábitat adecuado para la especie, al contar con disponibilidad de agua y vegetación en medio de la aridez del desierto, además de estar dentro del rango de dispersión máxima que podría esperarse para el ave (160 km). De sur a norte, estos humedales serían la desembocadura del río Lluta (Chile), a unos 80 km del valle de Camarones, donde no hay registros del taxón a pesar de que su avifauna ha sido inventariada (Peredo 2011); la albufera Boca del Río, asociada a la desembocadura del río Sama (Perú), a 50 km del humedal anterior; el humedal de Ite (Perú), a 45 km del anterior; la desembocadura del río Osmore,

también llamado Moquegua o Ilo, a 50 km del anterior; y finalmente Lagunas de Mejía, a 80 km del humedal anterior.

Respecto del límite sur de distribución en Chile, existe una antigua mención que lo cataloga como residente de la región de Valdivia y Llanquihue (Gotschlich 1913), lo que fue corroborado para la primera de estas zonas recientemente y sugiere que podría encontrarse aún más al sur (Ruiz 2002).

Dentro de su rango, hay áreas de las que ha desaparecido debido a la destrucción total de su hábitat. Housse (1945) menciona el hallazgo de un nido en el margen del pantano de Quilicura, en la Región Metropolitana, humedal que actualmente no existe, pues fue completamente desecado y urbanizado para permitir el crecimiento de la ciudad de Santiago. Una descripción del área en la segunda mitad del siglo XIX, habla de una laguna somera, cuya extensión habría alcanzado hasta 450 ha en ciertos períodos del año, circundada por pajonales y bastante poblada por aves (Mostardi-Fioretti & de la Cuadra 1864). Esto, sumado al registro del nido en 1945 y la cercanía de localidades de presencia reciente del ave (humedal Santa Inés, laguna de Batuco y tranque La Cadellada), indican que muy probablemente la zona fue un lugar muy relevante para este taxón.

La pérdida de hábitat resultado de la agricultura intensiva y la desecación de vegas y humedales, también podría haberlo hecho desaparecer de localidades en la zona sur de la Región Metropolitana, la región de O'Higgins y el norte de la región del Maule, donde los avistamientos o colectas datan de hace más de 70 años (Tabla 1), sin ninguna evidencia reciente de su presencia.

Información complementaria:

- Distribución en Perú

En Perú, varios autores (Taylor 1998, Fjeldsa & Krabbe 1990, Blake 1977) han planteado que la raza salinasi distribuiría en la costa sudoccidental, aunque más recientemente otros investigadores no reconocen su presencia en esa zona y asignan tales poblaciones costeras a la subespecie murivagans (Gill & Donsker 2018, Lane 2012, Schulenberg et al. 2010). Otros mencionan la especie para las costas de Perú sin hacer una distinción a nivel subespecífico (Barrio & Guillén 2014).

Los investigadores han aceptado de manera generalizada que la raza murivagans habita la costa central de Perú, por lo tanto, los registros de la plataforma eBird (2018) en el humedal El Paraíso, la reserva nacional Lomas de Lachay y Pantanos de Villa pertenecerían a esta subespecie, siendo esta última localidad la más austral confirmada. Los registros en Lagunas de Mejía son los que generan discrepancias, pues a partir de los antecedentes en la literatura, podrían atribuirse a la raza murivagans o salinasi. Sin embargo, entre Pantanos de Villa y Lagunas de Mejía hay 770 km de distancia, mientras que entre este último lugar y Carrizal Bajo, en Chile, donde están los registros septentrionales más recientes de la raza salinasi, hay unos 1.300 km. Adicionalmente, entre Pantanos de Villa y Lagunas de Mejía hay una serie de oasis y humedales que harían más probable la conexión entre ambas poblaciones, a diferencia de lo que ocurre hacia Chile, donde estos ambientes sólo pueden encontrarse hasta poco más al sur del valle de Camarones, para luego dar paso al desierto de Atacama de manera casi ininterrumpida hasta el valle de Copiapó. El único humedal que podría constituir un hábitat potencial para el taxón en este amplio espacio de aridez extrema es el río Loa y su desembocadura, el cual está alejado de los humedales más próximos, a distancias que superarían con creces la capacidad de dispersión del ave. Estas condiciones hacen mucho más probable que los ejemplares del sur de Perú, así como el único registro en el extremo norte de Chile, pertenezcan a la subespecie murivagans, lo que a su vez descartaría la presencia de salinasi en Perú.

- Distribución en Argentina

L. j. salinasi ha sido reportada en las provincias de Catamarca, San Juan, Mendoza, San Luis y Río Negro (De la Peña 2016, Fjeldsa & Krabbe 1990), en el centro oeste del país. Sin embargo, antecedentes de los últimos seis años hacen cada vez más probable que *L. j. salinasi* no distribuya en Argentina y que las menciones asignadas históricamente a este taxón, en realidad hayan correspondido al burrito negruzco (*Porzana spiloptera*), especie con la que se puede confundir (Martínez et al. 1997).

Autores de esta ficha (versión editada Secretaría Técnica RCE con la información de la ficha sugerida por dos proponentes distintos):

Esta posibilidad cobró fuerza con la grabación de una variante en la vocalización de *P. spiloptera* muy semejante en extensión, timbre y estructura a la voz de *L. jamaicensis* (Lucero 2013a), pero distinguibles por el número de notas agudas previas al elemento grave final (López-Lanús et al. 2012).

El registro, realizado en la provincia de San Juan, fue comprobado mediante observación directa del individuo (Lucero 2013b) y, posteriormente, permitió establecer la ocurrencia de *P. spiloptera* en otras localidades de la provincia (Lucero 2014), así como también reasignar a esta especie una grabación efectuada en la provincia de Río Negro, originalmente atribuida a *L. jamaicensis* (López-Lanús et al. 2012, Straneck 1999)

Además, la presencia de *P. spiloptera* ya ha sido reportada en todas las provincias en que *L. jamaicensis* supuestamente había sido registrada, excepto Catamarca (Rost 2017), región de distribución que ha sido cuestionada, pues fue agregada por Fjeldsa & Krabbe (1990) sin argumentos que justificaran su incorporación (Straneck 1999).

Finalmente, la idea de que *L. jamaicensis* no distribuye en Argentina es apoyada por la ausencia de evidencias fotográficas en ese país y de pieles en las colecciones de sus museos (Lucero 2013b). Un ejemplar perteneciente al Museo General Regional de Mendoza –que se desconoce si todavía existe- fue donado por el naturalista chileno Carlos Reed, quien obtuvo el ave en 1913 en la localidad chilena de Limache (Barros 1933).

A partir de los antecedentes de distribución por país, se concluye como muy probable que la subespecie *salinasi* sea endémica de Chile (Marcelo Mayorga obs. pers.), tal como lo plantea Lane (2012).

Extensión de la Presencia en Chile (km^2)=> 160.000 km2

Según estimación de Marcelo Mayorga, la Extensión de la Presencia en Chile es de 160.000 km2 si sólo se consideran los sitios con ocurrencias recientes, en los últimos 50 años (GeoCAT 2018). No se incluye el registro en la región de Arica y Parinacota por ser atribuido a un individuo errante relacionado con las poblaciones del sur de Perú, que pertenecería a otra subespecie (murivagans).

Regiones de Chile en que se distribuye: Arica y Parinacota, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O´Higgins, Maule, Ñuble, Biobío, La Araucanía, Los Ríos

Territorios Especiales de Chile en que se distribuye:

Países en que se distribuye en forma NATIVA: A nivel de especie:

Para L. jamaisensis salinasi: Argentina (dudoso), Chile, Perú (requiere evaluación)

Tabla de Registros de la especie en Chile:

Según Mayorga (elaboración propia) se encontraron 33 localidades chilenas con antecedentes relativamente recientes de su existencia, es decir, en los últimos 50 años, en tanto 11 localidades presentan registros con una antigüedad mayor a 70 años. Una localidad presenta un registro que probablemente corresponda a un individuo errante de la subespecie *murivagans*, de Perú (Tabla 1).

Tabla 1. Localidades para *L. j. salinasi* en Chile ordenadas de norte a sur.

?: indica incertidumbre o desconocimiento acerca del dato; **A a K** (fondo gris): localidades con registros hace más de 70 años; **1 a 33** (fondo blanco): localidades con registros de hace menos de 50 años; **(*)** indica que las coordenadas fueron inferidas a partir de los datos mencionados en la fuente; **MNHN**: Museo Nacional de Historia Natural de Santiago.

Reg. N_S	Reg. más recte (año)	Colector	Determinador	Nombre de la Localidad	Coordenadas geográficas (latitud / longitud)	Elev. (m)	Fuente
?	2003	-	C. Estades	Cuya (R. Arica y Parinacota)	19°05'00"S / 70°06'00"O	263	Estades 2004
A	1923	-	C. Sanborn	Ramadillas (R. Atacama)	27°19'49.85"S / 70°34'13.67"O (*)	213	Hellmayr 1932
1	2017	-	V. Pantoja	Carrizal Bajo (R. Atacama)	28°05'02.5"S / 71°08'33.4"O	7	eBird 2018
2	2018	-	F. Olivares & C. Moreno	Desemb. Río Huasco (R. Atacama)	28°26'53.4"S / 71°12'00.7"O	4	eBird 2018
3	2018	-	L. Valdivia	Punta Teatinos (R. Coquimbo)	29°49'22.4"S / 71°17'23.8"O	9	eBird 2018

4	2014	-	L. Ugarte & R. Barraza	Quebrada Islón (R. Coquimbo)	29°53'34.6"S / 71°10'35.5"O	85	eBird 2018
5	2017	-	F. Olivares	Desemb. Río Elqui (R. Coquimbo)	29°53'38.4"S / 71°16'20.4"O	2	eBird 2018
6	2015	-	L. Ugarte	Laguna Lagunillas (R. Coquimbo)	30°07'04.7"S / 71°22'13.9"O	5	eBird 2018
7	2016	-	M. Olivares	Humedal Pachingo (R. Coquimbo)	30°18'20.1"S / 71°34'21.1"O	6	eBird 2018
8	2016	-	F. Guzmán *et al.*	Desemb. Río Limarí (R. Coquimbo)	30°43'39.9"S / 71°41'43.5"O	5	eBird 2018
9	2015	-	C. Piñones	Desemb. Río Choapa (R. Coquimbo)	31°37'13.5"S / 71°33'33.4"O	4	eBird 2018
10	2017	-	L. Valdivia & C. Vallejos	Laguna Conchalí (R. Coquimbo)	31°52'41.0"S / 71°29'48.0"O	5	eBird 2018
11	1994	-	S. Howell & S. Webb	Estuario Río La Ligua (R. Valparaíso)	32°24'36.47"S / 71°24'5.61"O (*)	8	Howell & Webb 1995
12	2017	-	F. Medrano & M. Garrido	Humedal de Mantagua (R. Valparaíso)	32°53'03.9"S / 71°30'24.3"O	8	eBird 2018
B	1913	C. Reed	C. Reed	Limache (R. Valparaíso)	32°59'56.02"S / 71°15'27.50"O (*)	92	Barros 1933
13	2017	-	R. Reyes	Laguna El Peral (R. Valparaíso)	33°30'18.8"S / 71°36'25.8"O	8	eBird 2018
14	2017	-	E. Quintanilla & F. Medrano	Desemb. Río Maipo (R. Valparaíso)	33°37'11.3"S / 71°37'39.2"O	2	eBird 2018
15	2007	-	Y. Vilina *et al.*	Humedal El Yali (R. Valparaíso)	33°46'14.81"S / 71°44'52.48"O (*)	8	Vilina *et al.* 2014
16	2017	-	E. Villanueva	Laguna de Batuco (R. Metropolitana)	33°12'23.2"S / 70°49'40.5"O	494	eBird 2018
17	2018	-	F. Díaz & I. Tejeda	Tranque La Cadellada (R. Metropolitana)	33°12'17.80"S / 70°47'21.10"O	497	eBird 2018
18	2018	-	E. Villanueva	Humedal Santa Inés (R. Metropolitana)	33°15'45.8"S / 70°48'16.0"O	491	eBird 2018
C	antes 1945	-	?	Pantano de Quilicura (R. Metropolitana)	33°21'24.97"S / 70°43'43.28"O (*)	491	Housse 1945
19	1987-1996	-	?	Res. Nac. Río Clarillo (R. Metropolitana)	33°43'24.75"S / 70°29'22.32"O (*)	870-900	Díaz *et al.* 2002
D	1865	?	R. Philippi	Viluco (R. Metropolitana)	33°46'28.99"S / 70°47'46.02"O (*)	414	MNHN, Torres-Mura & Lemus 1989
E	1865	E. Salinas	R. Philippi	Paine (R. Metropolitana)	33°48'45.35"S / 70°44'14.89"O (*)	404	MNHN, Philippi 1857, Barros 1933, Torres-Mura & Lemus 1989
F	1912	-	?	Huelquén (R. Metropolitana)	33°49'25.21"S / 70°38'40.59"O (*)	411	Housse 1945
G	1932	?	R. Barros	Fdo. Romeral de Pilay (R. O'Higgins)	33°56'33.01"S / 70°38'55.82"O (*)	585	Barros 1933, Housse 1945
H	antes 1877	?	E. Reed	Hacienda Cauquenes (R. O'Higgins)	34°14'8.90"S / 70°41'17.42"O (*)	604	Reed 1877, Barros 1933
I	antes 1933	?	?	Manantiales (R. O'Higgins)	34°38'13.45"S / 71° 4'10.96"O (*)	277	Barros1 1933
J	antes 1939	-	?	Curicó (R. Maule)	34°55'0.87"S / 71° 8'7.90"O (*)	322	Barros 1940

K	1939	R. Barros	R. Barros	Dunas de Llico (R. Maule)	34°45'25.84"S / 72° 5'1.24"O (*)	24	Barros 1940
20	2015	-	D. Imbernón *et al.*	Humedal de Putú (R. Maule)	35°09'19.4"S / 72°14'48.4"O	39	eBird 2018
21	2018	-	E. Quintanilla	Yerbas Buenas (R. Maule)	35°40'18.2"S / 71°33'58.9"O	180	eBird 2018
22	2015	-	M. Figueroa	Quella (R. Maule)	36°03'37.9"S / 72°04'34.1"O	134	eBird 2018
23	2012	-	M. Daigre & F. Segovia	Chillán (R. Ñuble)	36°36'39.3"S / 72°08'52.3"O	108	eBird 2018
24	2017	?	P. Gallegos	Bulnes (R. Ñuble)	36°44'32.74"S / 72°17'54.49"O (*)	93	Espinoza 2017
25	2011	-	F. Schmitt	Laguna Santa Elena (R. Ñuble)	36°48'42.0"S / 72°21'21.9"O	77	eBird 2018
26	2012	-	M. Daigre & F. Segovia	Hum. Rocuant-Andalién (R. Biobío)	36°44'48.7"S / 73°02'37.4"O	12	eBird 2018
27	2016	-	J. Machuca	Humedal de Lenga (R. Biobío)	36°46'07.8"S / 73°09'58.6"O	6	eBird 2018
28	2015	-	C. Herrera	Humedal Paicaví (R. Biobío)	36°48'15.87"S / 73° 4'10.37"O	17	Herrera 2015
29	2014	-	A. Maureira	Coronel (R. Biobío)	36°56'40.6"S / 73°08'56.8"O	24	eBird 2018
30	2012	-	P. Moysons	El Plumo (R. La Araucanía)	38°40'11.8"S / 73°24'04.8"O	9	eBird 2018
31	2008	-	?	Melipeuco (R. La Araucanía)	38°51'16.9"S / 71°40'39.2"O	509	eBird 2018
32	2011	-	H. Norambuena *et al.*	Valdivia (R. Los Ríos)	39°47'18.6"S / 73°14'55.1"O	6	eBird 2018
33	2012	-	H. Norambuena	Guacamayo (R. Los Ríos)	39°51'43.5"S / 73°15'16.4"O	11	eBird 2018

Nota. Marcelo Mayorga (elaboración propia)

Tabla 2. Se muestran algunos registros recientes en todas las localidades donde existen datos para la especie en eBird. Se presentan ordenados de norte a sur, incluyendo el código de reproducción cuando existe. (se indica el ID del listado eBird en Fuente. Elaboración de Fernando Medrano).

Registro	Fecha	Localidad	LAT	LON	Nº	CR	Fuente
1	26-08-17	Carrizal Bajo--Humedal	-28,08402	-71,14261	1		S38836556
2	16-09-17	Río Huasco--Desembocadura	-28,44817	-71,20020	2		S39577907
3	23-03-18	Punta Teatinos--Laguna Saladita	-29,82288	-71,28995	1		S44753929
4	31-05-14	Quebrada Islon	-29,89293	-71,17652	1		S18655279
5	16-04-16	Río Elqui--Desembocadura	-29,89340	-71,27271	1		S28987479
6	17-03-15	Laguna Lagunillas (norte de Tongoy)	-30,11796	-71,37053	1		S22413422
7	15-08-16	Pachingo	-30,30558	-71,57254	1		S31117050
8	09-01-16	Río Limarí--Desembocadura	-30,72774	-71,69540	4		S26979354
9	20-02-15	Río Choapa--Desembocadura	-31,62042	-71,55928	2		S23005948

10	25-02-17	SN Laguna Conchalí	-31,87807	-71,49666	1		S34921427
11	05-04-17	Estero Mantagua	-32,88442	-71,50675	2		S35724621
12	14-01-17	Laguna Batuco	-33,20644	-70,82791	2		S33669922
13	05-05-18	Tranque La Cadellada	-33,20494	-70,78920	3		S45415596
14	29-12-08	Lampa--Santa Inés	-33,26273	-70,80444	17		S4437085
15	21-01-18	Lampa--Santa Inés	-33,26273	-70,80444	4		S42149343
16	10-12-17	Lampa--Puente Negro Sur	-33,28530	-70,80435	6		S41112641
17	14-10-17	SN Laguna El Peral	-33,50522	-71,60715	1		S39945309
18	10-12-17	Río Maipo--Desembocadura	-33,61980	-71,62754	4		S41074808
19	07-07-15	Humedal de Putú	-35,15539	-72,24678	1		S24263857
20	16-02-18	L-255, Yerbas Buenas, VII Región, CL (-35.672, -71.566)	-35,67171	-71,56637	1		S43084215
21	18-08-15	Ruta 128 Parral - Cauquenes	-36,06054	-72,07615	1		S24678411
22	07-12-12	Ruta 5, altura del paso superior a FF.CC (by-pass Chillán), Pajo	-36,61093	-72,14786	1	Comportamiento alterado	S12287550
23	08-12-12	entre Penco y Talcahuano	-36,74686	-73,04372	3	Comportamiento alterado	S12292590
24	06-07-16	Lenga	-36,76883	-73,16628	1		S30566916
25	26-01-11	Totoral al este de Santa Elena	-36,81166	-72,35609	2		S7505782
26	23-05-14	Coronel	-36,94461	-73,14912	3		S18548959
27	22-09-12	El plumo	-38,66993	-73,40134	1	Comportamiento alterado	S11643765
28	15-10-08	Melipeuco	-38,85468	-71,67755	1		S4400907
29	14-11-10	Valdivia--Las Ánimas	-39,78849	-73,24864	1		S7106425
30	07-03-12	Guacamayo (totoral), Valdivia	-39,86208	-73,25456	1		S10124431

Nota. Fernando Medrano (elaboración propia).

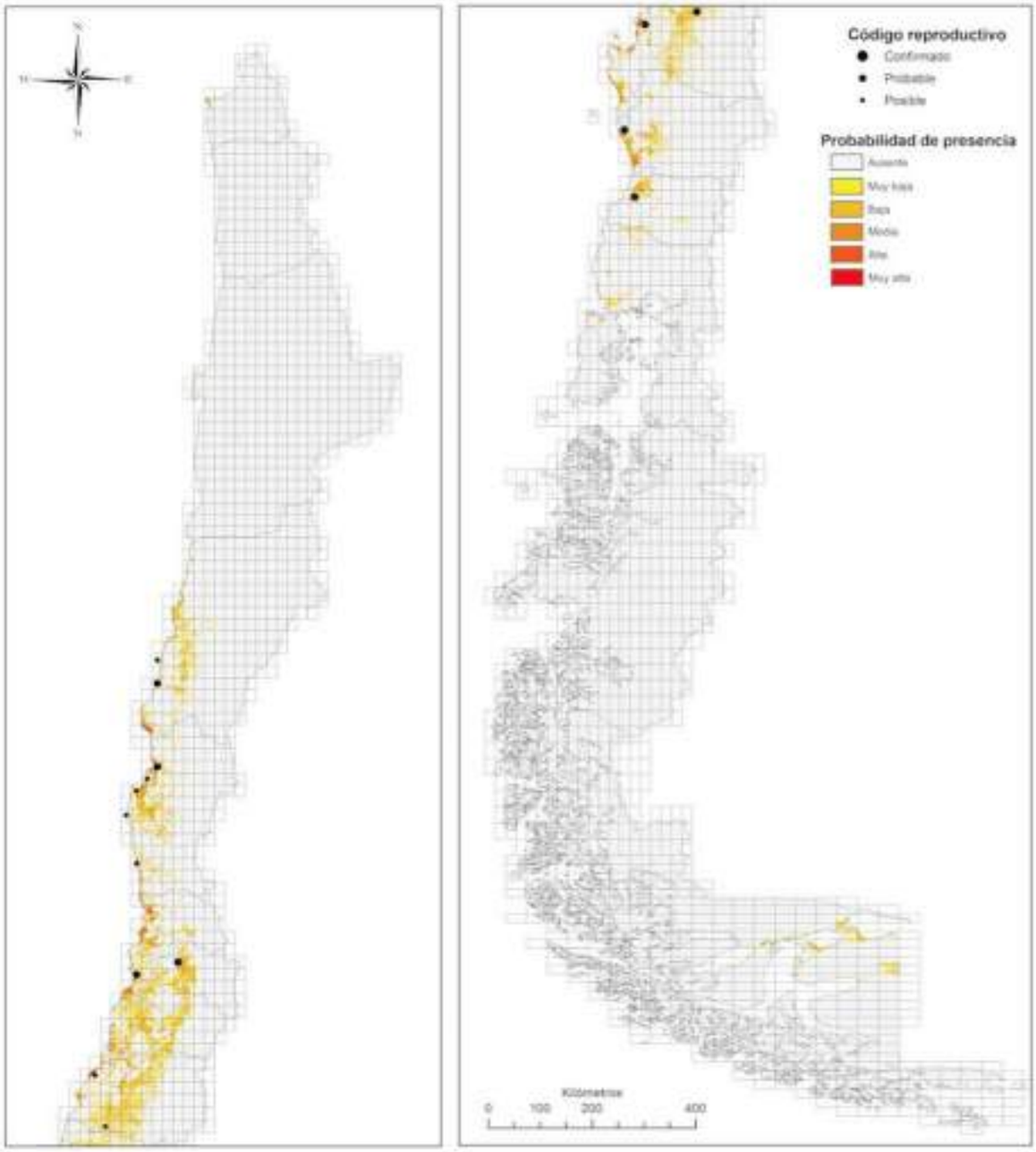
Pese a que se encuentra en varios sitios (casi 30 registrados en eBird), siempre es rara. De todos modos es probablemente se encuentra en más localidades, dado su difícil detección y que ha sido muy poco buscada (Medrano .

Mapa de los puntos de recolecta y avistamiento en Chile:

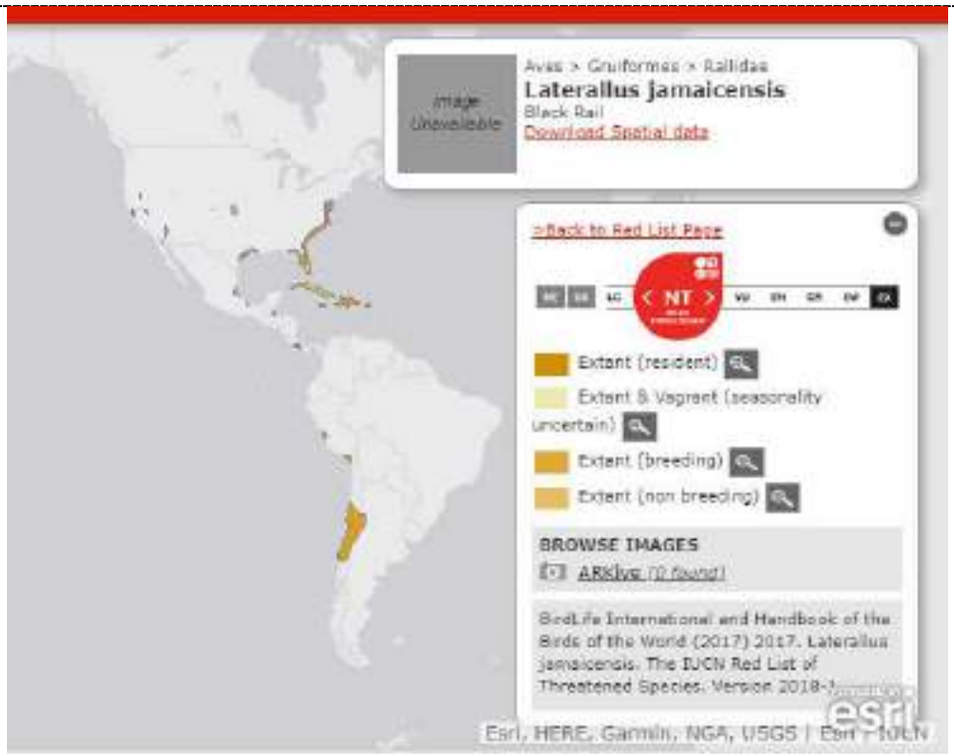
Se incluye el mapa de registros con códigos reproductivos y modelo de distribución potencial del Atlas de Aves Nidificantes de Chile (Medrano et al. 2018), correspondiente a las temporadas reproductivas del periodo 2011-2016.

Fernando Anand Medrano Martínez. Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile. fernandomedranomartínez@gmail.com

Marcelo Alejandro Mayorga Rodríguez, biólogo de la Consultora Ambiental ProAlas y biólogo asociado del Parque Katalapi, mmayorgar@gmail.com



Otros mapas de la especie:



Mapa de distribución de *Laterallus jamaicensis* (Fuente www.iucnredlist.org).

PREFERENCIAS DE HÁBITAT

El pidencito habita sectores pantanosos y praderas húmedas, pasando todo el tiempo oculto en la espesa vegetación. También se encuentra en zonas agrícolas vinculadas principalmente a las plantaciones de alfalfa (Barros 1933). Ocupa humedales bajos y costeros, con abundante cubierta de juncos y totoras, así como también pastizales inundados y marismas con vegetación más dispersa (Couve et al. 2016, Couve & Vidal 2003)

Marcelo Mayorga utilizando la aplicación GeoCat (2018) estimó, para *Laterallus jamaicensis salinasi*, un área de ocupación en sólo 132 km^2, al analizar solo las localidades con registros en los últimos 50 años, y excluyendo un registro de Arica y Parinacota que considera es atribuible a un individuo errante de la subespecie murivagans.

Área de ocupación en Chile (km^2)=>	

TAMAÑO POBLACIONAL ESTIMADO, ABUNDANCIA RELATIVA, ESTRUCTURA Y DINÁMICA POBLACIONAL

A nivel mundial, se estima un población de individuos maduros de entre 28.500 – 91.200 para las subespe*cies jamaicensis y* coturniculus (BirdLife International 2017). No hay estimaciones para la subespecie salinasi.

El tamaño poblacional en Chile es desconocido, dificultado además por su naturaleza críptica. En varios sitios hay pocas parejas (1-10) (ej: desembocadura del río Maipo, Mantagua, Laguna El Peral), mientras que otros sitios son clave para la especie, probablemente sustentando más de cien parejas (como es el complejo de humedales Lampa-Batuco, con varias parejas entre Santa Inés, La Cadellada, Puente Negro y Batuco) (Medrano observaciones personales).

A nivel global se estima que su población está en disminución (BirdLife International 2017), situación que seguramente es también aplicable a Chile, donde si bien no hay estudios y se desconoce su tendencia, varios de los sitios donde habita (ej: Santa Inés y Puente Negro, comuna de Lampa) están siendo desecados, y las aguas utilizadas para la agricultura, por lo que su población está siendo afectada (aunque se desconoce la magnitud) (Medrano observaciones personales).

La tesis de que las poblaciones de Chile están declinando, es apoyada por Mayorga (comentarios personales) quien señala que sobre la base de las localidades mencionadas en la Tabla 1, es posible inferir una disminución poblacional asociada a la contracción de su rango de distribución, dado que hay varios sectores en que el taxón no se registra desde hace más de 70 años, lo que podría reflejar extinciones locales. Estas

zonas corresponden a lo que habría sido su límite norte de distribución (valle de Copiapó, región de Atacama), un sector de la región de Valparaíso (Limache), alrededor de la ciudad de Santiago (Quilicura), la zona sur de la región Metropolitana (Viluco, Paine, Huelquén), la región de O'Higgins (Fundo Romeral de Pilay, Hacienda Cauquenes, Manantiales) y el norte de la región del Maule (Curicó, Dunas de Llico).

DESCRIPCIÓN DE USOS DE LA ESPECIE: sin información

PRINCIPALES AMENAZAS ACTUALES Y POTENCIALES

La principal amenaza para el pidencito es la disminución y degradación de su hábitat (BirdLife International 2017). De hecho a nivel mundial, se estima que en el siglo XX el área de humedales ha disminuido en un 64-71%, con una pérdida que continua en la actualidad (Gardner et al 2015).

En Chile, los humedales de la zona central se encuentran amenazados por la expansión urbana, el uso del recurso hídrico aguas arriba y la baja en las precipitaciones que ha estado afectando a gran parte de Chile central en los últimos años. Además, pocos humedales en la zona central de Chile están bajo protección privada o del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado.

TABLA DESDE MAYORGA

Descripción	% aproximado de la población total afectada	Referencias
Pérdida y degradación de los humedales que constituyen su hábitat. La amenaza más importante para los humedales en Chile es el crecimiento urbano que los comprime cada vez más. Aquellos más antropizados se encuentran altamente degradados. Entre los impactos detectados en la región mediterránea norte (Coquimbo y Valparaíso) están la basura, agricultura, ganadería, urbanización y vertidos orgánicos. En la región del Biobío, destacan el aporte de alcantarillados, fragmentación por construcción de autopistas, desarrollo urbanístico, contaminación por vertido de industrias pesqueras, uso como vertedero, efluentes industriales y movimientos de tierras que incluyen relleno y compactación.	100%	Martínez 2014, Figueroa *et al.* 2009, Fariña & Camaño 2012.
Introducción del visón americano (*Mustela vison*). En Chile, un estudio en Isla Navarino definió un perfil de vulnerabilidad para la conducta de nidificación frente al visón con tres características: (a) anidación solitaria, (b) anidación en afloramientos rocosos costeros y (c) ocultamiento de los nidos, dos de las cuales cumple el pidencito (a y c). En el Parque Nacional Lanín, Argentina, la presencia del visón disminuyó la abundancia (70%) y riqueza (40%) de aves acuáticas (Girini *et al.* 2014) y causó la reducción significativa de otras 4 especies, incluidos dos rálidos, aves de la misma familia del pidencito. Esta amenaza se ha acrecentado desde 1999 debido a la expansión geográfica del visón, lo que probablemente continuará ocurriendo en el futuro (Fasola & Valenzuela 2014) aumentando el solapamiento total con la distribución del pidencito. En Chile ya se encuentra entre las regiones de Magallanes y La Araucanía, pero se sospecha su presencia en la región del Biobío.	25% y en aumento (La Araucanía y Los Ríos) (en las regiones de Ñuble y del Biobío, es una amenaza potencial)	Schüttler *et al.* 2009, Girini *et al.* 2014, Peris *et al.* 2009, Fasola & Valenzuela 2014, Cerda 2008.

ACCIONES DE PROTECCIÓN

Esta especie tiene registro de presencia en las siguientes áreas de interés

Áreas marinas costeras protegidas (AMCP-MU): Sin información

Monumentos naturales (MN):

Parques nacionales (PN):

Parques marinos (PM): Sin información

Reservas forestales (RF): Sin información

Reservas marinas (RM): Sin información

Reservas nacionales (RN): Río Clarillo (Díaz *et al.* 2002)

Reservas de regiones vírgenes (RV): Sin información

Santuarios de la naturaleza (SN): Laguna El Peral y Laguna Conchalí (e-Bird), Carlos Anwandter (Ruiz 2002)

Sitios Ramsar (SR): Sin información

Además, esta especie tiene registro de presencia en las siguientes áreas

Áreas con prohibición de caza: Desembocadura Rio Huasco (eBird 2018), Laguna Batuco (eBird 2018)

Inmuebles fiscales destinados a conservación: Sin información

Reservas de la biosfera: Sin información

Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad: Estuario del Río Huasco y Carrizal (RNAP 2018, eBird 2018); Punta Teatinos-Caleta Hornos (RNAP 2018; Jorge *et al.* 1998; eBird 2018); Red de Humedales Costeros de la comuna de Coquimbo (RNAP 2018; eBird 2018); Estuario del río Maipo (Medrano 2017, eBird 2018)

Está incluida en la siguiente **NORMATIVA de Chile**: Especie de caza y captura prohibida de acuerdo con el Reglamento de la Ley de Caza (DS N° 5 de 1998 de MINAGRI).

Está incluida en los siguientes **convenios internacionales**: ninguno

Está incluida en los siguientes **proyectos de conservación**:

ESTADOS DE CONSERVACIÓN VIGENTES EN CHILE PARA ESTA ESPECIE

En Chile la especie está clasificada como “Insuficientemente conocido” en el Reglamento de la Ley de Caza.

Comentarios sobre estados de conservación sugeridos anteriormente para la especie

Previamente clasificada como Inadecuadamente Conocida en el Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres (Glade 1988).

Estado de conservación según UICN=> “Casi amenazado” de acuerdo a la UICN, (BirdLife International 2017).

Casi Amenazada (NT) a nivel mundial como parte del taxón *Laterallus jamaicensis*, según estimación de 2016, pero principalmente sobre la base de la situación de las subespecies norteamericanas (*coturniculus* y *jamaicensis*). Estuvo en esta categoría en el período 1988-1994 y luego, después de ser clasificada en el intertanto como Preocupación Menor (LC), fue retomada desde el 2000 hasta la fecha. La justificación es que se cree que esta especie poco conocida está disminuyendo a un ritmo moderadamente rápido (Birdlife International 2017).

Propuesta definitiva de clasificación del Comité de Clasificación

En la reunión del 10 de octubre de 2018, consignada en el Acta Sesión Nº 02, del 15to proceso, el Comité de Clasificación establece:

***Laterallus jamaicensis* (Gmelin, 1789), “pidencito”, “pidencillo”, “pidencillo de Salinas”, “tagüita de Salinas”, “tagua de Salinas”**

Es un ave pequeña, con una longitud de 12 a 16 cm, una envergadura alar de 22-28 cm y un peso de unos 30 g. Posee cuerpo compacto y redondeado, con la cola corta y levemente erecta. Pico pardo verdoso muy oscuro, casi negro, corto y grueso. Iris rojo ladrillo oscuro. Piernas verdosas. De coloración general gris pizarra en cabeza, cuello y pecho, con la nuca y parte posterior del cuello de coloración castaño o rufo. Resto del dorso, lomo, rectrices, cobertoras, abdomen y flancos pardo oliváceo oscuro, con barrado blanco y negruzco. Sexos similares. Los pollos nacen con plumón negro.

Laterallus jamaicensis presenta cinco subespecies aceptadas, habita en Norteamérica, Caribe y Sudamérica, con áreas de distribución muy disjuntas y con algunas localidades bastante distantes entre sí. En Chile, habita solamente la subespecie *L. j. salinasi* cuyo rango se extiende desde Carrizal Bajo (región de Atacama) a Valdivia (región de Los Ríos).

El Comité discute si, para efectos de esta clasificación, separar las 2 subpoblaciones presentes desde la región de Atacama al norte de las subpoblaciones de la región de Coquimbo al sur, acordando clasificarlas independientemente, toda vez que las subpoblaciones del extremo norte de su distribución están aisladas del resto, separadas por 152 km de desierto, de la más próximas ubicadas hacia el sur en la región de Coquimbo y considerando que la capacidad de dispersión en otra subespecie norteamericana (*L. j. coturniculus*) es inferior a 100 km (en menos del 1% de las poblaciones estudiadas fue capaz de dispersarse más de 100 km entre dos áreas de distribución disjuntas separadas por hábitats inadecuados). Además, están expuestas a pérdida y degradación de los humedales, que constituyen su hábitat, por extracción de agua para proyectos en las partes altas de las cuencas (agricultura, pecuario y urbanizaciones) y las zonas bajas (olivos y viñedos). Situación ecológica diferente en la zona sur, donde se encuentra subpoblaciones más cercanas entre sí, aproximándose a un continuo y con mayor disponibilidad hídrica.

Para Chile de la región de Atacama al norte
Respecto a cada uno de los criterios A, C, D y E, probablemente quedaría clasificada como Datos Insuficientes (DD), dada la ausencia de datos. Sin embargo, el Comité discute respecto al número de localidades que constituyen las subpoblaciones, estableciendo que podrían ser solamente dos desde el punto de vista de zonas de nidificación en Atacama, por lo que esta especie podría estar en 2 localidades nunca más de 5, además se cumple el umbral para Área de Ocupación para Categoría En Peligro (EN).

Se describe a continuación los criterios utilizados y las categorías por cada criterio asignadas preliminarmente:

Criterio UICN	Criterios definitorios	Categoría Preliminar	Enunciación de Criterios
A		Datos Insuficientes (DD)	-
B	***	En Peligro (EN)	EN B2ab(iii)
C		Datos Insuficientes (DD)	-
D		Datos Insuficientes (DD)	-
E		Datos Insuficientes (DD)	-

Este Comité concluye que su Categoría de Conservación, según Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE) es:

EN PELIGRO (EN) EN B2ab(iii)

Dado que:
B2 Área de Ocupación menor a 500 km^2.
B2a Se conoce en menos de 5 localidades, se estima presente en más de 2 localidades donde nidifica no más de 5.
B2b(iii) Disminución de la calidad del hábitat deteriorada por extracción de agua para proyectos en las partes altas de las cuencas (agricultura, pecuario y urbanizaciones) y las zonas bajas (olivos y viñedos).

Para Chile de la región de Coquimbo al sur
Luego de evaluar la ficha de antecedentes el Comité estima que para Chile de región de Coquimbo al sur, poblaciones relativamente cercanas unas a otras. Los regímenes pluviométricos aseguran una buena disponibilidad hídrica. Para los criterios C, D y E por la falta de datos implica categoría Datos Insuficientes (DD). Para criterio B no cumple umbrales por lo que se categorizaría como Preocupación Menor (LC). Sin embargo, para criterio A se estima que no cumple con ninguno de los criterios que definen las categorías: En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable, se cree que esta especie poco conocida está disminuyendo a un ritmo moderadamente rápido (UICN), se concluye clasificarla según el RCE, como Casi Amenazada (NT). No se rebaja debido a que las poblaciones fuera del país, están clasificadas, según UICN, en la misma categoría.

Se describe a continuación los criterios utilizados y las categorías por cada criterio asignadas preliminarmente:

Criterio UICN	Criterios definitorios	Categoría Preliminar	Enunciación de Criterios
A	***	Casi Amenazado (NT)	-
B		Preocupación Menor (LC)	-
C		Datos Insuficientes (DD)	-
D		Datos Insuficientes (DD)	-
E		Datos Insuficientes (DD)	-

Este Comité concluye que su Categoría de Conservación, de la región de Coquimbo al sur, según Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE) es:

CASI AMENAZADO (NT)

Dado que:
NO cumple con los umbrales de ninguno de los criterios para ser clasificada en alguna de las categorías de amenaza de UICN 3.1 (Extinta, Extinta en la Naturaleza, En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable) y la información internacional señala que su población se encontraría declinando a nivel global, aunque en una magnitud que no permitiría cumplir con criterios para ser calificado como Vulnerable.

Sitios Web que incluyen esta especie:

LINK a páginas WEB de interés	http://www.iucnredlist.org/details/22692353/0
Descripción link	Ficha de la especie en UICN Red List
LINK a páginas WEB de interés	
Descripción link	
LINK a páginas WEB de interés	
Descripción link	
Videos	Sin información
Descripción video	Sin información
Audio	Sin información
Descripción video	Sin información

Bibliografía citada:

ARAYA B & G MILLIE (2000). Guía de campo de las aves de Chile; Editorial Universitaria. Santiago, Chile.

BARRIO J & C GUILLEN (2014) Aves de los humedales de la costa peruana. CORBIDI, Lima, Perú. 133 pp.

BARROS R (1933) El pidencillo de Salinas en Chile; Revista Chilena de Historia Natural 37: 65 – 68.

BARROS R (1940) Dos aves nuevas para la zona de Llico. Revista Chilena de Historia Natural 44(1): 44-45.

BARROS, R (2018) Pidencito. En: Medrano F, Barros R, Norambuena H, Matus R y Schmitt F. Atlas de las aves nidificantes de Chile. Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile (ROC).

BIRDLIFE INTERNATIONAL (2017) *Laterallus jamaicensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017. Disponible en: http://www.iucnredlist.org/details/22692353/0 [Consulta realizada el 30 de junio de 2018]

BIRDLIFE INTERNATIONAL (2018) Species factsheet: *Laterallus jamaicensis*. Disponible en: http://www.birdlife.org [Consulta realizada el 30 de junio de 2018]

BLAKE E (1977) Manual of Neotropical Birds. Volume 1: Spheniscidae (Penguins) to Laridae (Gulls and Allies). University of Chicago Press, Chicago, Illinois.

BURMEISTER K (1888) Note on *Zapornia spilonota*. Ibis 5(6): 285.

CERDA J (2008) Experiencias piloto de control del visón en Aisén. Pp: 30-38. En: MANN A. Vertebrados dañinos en Chile: desafíos y perspectivas. Actas del seminario taller. 8 de enero de 2008. Santiago, Chile. Universidad Santo Tomás. 109 pp.

CLEMENTS JF, TS SCHULENBERG, MJ ILI, D ROBERSON, TA FREDERICKS, BL SULLIVAN Y CL WOOD (2017). The eBird/Clements checklist of birds of the world; En Sitio web: http://www.birds.cornell.edu/clementschecklist/download/

COLLAR, N., L. P. GONZAGA, N. KRABBE, A. MADROÑO NIETO, L. G. NARANJO, T. A. PARKER III, AND D. G. WEGE. 1992. Threatened birds of the Americas. The ICBP/IUCN red data book. Third edition, part 2. International Council Bird Preservation, Cambridge, United Kingdom.

COUVE E & C VIDAL (2003) Birds of Patagonia, Tierra del Fuego & Antarctic Peninsula. Editorial Fantástico Sur Birding Ltda.

COUVE E, C VIDAL & J RUIZ (2016) Aves de Chile sus Islas Oceánicas y Península Antártica. Far South Editorial.

DABBENE, R. 1910. Catálogo sistemático y descriptivo de las aves de la República Argentina. Parte II. Anales del Museo Nacional de Historia Natural de Buenos Aires 18: 169-513.

DE LA PEÑA M (2016) Aves argentinas: descripción, comportamiento, reproducción y distribución. Ciconiidae a Heliornithidae. Comunicaciones del Museo Provincial de Ciencias Naturales Florentino Ameghino 19(2): 1-437.

DEL HOYO J & N Collar (2014). HBW and BirdLife International Illustrated Checklist of the Birds of the World. Volume 1: Non-passerines. Lynx Edicions. Barcelona.

DÍAZ I, C SARMIENTO, L ULLOA, R MOREIRA, R NAVIA, E VÉLIZ & C PEÑA (2002) Vertebrados terrestres de la Reserva Nacional Río Clarillo, Chile central: representatividad y conservación. Revista Chilena de Historia Natural 75: 433-448.

DURNFORD H (1877). Notes on the birds of the Province of Buenos Aires. The Ibis 1(2): 166-203.

EBIRD (2018) eBird: una base de datos en línea para la abundancia y distribución de las aves [aplicación de internet]. eBird, Ithaca, New York. Disponible en: http://ebird.org/content/chile/ [Consulta realizada el 30 de junio de 2018]

EDDLEMAN W, R FLORES & M LEGARE (1994) Black Rail (*Laterallus jamaicensis*). The birds of North America online. POOLE A (ed.). Ithaca, New York: Cornell Lab of Ornithology. Disponible en: https://birdsna.org/Species-Account/bna/home
ESPINOZA P (25 de agosto de 2017) Liberan ave poco común en la zona. San Carlos Online. Recuperado de http://sancarlos-online.blogspot.com
ESTADES CF (2004) *Laterallus jamaicensis* en el valle de Camarones; Boletín Chileno de Ornitología 10: 40
FARIÑA J & A CAMAÑO (2012) Humedales costeros de Chile: aportes científicos a su gestión sustentable. Ediciones Universidad Católica de Chile. 437 pp.
FASOLA L & A VALENZUELA (2014) Invasive carnivores in Patagonia: defining priorities for their management using the American mink (*Neovison vison*) as a case study. Ecología Austral 24: 173-182.
FIGUEROA R, M SUAREZ, A ANDREU, V RUIZ & M VIDAL-ABARCA (2009) Caracterización ecológica de humedales de la zona semiárida en Chile central. Gayana 73(1): 76-94.
FJELDSÅ J (1983a) A Black Rail from Junin, central Peru: *Laterallus jamaicensis tuerosi* ssp. n. (Aves, Rallidae); Steenstrupia 8: 277 – 282.
FJELDSÅ J (1983b) Vertebrates of the Junín area, central Peru. Steenstrupia 8: 285–298.
FJELDSA J & N KRABBE (1990) Birds of the High Andes: a manual to the birds of the temperate zone of the Andes and Patagonia, South America. Apollo Booksellers, Denmark. 880 pp.
GARDNER, RC, S BARCHIESI, C BELTRAME, CM FINLAYSON, T GALEWSKI, I HARRISON, M PAGANINI, C PERENNOU, DE PRITCHARD, A ROSENQVIST & M WALPOLE (2015) State of the World's Wetlands and their Services to People: A compilation of recent analyses. Ramsar Brie ng Note no. 7. Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat.
GEOCAT (2018) Geospatial Conservation Assessment Tool. Disponible en: http://geocat.kew.org/ [Consulta realizada el 29 de julio de 2018]
GIGOUX E (1942) Aves del valle de Copiapó, de mar a cordillera, y lugares adyacentes. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 20: 19-26.
GILL F & D DONSKER (eds.) (2018) IOC World Bird List (v8.2). doi: 10.14344/IOC.ML.8.2. Disponible en: http://www.worldbirdnames.org/ [Consulta realizada el 30 de junio de 2018]
GIRINI J, F PALACIO, C PRIETO, N FERREYRA, J SANGUINETTI, L FASOLA, S PERIS y D MONTALTI (2014) Evaluación de impacto y manejo del visón americano, un depredador exótico invasor, en el Parque Nacional Lanín, Neuquén. Actas de las XXVII Jornadas Argentinas de Mastozoología, Esquel, Argentina.
GLADE A (1988) Libro rojo de los vertebrados terrestres de Chile. Corporación Nacional Forestal.
GOODALL JD, AW JOHNSON & RA PHILIPPI (1951) Las Aves de Chile su conocimiento y sus costumbres. Tomo Segundo. Platt Establecimientos Gráficos S.A. Buenos Aires, Argentina.
GOTSCHLICH B (1913) Llanquihue y Valdivia: Fauna. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 6: 166-222.
HALL L & S BEISSINGER (2017) Inferring the timing of long-distance dispersal between Rail metapopulations using genetic and isotopic assignments. Ecological Applications 27(1): 208-218.
HELLMAYR C (1932) The birds of Chile. Field Museum of Natural History, Zoological Series, Volume XIX. Chicago, USA. 472 pp.
HERRERA C (2015) Importancia de los humedales en la región y avifauna presente en el humedal Paicaví de Concepción durante un año de muestreo. Tesis para optar al título de médico veterinario de la Universidad Bolivariana. 115 pp.
HOUSSE R. (1945) Las Aves de Chile en su clasificación moderna su vida y costumbres. Ediciones de la Universidad de Chile. Santiago, Chile.
HOWELL S & S WEBB 1995. Noteworthy bird observations from Chile. Bulletin of the British Ornithologists' Club. 115 (1): 57-66
JARAMILLO A (2005) Aves de Chile. Lynx Edicions. 240 pp.
JOHNSON AW (1965). The Birds of Chile and Adjacent Regions of Argentina, Bolivia and Peru, Volume I. Platt Establecimientos Gráficos. Buenos Aires, Argentina.
JORGE R, E TABILO-VALDIVIESO & V MONDACA (1998) Avifauna de la laguna de Punta de Teatinos y ecosistemas adyacentes, Bahía de Coquimbo, Chile. Boletín Chileno de Ornitología 5: 2-9.
LANE D (2012) Proposal (536) to South American Classification Committee: Elevate *Laterallus jamaicensis* tuerosi to species status. Disponible en: http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCprop536.html [Consulta realizada el 30 de junio de 2018]
LÓPEZ-LANÚS B, U ORNSTEIN, L OLARTE & J RAGGIO (2012) Aportes para un análisis comparativo de las voces del burrito negruzco (*Porzana spiloptera*) y el burrito cuyano (*Laterallus jamaicensis*). Hornero 27(2): 183-188.
LUCERO F (2013a) Nueva variante en la vocalización del burrito negruzco (*Porzana spiloptera*) y el hallazgo de indicios de su reproducción en la provincia de San Juan, Argentina. Nótulas Faunísiticas (Segunda Serie) 132: 1-7
LUCERO F (2013b) Primer registro documentado confirmando la presencia del burrito negruzco (Porzana spiloptera) para la provincia de San Juan, Argentina. EcoRegistros Revista 3(1): 1-6.
LUCERO F (2014) Las Aguaditas y Baños de Talacasto, nuevas localidades para el burrito negruzco (*Porzana spiloptera*) y su reaparición en los Bañados del Carau, Provincia de San Juan, Argentina. Nótulas Faunísticas (Segunda Serie) 167: 1-6.

MARTÍNEZ J (2014) Catastro y estado de conservación de los humedales marinos/costeros en la región del Biobío. Tiempo y Espacio 33: 104-130.

MARTÍNEZ M, M BÓ & J ISACCH (1997) Hábitat y abundancia de *Coturnicops notata* y *Porzana spiloptera* en Mar Chiquita, provincia de Buenos Aires, Argentina. Hornero 14(4): 274-277.

MARTÍNEZ D & G GONZALEZ (2004) Las aves de Chile: nueva guía de campo. Ediciones del Naturalista. Chile. 620 pp.

MARTÍNEZ-PIÑA D & G GONZÁLEZ-CIFUENTES (2017) Aves de Chile: guía de campo y breve historia natural. Ediciones del Naturalista. Santiago, Chile. 538 pp.

MEDRANO F (2017) Grabación XC380922. Polluela negruzca en desembocadura del río Maipo, Chile. Disponible en: http://www.xeno-canto.org/380922 [Consulta realizada el 23 de diciembre de 2017]

MEDRANO F, R BARROS, H NORAMBUENA, R MATUS & F SCHMITT (2918) Atlas de las aves nidificantes de Chile. Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile (ROC).

MOSTARDI-FIORETTI T & P DE LA CUADRA (1864) Desecación de las vegas en Chile. Anales de la Universidad de Chile 25: 631-678.

PEREDO R (2011) Aves de la Desembocadura del Río Lluta, Arica, Chile. Amigos de la Desembocadura del Río Lluta. 248 pp.

PERIS S, J SANGUINETTI & M PESCADOR (2009) Have Patagonian waterfowl been affected by the introduction of the American mink *Mustela vison*? Oryx 43(4): 648-654.

PETERS J (1934) Check-list of the birds of the world. Vol. 2. Harvard University Press. Cambridge. 401 pp.

PHILIPPI R (1857) Noticias zoológicas relativas a la fauna chilena. Anales de la Universidad de Chile 14: 179-182.

PHILIPPI R (1868) Catálogo de las aves chilenas existentes en el Museo Nacional de Santiago. Anales de la Universidad de Chile 31: 241-335.

PHILIPPI R (1902) Figuras y descripciones de aves chilenas. Anales del Museo Nacional de Chile. Entrega 15, primera sección, Zoología. Santiago de Chile. 114 pp., 51 lám.

PHILIPPI-B RA (1964) Catálogo de las aves de Chile con su distribución geográfica; Investigaciones Zoológicas Chilenas. Santiago, Chile.

PRONATURALEZA (2010) Humedales de la costa peruana. Publicación financiada por Conservación Internacional y RAMSAR. 89 pp.

REED CS (1941) Notas referentes a *Laterallus jamaicensis salinasi*; Publicación oficial del Jardín Zoológico Nacional de Chile 14: 1 – 21.

REED E (1877) Apuntes de la zoología de la hacienda de Cauquenes, provincia de Colchagua. Anales de la Universidad de Chile 41: 535-569.

REMSEN J, J ARETA, C CADENA, S CLARAMUNT, A JARAMILLO, J PACHECO, J PÉREZ-EMÁN, M ROBBINS, F STILES, D STOTZ & K ZIMMER (2018) A classification of the bird species of South America. American Ornithologists' Union. Disponible en: http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.htm [Consulta realizada el 29 de junio de 2018]

RNAP (2018) Registro Nacional de Áreas Protegidas. Ministerio del Medio Ambiente. Gobierno de Chile. Disponible en: http://areasprotegidas.mma.gob.cl/ [Consulta realizada entre noviembre de 2017 y junio de 2018]

ROST G (2017) Nuevo registro del burrito negruzco (*Porzana spiloptera*) para la provincia de Chubut, Argentina. EcoRegistros Revista 7(6): 14-17.

RUIZ J (2002) Presencia del pidencito (*Laterallus jamaicensis*) en Valdivia, Chile. Boletín Chileno de Ornitología 9: 41-42.

SCHULENBERG T, D STOTZ, D LANE, J O'NEILL & T PARKER III (2010) Birds of Peru. Second edition. Princeton University Press, New Jersey, USA. 664 pp.

SCHÜTTLER E, R KLENKE, S MCGEHEE, R ROZZI & K JAX (2009) Vulnerability of ground-nesting waterbirds to predation by invasive American mink in the Cape Horn Biosphere Reserve, Chile. Biological Conservation 142: 1450-1460

SCLATER P & W HUDSON (1889) Argentine ornithology, a descriptive catalogue of the birds of the Argentine Republic. Volume II. Londres. 251 pp.

SHARPE R (1894) Catalogue of the Fulicariae (Rallidae and Heliornithidae) and Alectorides (Aramidae, Eurypygidae, Mesitidae, Rhinochetidae, Gruidae, Psophidae, and Otididae. Catalogue of the Birds in the British Museum. Vol. XXIII. 353 pp.

STRANECK R (1999) Nuevas localidades para aves de la Argentina. Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales 1(2): 173-180.

TABILO E, J BURMEISTER, C CHAVEZ & C ZÖCKLER (2016) Humedales y aves migratorias en la costa árida del Pacífico sudamericano. Reporte Técnico, Etapa 1: Evaluación ecológica rápida. Centro Neotropical de Entrenamiento en Humedales. 93 pp.

TAYLOR PB (1996) Family Rallidae (rails, gallinules and coots). pp 108-209. In: del Hoyo J. A Elliott & J Sargatal. Handbook of the Birds of the World, vol. 3: Hoatzin to Auks. Lynx Edicions, Barcelona, Spain.

TAYLOR B & DA CHRISTIE (2018) Black Rail (*Laterallus jamaicensis*). In: del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A. & de Juana, E. (eds.). Handbook of the Birds of the World Alive. Lynx Edicions, Barcelona. (accedido en https://www.hbw.com/node/53602 el 4 de septiembre de 2018).

TORRES-MURA J & M LEMUS (1989) Tipos de aves en el Museo Nacional de Historia Natural: Catálogo crítico. Publicación ocasional del MNHN N° 44. 31 pp.
VILINA Y, C TALA & J MEZA (2014) Nuevas especies de aves registradas en el humedal El Yali, Chile central. Anales Museo de Historia Natural de Valparaíso 27: 28-34
VIZCARRA J (2008) Composición y conservación de las aves en los humedales de Ite, suroeste del Perú. Boletín Chileno de Ornitología 14(2): 59-80.

Tierra Amarilla 31 de marzo de 2022
MA Nº 23/22

Dirección Regional
Servicio Agrícola y Ganadero
Región de Atacama
Copiapó

Ref.: Monitoreo Anual 2021 Humedal de Piedra Colgada.

Junto con saludar, en el marco del proyecto Candelaria 2030 - Continuidad Operacional y conforme a lo indicado en la Resolución de Calificación Ambiental Nº133 del 23 de julio del 2015, relativo al Considerando N°9 que a continuación se cita: *"Realizar un Plan de Monitoreo del Humedal de Piedra Colgada, que permita verificar la condición de salud y evolución de este ecosistema, por toda la operación del proyecto; tal medida será de exclusiva responsabilidad del Proponente, tanto en su diseño como en su implementación, debiendo presentar al SAG, SEREMI del Medio Ambiente y CONAF las propuestas de diseño y monitoreo de dicho plan para ser visado y validado por los mencionados servicios competentes.";* y de acuerdo a la Propuesta de Monitoreo del Humedal de Piedra Colgada aprobada en agosto del año 2020, se envía **Informe Anual del Humedal Piedra Colgada (Periodo 2021).**

Para efecto de facilitar el contacto en caso de dudas o consultas sobre este tema, favor enviar al siguiente correo electrónico a o comunicarse al fono o al celular

Sin otro particular, a la espera de una favorable acogida de la solicitud realizada, se despide atentamente a usted,

Jorge Bravo R.
Gerente Medio Ambiente
C.C. Minera Candelaria

c.c.: Servicio Agrícola y Ganadero
c.c.: Corporación Nacional Forestal
c.c.: Arch. Interno Medio Ambiente

Tierra Amarilla 31 de marzo de 2022
MA Nº 24/22

Dirección Regional
Corporación Nacional Forestal
Región de Atacama
Copiapó

Ref.: Monitoreo Anual 2021 Humedal de Piedra Colgada.

Junto con saludar, en el marco del proyecto Candelaria 2030 - Continuidad Operacional y conforme a lo indicado en la Resolución de Calificación Ambiental Nº133 del 23 de julio del 2015, relativo al Considerando N°9 que a continuación se cita: *"Realizar un Plan de Monitoreo del Humedal de Piedra Colgada, que permita verificar la condición de salud y evolución de este ecosistema, por toda la operación del proyecto; tal medida será de exclusiva responsabilidad del Proponente, tanto en su diseño como en su implementación, debiendo presentar al SAG, SEREMI del Medio Ambiente y CONAF las propuestas de diseño y monitoreo de dicho plan para ser visado y validado por los mencionados servicios competentes.";* y de acuerdo a la Propuesta de Monitoreo del Humedal de Piedra Colgada aprobada en agosto del año 2020, se envía **Informe Anual del Humedal Piedra Colgada (Periodo 2021).**

Para efecto de facilitar el contacto en caso de dudas o consultas sobre este tema, favor enviar al siguiente correo electrónico a o comunicarse al fono o al celular

Sin otro particular, a la espera de una favorable acogida de la solicitud realizada, se despide atentamente a usted,

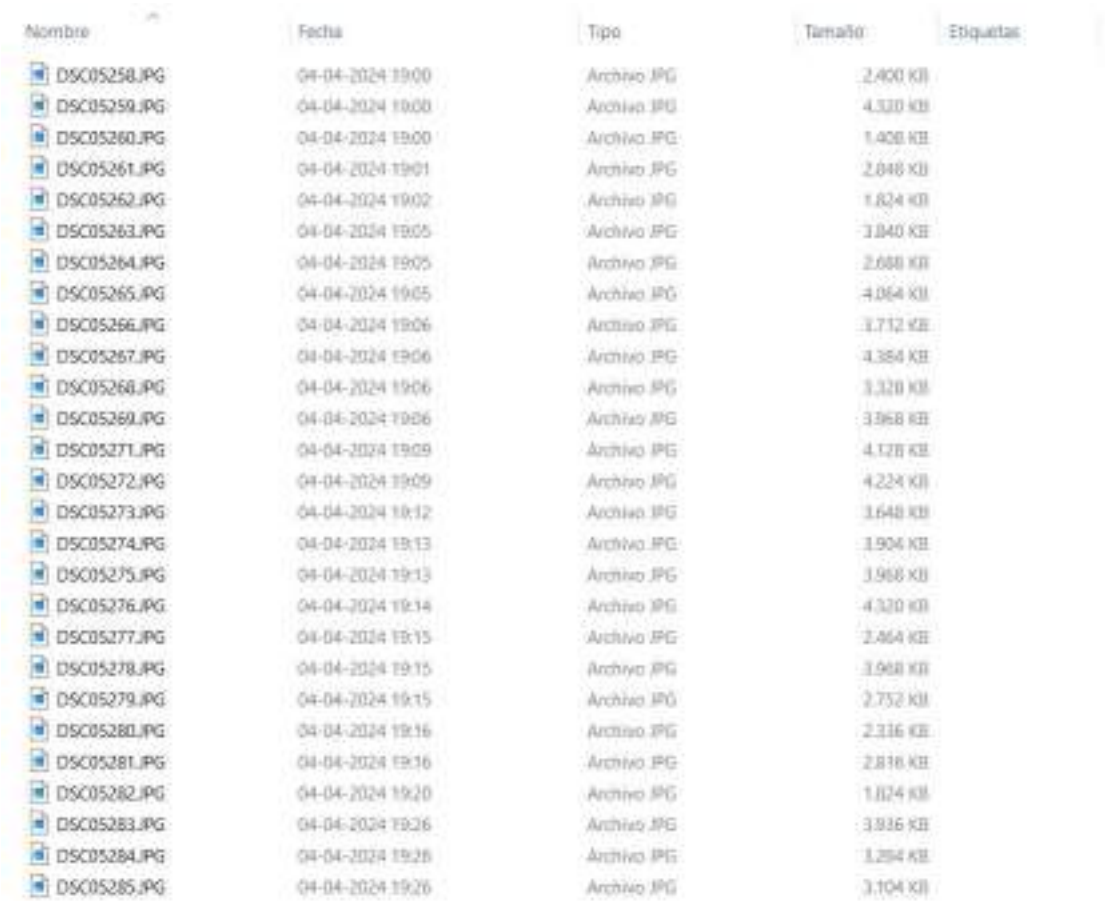
Jorge Bravo R.
Gerente Medio Ambiente
C.C. Minera Candelaria

c.c.: Servicio Agrícola y Ganadero
c.c.: Corporación Nacional Forestal
c.c.: Arch. Interno Medio Ambiente

CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Norte en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales recibidos a través del memo interno recibido el 09 de julio del 2024, cuyo nombre de archivo es el siguiente:

Carpeta ” Fotos”



Nombre	Fecha	Tipo	Tamaño	Etiquetas
DSC05258.JPG	04-04-2024 19:00	Archivo JPG	2.400 KB	
DSC05259.JPG	04-04-2024 19:00	Archivo JPG	4.320 KB	
DSC05260.JPG	04-04-2024 19:00	Archivo JPG	1.408 KB	
DSC05261.JPG	04-04-2024 19:01	Archivo JPG	2.848 KB	
DSC05262.JPG	04-04-2024 19:02	Archivo JPG	1.824 KB	
DSC05263.JPG	04-04-2024 19:05	Archivo JPG	3.840 KB	
DSC05264.JPG	04-04-2024 19:05	Archivo JPG	2.688 KB	
DSC05265.JPG	04-04-2024 19:05	Archivo JPG	4.064 KB	
DSC05266.JPG	04-04-2024 19:06	Archivo JPG	3.712 KB	
DSC05267.JPG	04-04-2024 19:06	Archivo JPG	4.384 KB	
DSC05268.JPG	04-04-2024 19:06	Archivo JPG	3.328 KB	
DSC05269.JPG	04-04-2024 19:06	Archivo JPG	3.968 KB	
DSC05271.JPG	04-04-2024 19:09	Archivo JPG	4.128 KB	
DSC05272.JPG	04-04-2024 19:09	Archivo JPG	4.224 KB	
DSC05273.JPG	04-04-2024 19:12	Archivo JPG	3.648 KB	
DSC05274.JPG	04-04-2024 19:13	Archivo JPG	3.904 KB	
DSC05275.JPG	04-04-2024 19:13	Archivo JPG	3.968 KB	
DSC05276.JPG	04-04-2024 19:14	Archivo JPG	4.320 KB	
DSC05277.JPG	04-04-2024 19:15	Archivo JPG	2.464 KB	
DSC05278.JPG	04-04-2024 19:15	Archivo JPG	3.968 KB	
DSC05279.JPG	04-04-2024 19:15	Archivo JPG	2.752 KB	
DSC05280.JPG	04-04-2024 19:16	Archivo JPG	2.336 KB	
DSC05281.JPG	04-04-2024 19:16	Archivo JPG	2.816 KB	
DSC05282.JPG	04-04-2024 19:20	Archivo JPG	1.824 KB	
DSC05283.JPG	04-04-2024 19:26	Archivo JPG	3.936 KB	
DSC05284.JPG	04-04-2024 19:26	Archivo JPG	3.264 KB	
DSC05285.JPG	04-04-2024 19:26	Archivo JPG	3.104 KB	

CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Norte en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, al siguiente archivo digital que se encuentra en el siguiente enlace:

“http://www.biouls.cl/lrojo/lrojo03/public_html/libro.html”



Folio013763

“Cartilla de Educación Ambiental Digital de la Flora de Atacama”



Redacción y Edición: Raúl Miranda Silva
Investigación: Carlos Pizarro Figueroa
Agrupacion Ecológica Intillapu

Proyecto: “Puesta de en Valor de Tres Sitios Prioritarios de Conservación de la Flora de Atacama”, financiado por el concurso 2020 del Fondo Nacional de Desarrollo Regional, Glosa del 6% de actividades Social y Medio Ambiente.

Gobierno Regional de Atacama – Consejo Regional de Atacama

Redacción y Edición: Raúl Miranda Silva

Investigación, Entrevistas, Imágenes y Difusión: Carlos Pizarro Figueroa, Raúl Miranda Silva, Mario Huerta Cabezas.

Transcripciones: Mario Huerta

Diseño y Diagramación: Raúl Miranda Silva

Coordinación: David Urrea Velásquez

Producción General: Agrupacion Ecológica Intillapu

www.intillapu.cl

Presidente: Marcelo Valenzuela Navarro

Primera Edicion: Agosto del 2021

Registro de propiedad intelectual numero

Cartilla Educativa Digital distribución gratuita

Se autoriza reproducir parte del texto de esta Cartilla Digital, citando la fuente ISBN 978-956-404-487-3



ÍNDICE

PROYECTO PUESTA EN VALOR	Pág. 2
ÍNDICE	Pág. 3
INSTRODUCCIÓN	Pág. 4
AGRADECIMIENTOS	Pág. 6
EL DESIERTO DE ATACAMA	Pág. 7
EL LIBRO ROJO	Pág. 11
ESTRATEGIA Y PLAN DE ACCIÓN	Pág. 12
SITIOS PRIORITARIOS	Pág. 13
CLASIFICACIÓN DE ESPECIES	Pág. 14
EN PELIGRO	Pág. 15
LA FLORA AMENAZADA	Pág. 18
USO ANTROPICO DEL SUELO	Pág. 19
INVESTIGACIÓN DE TERRENO	Pág. 21
TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN DE PROYECTO	Pág. 21
UBICACIÓN DE LOS SITIOS PRIORITARIOS	Pág. 22
LOS JUANITOS	Pág. 23
TIPOS DE REGISTROS	Pág. 26
FICHAS TÉCNICAS	Pág. 27
CHACRITAS	Pág. 32
TIPOS DE REGISTROS	Pág. 35

FICHAS TÉCNICAS **Pág. 36**

QUEBRADA DE MOREL **Pág. 43**

TIPOS DE REGISTROS **Pág. 46**

FICHAS TÉCNICAS **Pág. 47**

ÁRBOLES SECTOR CHACRITAS **Pág. 54**

OTRAS ESPECIES DE FAUNA DE ATACAMA **Pág. 62**

RECOMENDACIONES **Pág. 64**

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS **Pág. 65**

GOBIERNO REGIONAL DE ATACAMA **Pág. 67**



INTRODUCCIÓN

FLORA nativa o endémica amenazada en Atacama, en el desierto de quebradas, es una compilación fotográfica que retrata las primeras acciones de vegetación y comunicación de la biodiversidad de la región de Atacama que, de manera lúdica y formativa, permite investigar, reflexionar en el resguardo y cuidado este patrimonio natural en valor eco sistémicos.

A través de un recorrido por algunos de los sitios más reconocidos de flora nativa de la región de Atacama descubriremos diferente especies nativas que han conservado en épocas donde no hay lluvias, en el desierto, a pesar de las estaciones del año, y que relatan aspectos de la vida de esta vegetación particular, por lo que creemos necesario darlos a conocer a través de las diferentes imágenes.

En estas páginas encontraremos imágenes de expresiones de la flora nativa o endémica, presentes en diferentes sitios prioritarios de conservación de la fauna de nuestra región; flores, arbustos, hierbas sobre quebradas, lo que las hace desconocidas para la mayoría y de incalculable valor para los entendidos.

Aun cuando existen más flora y fauna que no se incluyeron en esta publicación, ya sea porque gozan del secreto de sus investigadores o bien por razones técnicas y logísticas, la Flora nativa en las quebradas muestra una selección de sitios prioritarios con la intención de visibilizar la flora nativa de Atacama y dar cuenta de la necesidad de tomar medidas de protección y educación para evitar que estos sean intervenidos y/o destruidos por acciones vandálicas, por la construcción de alguna obra o por la acción de la naturaleza.

Los invitamos a revisar nuestra naturaleza donde conviven diferentes especies de la región de Atacama y descubrir su biodiversidad que es parte de la memoria histórica cargada de identidad nortina, cuya interpretación sigue siendo compleja y enigmática, incluso para los expertos.



AGRADECIMIENTOS

Quiero dar las gracias primeramente al creador, que creo en siete días, todo lo que existe, por este maravilloso desierto, con toda su Flora y biodiversidad natural de la Flora nativa de Atacama.

Tambien quiero dar la gracias a mis padres por todo su apoyo incondicional, a mis hijos, hermanos, familiares, esta cartilla digital está dedicada especialmente a toda la comunidad diaguita y ancestros, a todas las personas que conocen y las que aún no conocen la floración del desierto más árido del mundo.

Tambien quiero aprovechar la oportunidad de dar gracias a la agrupación Intillapu quien puso toda su confianza en mí. Quienes me motivaron a participar de este gran desafío de edicion de Elaboración de una Cartilla de Educación Ambiental Digital.

Es muy relevante mencionar a todas las agrupaciones medioambientales de la región y el país que cada día hacen un esfuerzo por preservar y proteger la biodiversidad y el enorme trabajo que realizan en los territorios.

Por ultimo a todos esas redes de colaboración que nos ayudaros a exponer nuestro trabajo y a todos los colegios, profesores, alumnos que se conectaron a nuestras redes sociales en transmision directa y tambien presencial. Un abrazo ancestral y Dios mediante sigamos soñando con un mundo mejor para nuestras generaciones en conservar la flora y fauna nativa, el medioambiente, los recursos naturales como el agua, la tierra y el aire. Bendiciones.



EL DESIERTO DE ATACAMA

La tierra, conocida como el planeta azul, recibe este nombre debido a los océanos que recubren el 70% de la superficie del planeta. Sin embargo, a pesar de que la mayor parte de nuestro planeta se encuentre recubierto por agua, también podemos encontrar zonas de gran extensión y condiciones totalmente contrarias, estamos hablando de los desiertos. ¿Sabes cuál es el desierto más antiguo y seco del mundo?



Dónde empieza el desierto de Atacama

El desierto de Atacama es el **desierto más antiguo del planeta**, con más de 150 millones de años, y considerado también el más árido debido a que únicamente se registra una media de **0,5 mm de precipitaciones al año**, existiendo zonas en las que los periodos sin lluvia superan los 300 años.



Se encuentra **en el norte de Chile**, abarcando las regiones de Arica, Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama y Coquimbo, unos 105.000 Km² de superficie en total. Al norte limita con el puerto de Arica, al sur, con la ciudad de Copiapó, al oeste con el océano Pacífico y al este con la cordillera de los Andes, siendo estas dos últimas limitaciones, factores clave en las características climáticas y meteorológicas del desierto.

La presión atmosférica del Pacífico da lugar a una masa de aire estable y seco que **impide la formación de precipitaciones**, es más, produce nieblas y nubes que al entrar en contacto con el terreno pierden su humedad y desecan el ambiente. A esto se le suma el efecto de la cordillera de los Andes, que retiene los vientos húmedos provenientes de la cuenca amazónica y favorece, por lo tanto, las condiciones de aridez y sequedad.

Flora del desierto de Atacama

La presencia de vegetación está vinculada a las condiciones climáticas del territorio. Si bien es cierto que el clima se caracteriza principalmente por sus **elevadas temperaturas y la ausencia de precipitaciones**, por otro lado, existen zonas marginales, algunas situadas a mayor altitud y otras al sur del valle de Copiapó, que presentan mayor nivel de humedad.

En las zonas más áridas del desierto, podemos encontrar **especies adaptadas a estas condiciones** como:

- **Cactáceas**: cactus Copioaoa.
- **Arbustos**: cachiyuyo.
- **Árboles**: tamarugo y algarrobo blanco.



Todos ellos presentan gran **resistencia a la deshidratación y salinidad**. En las zonas más húmedas existe mayor riqueza y diversidad. De hecho, en el desierto de Atacama, tiene lugar uno de los fenómenos más impresionantes a nivel mundial, conocido como “el desierto florido”.

Se relaciona con el fenómeno de El Niño, en el que las mareas se calientan produciendo precipitaciones y con ello, la germinación de **más de 200 especies de flores**, la mayoría de carácter endémico. Destacaremos algunas especies:

- **Suspiros**: cubren extensas superficies, presentando un color blanco o celeste.

- **Pata de Guanaco**: flor característica y muy llamativa debido a su coloración fucsia.

- **Borlón de alforja**: especie endémica, con flor en forma de esfera.

- **Añañuca amarilla**: suele crecer de forma aislada, aunque en este caso forma parte de la floración del desierto junto con las otras especies.

- **Garra de León**: conocida como la joya del desierto, actualmente se encuentra en peligro de extinción debido, por un lado, a su escasez y por otro, a su elevada comercialización.

- **Oreja de zorro**: es una especie endémica con una forma peculiar, similar a un embudo, lo que le permite captar agua, y con pelillos en el interior, para capturar insectos.

- **Malvilla**: una de las especies más abundantes en el desierto, cubre extensas zonas del desierto de un característico color lila.

Algunas otras flores muy representativas del desierto florido son:

- Huilli.
- Celestina.
- Terciopelos.
- Tomatillos.
- Coronilla de Fraile.
- Don Diego de la Noche.
- Lirios de Campo o Azulillos



EL LIBRO ROJO

El Libro Rojo de la Flora Nativa (2008), nos entrega los antecedentes para conocer la Flora de Atacama y da cuenta de los 28 Sitios Prioritarios que, desde la perspectiva de la flora, es necesario resguardar y promover.

Señala que del total de las 980 especies de flora nativa presentes en Atacama, 94 de ellas están con problemas de conservación, en peligro de extinción o vulnerables, y es en ellas que debemos focalizar esfuerzos para su oportuna y debida protección. Asimismo, de esas 980 especies nativas resulta relevante que hay 77 especies que sólo existen en nuestra región.

En el mismo libro se sugiere avanzar en el ***Libro Rojo de la Fauna de Atacama***, una tarea pendiente de parte del Estado y esperamos que este Catálogo sea útil para su realización.



ESTRATEGIA Y PLAN DE ACCIÓN

Estrategia y Plan de Acción de la Biodiversidad de Atacama 2010 – 2017

La Estrategia de Biodiversidad responde a los compromisos asumidos por la Institucionalidad Ambiental en la Estrategia Regional de Desarrollo de Atacama 2008 – 2017, en el Lineamiento Estratégico N°9 de “Medio Ambiente para el Desarrollo Sustentable”, la cual está vigente actualmente, donde se describen objetivos específicos y metas como la Actualización de la Estrategia de Biodiversidad, la elaboración de un Plan de Acción, la identificación de nuevos Sitios Prioritarios y la protección efectiva del Sistema de Áreas Protegidas en Atacama.

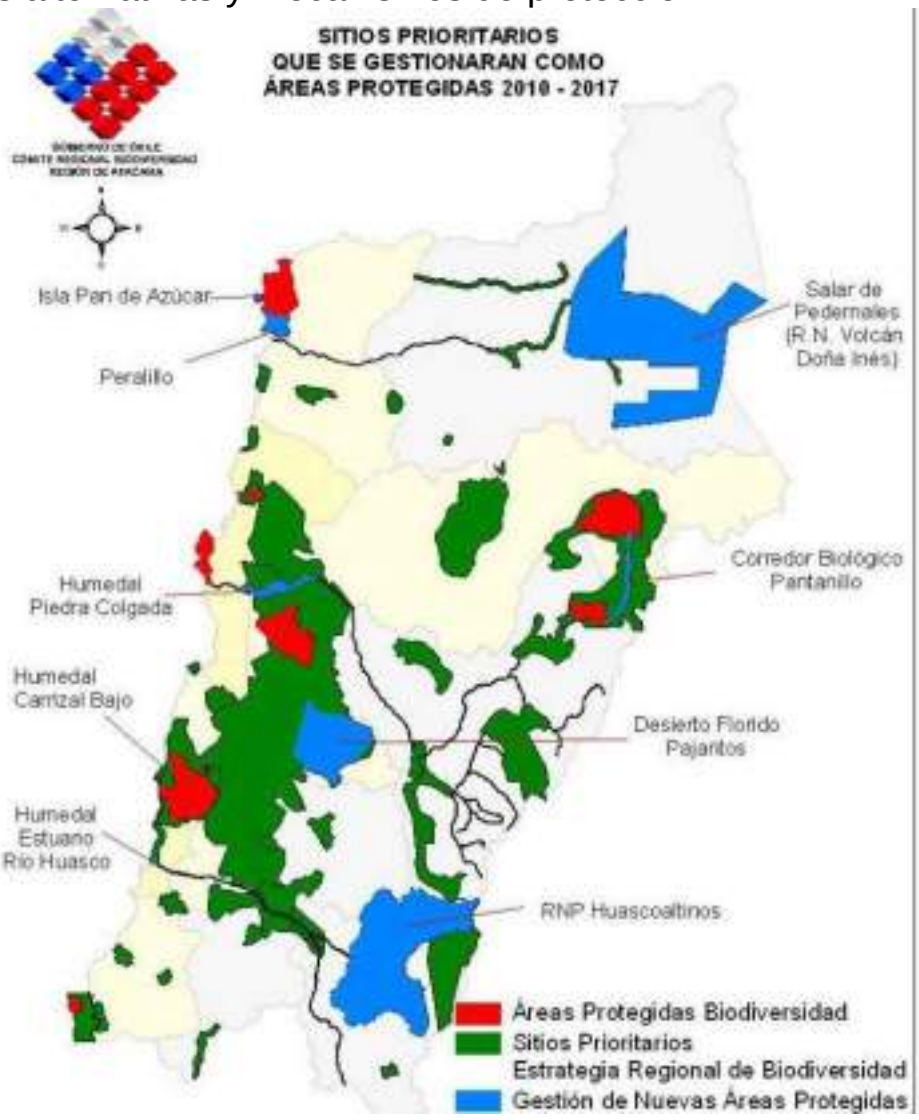


SITIOS PRIORITARIOS

Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad

Constituyen áreas del territorio (terrestre o costero-marina) que representan características ecológicas relevantes y que, por lo mismo, se ha considerado pertinente que se le otorguen protección, a través de los instrumentos pertinentes.

Se considera que la protección de los sitios prioritarios debe hacerse a través de la creación de áreas protegidas, pero también por medio de múltiples alternativas y mecanismos de protección.



CLASIFICACIÓN DE ESPECIES

La clasificación de las plantas, algas, hongos y animales silvestres según estado de conservación, permite evaluar el nivel de amenaza de la diversidad biológica, y por ello, puede contribuir a priorizar recursos y esfuerzos en aquellas especies más amenazadas, al desarrollo de planes y programas de Conservación, a incrementar la investigación sobre ellas, así como también para su consideración en el desarrollo de planificación territorial y de inversión, entre otros.

En Chile, entre el año 2005 y abril de 2012, esta clasificación fue efectuada en virtud del Decreto N° 75 de 2004 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia del Medio Ambiente, mediante el cual se dictó un procedimiento normalizado denominado "Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres", frecuentemente designado con la sigla RCE. El 27 de abril de 2012, este reglamento fue remplazado por el Decreto N° 29 de 2011 del Ministerio del Medio Ambiente que dictó el nuevo Reglamento para Clasificar Especies según Estado de Conservación (denominado con la sigla RCE). Si desea conocer más de este Reglamento y sus modificaciones descargue el archivo "historia de la clasificación de especies en Chile". Este Reglamento es el procedimiento oficial que Chile debe utilizar.



En Peligro

1	Cristaria ovata M. Muñoz	Malvilla
2	Deuterocohnia chrysantha (Phil.) Mez	Chagual del jote
3	Eriosyce rodentiophila Ritter	Sandillón
	Gutierrezia taltalensis Phil.	Monte amarillo
4	Heliotropium inconspicuum Reiche	Palo negro
5	Heliotropium philippianum I.M.Johnst.	Palo negro
6	Oxalis caesia Phil.	Vinagrillo
7	Oxyphyllum ulicinum Phil.	Parafina
8	Prosopis flexuosa DC.	Algarrobo dulce
9	Puya boliviensis Baker	Chagual dulce



Flora Amenazada de la Comuna de Diego de Almagro



En Peligro

1	Atriplex vallenarensis Rosas	Cachiyuyo
2	Bridgesia incisifolia Bertero ex Cambess.	Rumpiato
3	Cyphocarpus psammophilus Ricardi	
4	Equisetum giganteum L.	Canutillo, Hierba del Platero
5	Pintoa chilensis Gay	Pintoa
6	Prosopis chilensis (Molina) Stuntz	Algarrobo



Flora Amenazada de la Comuna de Vallenar



En Peligro

1	Acantholippia trifida (Clos) Moldenke	Rica rica
2	Bridgesia incisifolia Bertero ex Cambess.	Rumpiato
3	Equisetum giganteum L.	Canutillo, Hierba del Platero
4	Leontochir ovallei Phil.	Garra de León
5	Pintoa chilensis Gay	Pintoa
6	Prosopis chilensis (Molina) Stuntz	Algarrobo
7	Prosopis flexuosa DC.	Algarrobo dulce
8	Senecio eriophyton J.Remy	Chachacoma
9	Valeriana senecioides Phil.	



Flora Amenazada de la Comuna de Copiapó



LA FLORA AMENAZADA EN LA REGIÓN DE ATACAMA Y SU ESTADO DE CONSRVACIÓN

Sigla	Organismos	Leyes
SEGPRES	Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la Republica	DS. 75 De 2005 Art. 37 Ley 19300. Sobre bases generales del Medio Ambiente
UICN	Unión Mundial para la Naturaleza	Art. 11 y Art.12
CONAMA	Comisión Nacional del Medio Ambiente	Art.12
SNASPE	Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado	Ley 18.362 de 1984
AMCP-MU	Áreas Marinas Costeras protegidas-Múltiples Usos	Art. 70 Letra b y c Ley 19.300
APP-RNP-RAPP	Áreas Protegidas Privadas-Reserva Natural Privada- Red de Áreas Privadas Protegidas	Art. 35 Ley 19.300
CONAF	Corporación Nacional Forestal	Ley 18.362 19de Oct. 1984

DIVERSIDAD VEGETAL DE LA REGIÓN DE ATACAMA

Flora Nativa	Especies	%
Chile	5000	100%
Atacama	119	19%
Endémicas de Chile	366	54%
Endémicas de Atacama	77	37,3%
Hierbas perennes		40,4%
Arbustos		29,8
Hierbas anuales		23,9%



USO ANTROPICO DEL SUELO

En cuanto a la ocupación del territorio en la región, presentan mayor superficie las áreas desprovistas de vegetación (58% aproximadamente), seguido de las praderas y matorrales (41% aproximadamente).

Superficies según clase de la ocupación del territorio en la región

Clases	Superficie (ha)	%
Áreas desprovistas de vegetación	4.375.000,12	57,9
Áreas urbanas e industriales	32.710,47	0,4
Bosque nativo	0	0,0
Cuerpos de agua	8.731,46	0,1
Humedales	7.246,19	0,1
Infraestructura vial	4.125,68	0,1
Nieves eternas y glaciares	0	0,0
Praderas y matorrales	3.086.160,97	40,8
Terrenos agrícolas	42.861,69	0,6
Terrenos silvícolas	0	0,0
Sin información	0	0,0
Total	7.556.836,58	100

Fuente: MMA, 2014.

Pese a la baja superficie de áreas urbanas e industriales, y terrenos agrícolas, éstos se distribuyen a lo largo del territorio concentrado en ciertas áreas (Figura 1).

INVESTIGACIÓN DE TERRENO

A continuación se presenta el trabajo de investigación en terreno en los 3 Sitios Prioritarios indicados previamente.
Dicho trabajo fue realizado por Carlos Pizarro, quien además contó con el apoyo de Raúl Miranda.

También aprovechamos de agradecer a los profesionales que nos apoyaron con su tiempo a través de las Entrevistas realizadas:

- Guillermo Ready Salame, Seremi de Medio Ambiente, Atacama.
- Héctor Soto Vera, director de Conaf, Atacama.
- Roberto Alegría Olivares, Profesor de educación Básica mención Ciencias Naturales Vallenar.
- Jorge Oporto Marín, Periodista y Guía Turístico de Atacama.
- Eduardo Herrera Caballero, Ingeniero ejecución Industrial, Plan de desarrollo Comunal y en la Unidad de Planificación Territorial y medio ambiente municipal.
- Carlos Pizarro Figueroa, Asesor Técnico en Turismo Local.



TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN DE PROYECTO

Para la investigación, se realizó un viaje inicial de prospección a cada uno de los 3 Sitios, en una segunda y tercera visita se realizó el avistamiento in situ de la Flora nativa y un cuarto viaje de registro audiovisual.

El trabajo de campo de visualización se realizó con rutas de forma radial de unos 250 metros de radio en cada sector, siguiendo líneas rectas en pendientes de las quebradas y cerros en diferentes lugares de cada sitio, con tiempo de observación de 5 a 10 minutos en puntos fijos.

Herramientas tecnológicas:

Se realiza una revisión comparativa con aplicaciones web, como https://www.google.cl/maps, https://maps.me/

Se utilizan para registro georeferencia un equipo Garmin GPS Inreach y su mapa https://explore.garmin.com/Map.

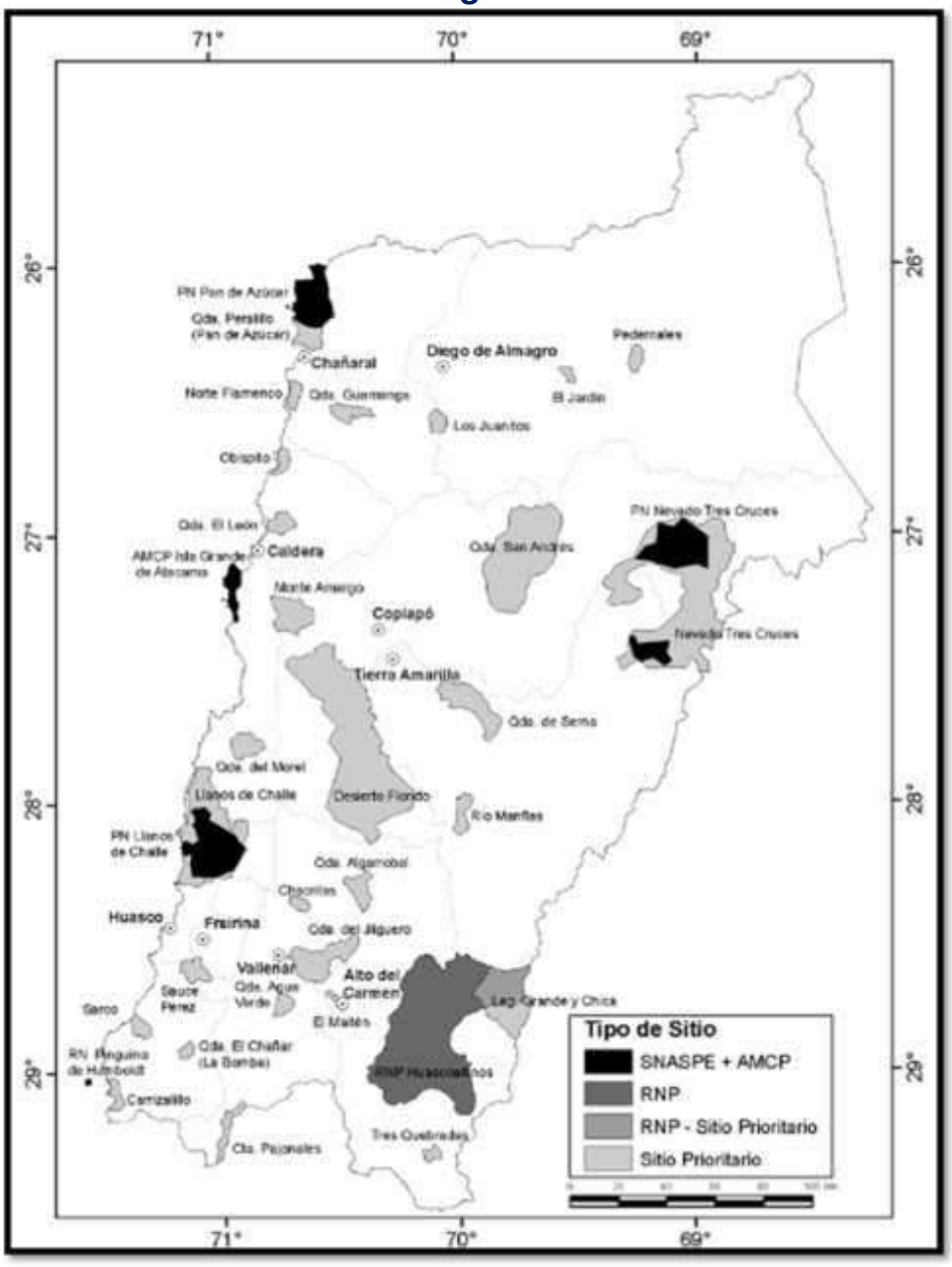
Para registro fotográfico y audiovisual un móvil Huaweii Pro30 lite y una cámara Nikon
D3300.



UBICACIÓN DE LOS TRES SITIOS PRIORITARIOS

Sitios prioritarios para la conservación de las especies de flora amenazada de la Región de Atacama.

Los 28 sitios prioritarios representan los territorios necesarios para proteger a las especies de plantas nativas amenazadas de extinción en la Región de Atacama.



LOS JUANITOS

La Región de Atacama mantiene en su territorio una gran diversidad biológica, tal como queda evidenciado en su flora. La conservación de esta diversidad depende en gran medida de la valoración que la sociedad atacameña haga de ella; sin embargo para que ello sea posible, para valorar su flora, la sociedad de Atacama requiere, primero que todo, conocerla ya para eso es necesario resguardar y promover para que también las generaciones futuras puedan disfrutar de esta herencia natural.

Los seres humanos se han convertido en los principales agentes de cambio del medio ambiente, influyendo en la biodiversidad y la estructura de los ecosistemas de muchas maneras. La contaminación del aire, la deforestación, el desarrollo urbano, la propagación de especies exóticas y los cambios en la composición de la atmósfera están alterando el funcionamiento de los ecosistemas. Esta alteración disminuye significativamente la capacidad de los ecosistemas para proporcionar servicios y recursos para nuestro uso. Chile no ha estado exento a estas tendencias con evidentes consecuencias para su capital biológico.

Con una gran influencia en la calidad de vida de la humanidad, los servicios eco sistémicos pasan inadvertidos por la mayoría de los seres humanos en su vida cotidiana. Desde la llegada del hombre a la Región de Atacama, la tierra les entregó los recursos que necesitaban (p.ej., agua, alimento, medicina, vestido); con la colonización española,

Los recursos naturales facilitaron el desarrollo de la región hasta nuestros días. La minería dependía de la leña como combustible para las fundiciones. También el desarrollo de la agricultura fue a expensas del suelo formado por la vegetación de los valles y el agua de los ríos.

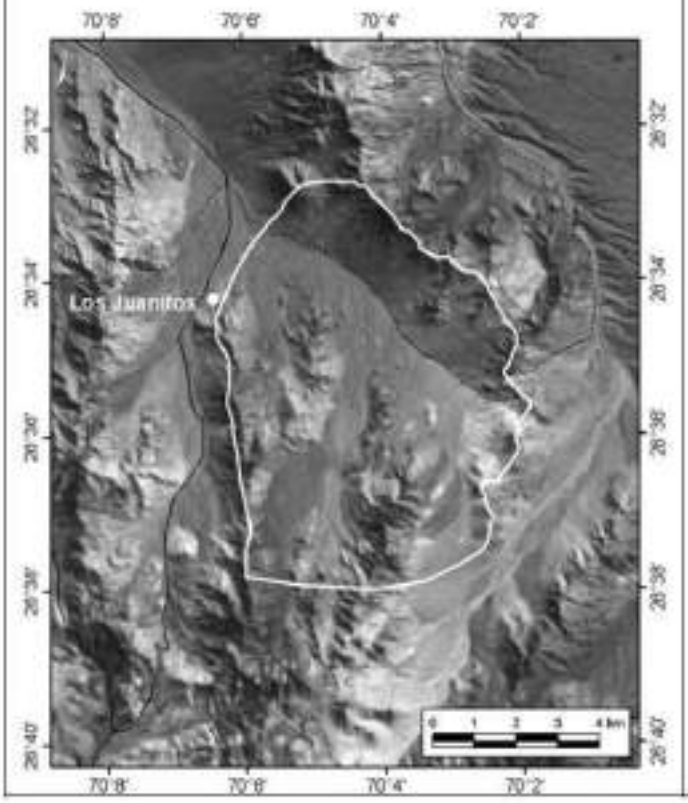


Un área protegida es un área de la tierra y/o del mar dedicada especialmente a la protección y al mantenimiento de la diversidad biológica, y de sus recursos naturales y culturales asociados, y manejados a través de medios legales u otros eficaces.

Los Juanitos se ubica a 25 km al Sur de la ciudad de Diego de Almagro. Se accede por la ruta C-17 y luego por la de tierra C-295. Abarca una Superficie de 54,3 km2, hasta la fecha se encuentra sin información de propiedad de la tierra. Durante la investigación pudimos registrar diversas Especies nativas.



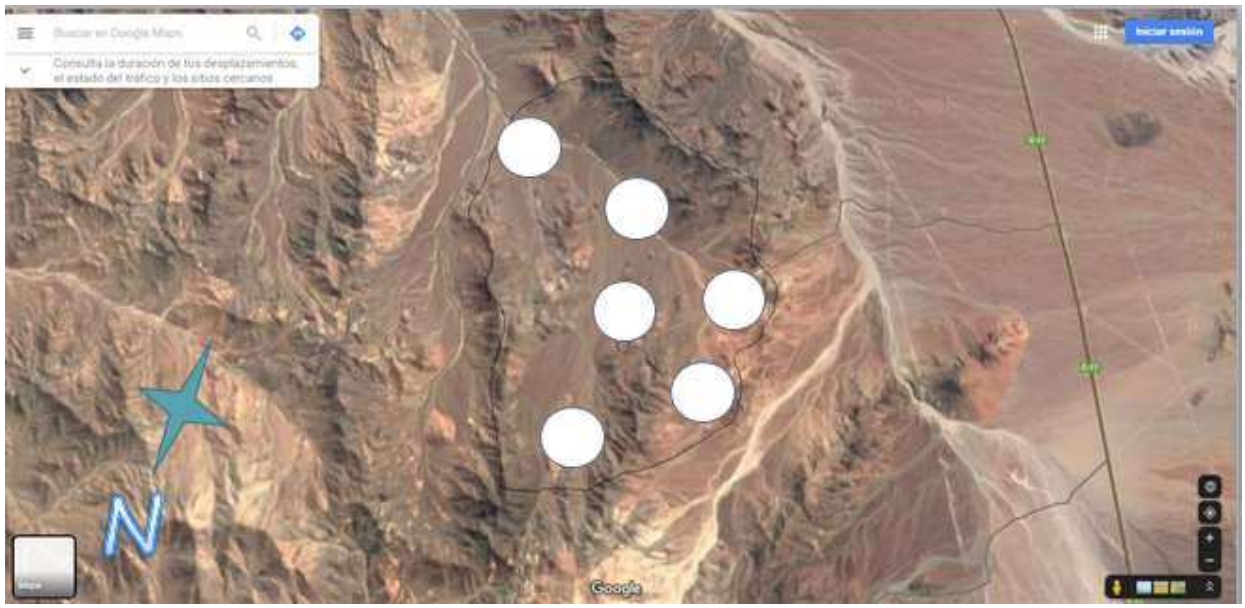
Los Juanitos



Se ubica a 25 km al Sur de la ciudad de Diego de Almagro. Se accede por la ruta C-17 (carpeta de asfalto) y luego por la C-295 (tierra).

Superficie = 54,3 km^2, sin información de propiedad de la tierra.

Especies nativas = 7
EP= 1
VU= 0





Especie Nombre Común		Tipo de Registro						
	Nombre Científico	Endémica	Nativa	En Peligro EP	Vulnerable VU	Fuera de Peligro FP	Insuficientemente conocida IC	No Evalúa NE
Pingo Pingo	EPHEDRA CHILENSIS		x	x				
Suspiro-Sosa	EPHEDRA CHILENSIS	x				x		
Huidobina	CHILENSIS	x						
Te Burro, Te Bravo, Colorado	DINEMANDRA ERICOIDES	x				x	x	
Vinagrillo	OXALIS CAECIA PHIL		x			x		
Porotera, Retamilla, Sanalotodo, Retamo	CAESALPINIA ANGULATA		x					
Palo Negro	HELIOTROPIUM STENO	x				x		







NOMBRE COMUN	PINGO PINGO
NOMBRE CIENTIFICO	EPHEDRA CHILENSIS
CARACTERISTICAS	ARBUSTO RAMOSO DE 30 A 120 CM. RAMAS EPICALES DE 0,8 A 1 MM DE DIAMETRO Y DE 4 CM. DE LARGO, CON ENTRENUDOS SITUADOS A DISTANCIA ENTRE 1 A 4 CM. HOJAS ANGOSTOSAS, LANCEOLADAS DE 1 A 10 MM. DE LARGO.
PROPIEDADES	USOS TRADICIONALES, PROBLEMAS URUNARIOS Y PROSTÁTICOS, PROBLEMAS ESTOMACALES, REFRIOS.
EFECTOS	DEPURATIVOS, DIURETICO, SUAVE.
LUGAR DE REALIZACION DEL ESTUDIO	LOS JUANITOS, COMUNA DE DIEGO DE ALMAGRO.

26





NOMBRE COMUN	SUSPIRO / SOSA
NOMBRE CIENTIFICO	NOLANA LEPHOPHYLA
CARACTERISTICAS	ESTA ESPECIE EN PARTICULAR ES ENDEMICA CON UNA DISTRIBUCION LIMITADA EN EL BORDE COSTERO DE LA REGION DE ATACAMA.
LUGAR DE REALIZACION DEL ESTUDIO	SITIO JUANITOS, COMUNA DE DIEGO DE ALMAGRO.

27





NOMBRE COMUN	HUIDOBRIA
NOMBRE CIENTIFICO	CHILENSIS
CARACTERISTICAS	ARBUSTO DE ORIGEN ENDEMICA ANUAL 0,5 M. RAMOSA, ASPERA, HOJAS ALTERNAS MAS O MENOS LINEALES, CON RAMITAS CORTAS, HOJOSAS EN LAS AXILAS, FLORES CORTANTES PERDUNCULADAS, PETALOS BLANCOS, IMBRICADOS, UNGUICULADOS, ESCAMAS BLANCAS TERMINADAS EN CUATRO LÓBULOS, QUE SE ESTIRAN CADA UNA EN UN HILO, 5 ESTAMINODIOS DEL DOBLE LARGO DE LA ESCAMA.
LUGAR DE REALIZACION DEL ESTUDIO	LOS JUANITOS, COMUNA DE DIEGO DE ALMAGRO.

28





NOMBRE COMUN	TE BURRO, TE BRAVO, COLORADO
NOMBRE CIENTIFICO	DINEMANDRA ERICOIDES
CARACTERISTICAS	ARBUSTO DE ORIGEN ENDÉMICA, SEMILLA DE ESTA ESPECIE SE ENCUENTRA CONSERVADAS DE MANERA IN–SITU EN EL BANCO BASE DE SEMILLAS INIA-VICUÑA INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION AGROPECUARIA.
LUGAR DE REALIZACION DEL ESTUDIO	LOS JUANITOS, COMUNA DE DIEGO DE ALMAGRO.

29





NOMBRE COMUN	VINAGRILLO
NOMBRE CIENTIFICO	OXALIS CAECIA PHIL
CARACTERISTICAS	ARBUSTO ENANO, DE HASTA 10 CM DE ALTO, CESPITOSO, CARNOSO, GRISÁCEO, FORMANDO COJINES DE HASTA 20 CM DE DIAMETRO, TALLO LEÑOSO, CON UNA PARTE SUBTERRÁNEA, DENSAMENTE RAMIFICADO Y MUY HOJOSO EN LOS EXTREMOS.
LUGAR DE REALIZACION DEL ESTUDIO	LOS JUANITOS, COMUNA DE DIEGO DE ALMAGRO

30





NOMBRE COMUN	POROTERA, RETAMILLA, SANALOTODO, RETAMO
NOMBRE CIENTIFICO	CAESALPINIA ANGULATA
CARACTERISTICAS	ES UN ARBUSTO DE HASTA 1 METRO DE ALTO POR IGUAL DE DIAMETRO, DE RAMAS ERECTAS Y ANULOSAS. ERECTAS Y ANGULOSAS. LAS HOJAS, COMPUESTAS TIENEN UN PECIOLO COMÚN DE 2 A 3 HOJAS PINNADAS (LA DEL MEDIO DE MAYOR TAMAÑO), CADA PINNA CON 5 A 8 PARES DE FOLÍOLOS ELÍPTICOS.
LUGAR DE REALIZACION DEL ESTUDIO	LOS JUANITOS, COMUNA DE DIEGO DE ALMAGRO.

31





NOMBRE COMUN	PALO NEGRO
NOMBRE CIENTIFICO	HELIOTROPIUM STENO
CARACTERISTICAS	TIPO DE PLANTA ARBUSTO ENDÉMICA, FLOR BLANCO DE 5 PETALOS, ERECTO DE 0.6-2 METROS DE ALTURA.FLORACION PRINCIPAL DE AGOSTO A NOVIEMBRE, CONDICIONES DE LUZ, EXPUESTO. PLENO SOL SIN NINGUNA PROTECCIÓN. PARTES PLANAS O LADERAS DE EXPOSION NORTE.
LUGAR DE REALIZACION DEL ESTUDIO	LOS JUANITOS, COMUNA DE DIEGO DE ALMAGRO.

32

NOMBRE COMUN	PLANTA PERENNE
NOMBRE CIENTIFICO	Fagonia chilensis
CARACTERISTICAS	Endémica, Frecuente Tamaño: 30 cm. **Tipo de planta:** Perenne, **Flor:** Rojo, 5 pétalo Tamaño: 30 cm. **Hábitat según la elevación:** Elevación baja, valles del interior. Cordillera de la costa, 500 - 2000 m. Costa, 0 - 500 m **Condiciones de agua:** Áreas de secano, donde el período seco sin precipitaciones dura 6 - 10 meses. Las precipitaciones alcanzan 100 - 300 mm anuales, concentrándose en invierno. **Condiciones de luz:** Algo de sombra. Algo de protección contra el sol por vegetación poco espesa, rocas, etc., que filtran aprox. 20 - 40 % de la luz. Planta expuesta, pero con protección contra la luz directa por la niebla costera (camanchaca)
LUGAR DE REALIZACION DEL ESTUDIO	LOS JUANITOS, COMUNA DE DIEGO DE ALMAGRO.





33





NOMBRE COMUN	ROSITA
NOMBRE CIENTIFICO	Cruckshanksia hymenodon
CARACTERISTICAS	Familia: Rubiaceae Altura de la planta: 10-25 cm. Flores (diámetro): 1,0 cm. Distribución: Región de Atacama hasta la Región Metropolitana. También en ArgentinaP.N. Pan de Azúcar: Quebrada
LUGAR DE REALIZACION DEL ESTUDIO	LOS JUANITOS, COMUNA DE DIEGO DE ALMAGRO.

35



CHACRITAS

En medio del **desierto más árido del planeta** tiene lugar el fenómeno denominado **desierto florido**, una de las principales atracciones turísticas de Chile.

A pesar de la aridez y escasas lluvias presentes en la zona durante el año, más de 200 especies de flores aparecen para crear un contraste de colores maravillosos. Durante los meses julio a noviembre es posible apreciar un rápido y abundante crecimiento de distintas especies de planta de vida corta, la flora (lirios, Añañucas) y fauna especialmente sus famosos y variados coleópteros y reptiles. Las semillas naturales existentes en el suelo desértico se mantienen a pesar de las condiciones climáticas propias del desierto. El fenómeno del Niño es el causante de las precipitaciones en medio del desierto de Atacama (15 mm), posibilitando la germinación de los bancos de semillas naturales que se encuentran en estado latente diseminados en el lugar.

El fenómeno del desierto florido se dio en 1997 y se repitió solo en 2015 tras el gran aluvión que afectó la región de Atacama generando grandes pérdidas materiales y humanas. Dependiendo de las precipitaciones el desierto florece cada 5 o 10 años, pero los efectos del cambio climático hacen prever una mayor frecuencia en el futuro.



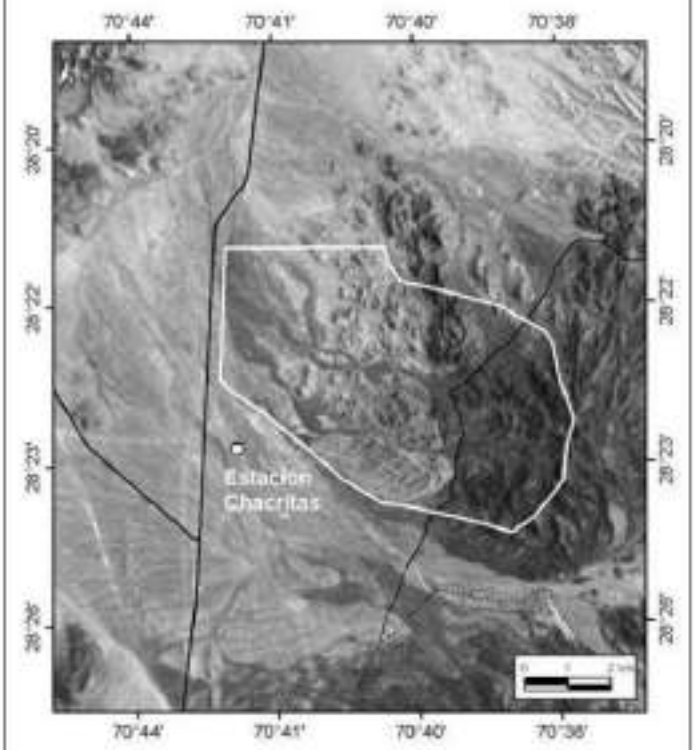
La leyenda indica que en una pequeña villa cercana una hermosa mujer era cotejada por los pueblerinos, a los que ella se negaba. Un día un minero llega al pueblo y enamora a la joven. Tras un sueño premonitorio, el minero partió buscando oro, dejando a su amada en el pueblo prometiendo volver, pero nunca regresó. La mujer lloró largo tiempo y murió de pena, los pobladores la enterraron en el lugar donde sus lágrimas, como agua, dan vida al hermoso paisaje de flores multicolores.

En la zona también es posible practicar trekking, paseos en bicicleta o realizar picnics familiares a una temperatura agradable promedio de 18 °. Los lugares más recomendados para su observación se encuentran en la ruta Domeyko a Chañaral de Aceituno, ruta Freirina a Aguada de Tongoy, Huasco Bajo a Carrizal Bajo, Quebrada Oriente en Parque Nacional Llanos de Challe, Canto del Agua, Sector Pajaritos, Algarrobal y Travesía en ruta 5 y Sector Totoral Bahía Salada.



Majada "Chacritas", 20 km., aprox., norte de Vallenar. Fotografía de los años

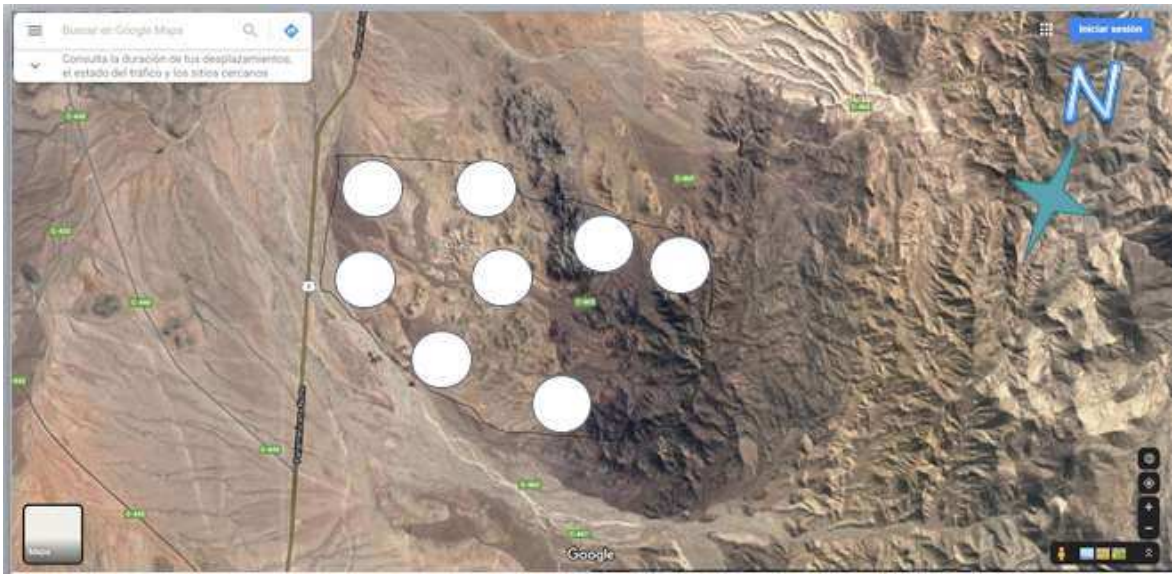
Chacritas



Se ubica a 23 km al norte de la ciudad de Vallenar, al costado este de la Carretera Panamericana. La atraviesa la ruta D-465.

Superficie = 37,1 km^2, el 29,5% esta en terrenos fiscales y el 70,5% es de propiedad privada.

Especies nativas = 16
EP= 1
VU= 1





Especie Nombre Común	Nombre Científico	Tipo de Registro						
		Endémica	Nativa	En Peligro EP	Vulnerable VU	Fuera de Peligro FP	Insuficientemente conocida IC	No Evalúa NE
Espino Blanco o Espino Albar	HELIOTROPIUM STENO		x		x	x		
Porotera, Retamillo, Sanalotodo, Retamo	CAESALPINIA ANGULATA		x			x		
Matorral	CAESALPINIA ANGULATA		x			x	x	
Matorral Desértico	ATRIPLEX IMBRICATA					x	x	
Copao	EULYCHNIA BREVIFLORA		x			x		
Alcapara	SIENNA CUMINGUI	x						
Quepo, Copana, Quisque, Leoncito	MAIHUENIOPSIS GLOMERATA		x			x		
Oreja de Zorro	ARISTOLOCHIA CHILENSIS	x		x				







NOMBRE COMUN	ESPINO BLANCO O ESPINO ALBAR
NOMBRE CIENTIFICO	CRATAEGUS MONOGYNA
CARACTERISTICAS	ES UNA PLANTA FANEROGAMA PERTENECIENTE A LA FAMILIA DE LAS ROSACEAS.
LUGAR DE REALIZACION DEL ESTUDIO	CHACRITA, COMUNA DE VALLENAR

40





NOMBRE COMUN	POROTERA, RETAMILLA, SANALOTODO, RETAMO
NOMBRE CIENTIFICO	CAESALPINIA ANGULATA
CARACTERISTICAS	ES UN ARBUSTO DE HASTA 1 METRO DE ALTO POR IGUAL DE DIAMETRO, DE RAMAS ERECTAS Y ANULOSAS. ERECTAS Y ANGULOSAS. LAS HOJAS, COMPUESTAS TIENEN UN PECIOLO COMÚN DE 2 A 3 HOJAS PINNADAS (LA DEL MEDIO DE MAYOR TAMAÑO), CADA PINNA CON 5 A 8 PARES DE FOLÍOLOS ELÍPTICOS.
LUGAR DE REALIZACION DEL ESTUDIO	CHACRITA, COMUNA DE VALLENAR

41





NOMBRE COMUN	MATORRAL
NOMBRE CIENTIFICO	BULSENIA CHILENSIS GAY
CARACTERISTICAS	MATORRAL BAJO,POBRE EN ESPECIES.
LUGAR DE REALIZACION DEL ESTUDIO	CHACRITA, COMUNA DE VALLENAR

42





NOMBRE COMUN	MATORRAL DESERTICO
NOMBRE CIENTIFICO	ATRIPLEX IMBRICATA
CARACTERISTICAS	MATORRAL MUY ABIERTO, SE ENCUENTRA AL SUR DE LA REGION DE ATACAMA, FORMACIONES VEGETALES DEL DESIERTO FLORIDO DE LAS SERRANIAS.
LUGAR DE REALIZACION DEL ESTUDIO	CHACRITA, COMUNA DE VALLENAR

43



NOMBRE COMUN	COPAO
NOMBRE CIENTIFICO	EULYCHNIA BREVIFLORA
CARACTERISTICAS	COPAO,EL SUPERALIMENTO DEL DESIERTO CHILENO, FRUTO UNICO Y RESISTENTE QUE FUE CONSUMIDO ANCESTRALMENTE POR LOS DIAGUITAS CAPTUS SILVESTRE ENDEMICO DE LA REGION DE ATACAMA
LUGAR DE REALIZACION DEL ESTUDIO	CHACRITA, COMUNA DE VALLENAR





NOMBRE COMUN	ALCAPARRA
NOMBRE CIENTIFICO	SENNA CUMINGUII
CARACTERISTICAS	ARBUSTO ENDEMICO DE CHILE,SIEMPRE VERDE DE HASTA 2 METROS DE ALTO
LUGAR DE REALIZACION DEL ESTUDIO	CHACRITA, COMUNA DE VALLENAR







NOMBRE COMUN	QUEPO, COPANA, QUISQUE, LEONCITO
NOMBRE CIENTIFICO	MAIHUENIOPSIS GLOMERATA
CARACTERISTICAS	COJINES HEMISFERICOS HASTA 1 M DE ALTO Y ALGO MAS DE DIAMETRO, ARTEJOS OVOIDES CON APICE AGUSADO DE 2-4-5 CM. DE LONGITUD 0,8-1.3 CM. DE DIAMETRO, VERDE OSCURO AREOLAS ESPACIADAS EN LA MITAD INFERIOR DE LOS ARTEJOS MAS DENSA EN LA SUPERIOR ESPINAS SOLO EN LAS AREOLAS SUPERIORES.
LUGAR DE REALIZACION DEL ESTUDIO	CHACRITA, COMUNA DE VALLENAR

46





NOMBRE COMUN	OREJA DE ZORRO
NOMBRE CIENTIFICO	ARISTOLOCHIA CHILENSIS
CARACTERISTICAS	HIERBA TREPADORA, ENDÉMICA DE CHILE, DE TALLOS ESTRIADOS AMARILLOS O ROJIZOS DE 40-100 CM DE LARGO. LOS TALLOS TREPADORES TIENEN HOJAS ALTERNAS EN FORMA DE BUMERAN. LAS FLORES PUEDEN SER DE COLOR AMARILLENTO O MARRON- PÚRPURA Y EMITEN UN OLR DESARRADABLE QUE ATRAE A LAS MOSCAS QUE LA POLINIZAN. LAS FLORES ACTUAN COMO UNA TRAMPA DE POLINIZACIÓN, PRESENTANDO PELOS EN LA FLOR QUE SE DIRIGEN HACIA ABAJO, SIMILAR A LOS DE LAS PLANTAS CARNIVORAS; CON LO CUAL IMPIDEN LAS SALIDAS DE LAS MOSCAS. UNA VEZ ATRAPADA DENTRO DEL UTRICULO (UNA ESTRUCTURA EN FORMA DE SACO DE LA FLOR), EL POLEN DE LOS ESTAMBRES SE DEPOSITA EN LAS MOSCAS; Y EL POLEN QUE TRAJERON CON ELLA SE DEPOSITA SOBRE EL ESTIGMA AL ENTRAR. DENTRO DE LA FLOR, SE MANTIENE COMO NECTARIO POR UN DIA, MIENTRAS QUE LOS ESTAMBRES MADURAN Y LA FLOR SE MARCHITA. ESTO LIBERA LA TENCION EN LOS PELOS Y LIBERA ALAS MOSCAS. LA FLOR CRECE GENERALMENTE ENTTRE 15-30 CM. DE ALTO CON LAS RAMAS TREPADORAS CRECIENDO APROXIMADAMENTE 1 M.
LUGAR DE REALIZACION DEL ESTUDIO	CHACRITA, COMUNA DE VALLENAR

47





NOMBRE COMUN	HUANIL
NOMBRE CIENTIFICO	Proustia ilicifolia
CARACTERISTICAS	**Tipo de planta:** Arbusto, **Flor:** Blanco, sin información sobre el número de pétalos. Tamaño: 3 m. **Hábitat según la elevación:** Elevación media (hasta el límite del bosque). (la elevación absoluta depende de la latitud). Elevación baja, valles del interior. Cordillera de la costa, 500 - 2000 m. Costa, 0 - 500 m **Condiciones de agua:** Secano, donde el período sin precipitaciones dura 3 - 5 meses. Las precipitaciones alcanzan 400 - 800 mm anuales, concentrándose en invierno.
LUGAR DE REALIZACION DEL ESTUDIO	CHACRITA, COMUNA DE VALLENAR

48



NOMBRE COMUN	QUINTRAL DEL QUISCO, FOSFORITO
NOMBRE CIENTIFICO	Tristerix aphyllus
CARACTERISTICAS	El Quintral del Quisco (*Tristerix aphyllus*) es una planta hemiparásita, endémica de Chile. Se trata de una pequeña planta que presenta tallos lampiños y además carece de hojas. Las flores de *Tristerix aphyllus* se desarrollan en una inflorescencia de racimo en el ápice de las ramitas, las que pueden tener o no bractéolas
LUGAR DE REALIZACION DEL ESTUDIO	CHACRITA, COMUNA DE VALLENAR



49

NOMBRE COMUN	VARILLA BLANCA
NOMBRE CIENTIFICO	Adesmia argentea meyen
CARACTERISTICAS	Semillas de esta especie se encuentran conservadas de manera ex-situ en el Banco Base de Semillas de Inia-Vicuña. **Tipo de planta:** Arbusto **Flor:** Amarillo, 5 pétalos Tamaño: 2 m.
LUGAR DE REALIZACION DEL ESTUDIO	CHACRITA, COMUNA DE VALLENAR





50

Quebrada de Morel

Se trata de Quebrada de Morel, ubicada al suroeste de la ciudad de Copiapó, declarada como área prioritaria de conservación debido a la biodiversidad que aloja. La Tercera, 10 de enero 2010.

La Quebrada de Morel, ubicada a 80 kilómetros al suroeste de Copiapó, es el hogar de especies en peligro de extinción, como el Prosopis flexuosa o algarrobo dulce, arbusto que sobrevive en el lugar gracias a las aguas subterráneas. De hecho, el 28 de diciembre, la Comisión Regional del Medio Ambiente de Atacama estableció 44 sitios prioritarios de conservación en la región, entre ellos ese lugar.

Pero la zona se encuentra al interior de la hacienda Castilla, propiedad de la empresa MPX Energía de Chile, la cual pretende levantar una central termoeléctrica a 14 km de este sitio prioritario (ver recuadro). El complejo contempla la instalación de un depósito de 125 hectáreas para las cenizas que podrían impactar ambientalmente el lugar. De allí surgió la idea de que la compensación incluyera un área protegida privada en esta zona financiada por la empresa, tal como lo establece la nueva Ley de Bosque Nativo, la que se convertiría en la primera de su tipo. "Como el Estado tiene definidas otras prioridades de protección, se sugiere que por la vía de compensaciones los titulares puedan hacerse cargo de administrar estas áreas", explica Alberto Peña, director regional de la Conaf de Atacama.

Francisco Squeo, investigador del Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas, encabezó el estudio base para el plan de manejo de la futura área protegida. Su rastreo de la zona de Quebrada de Morel arrojó datos interesantes: la zona aloja a cien especies vegetales, algunas vulnerables como la algarrobilla y la cactácea Copiapó megarhiza. Entre la fauna autóctona destacan el Thylamys elegans o llaca, uno de los tres marsupiales chilenos y que no había sido registrado en la zona, además del zorro chilla y el guanaco, especies que se encuentran en peligro de extinción.

Otro hallazgo llamativo fue la presencia de 140 especies de artrópodos, categoría que incluye a insectos, arácnidos y crustáceos.

Entre ellos destacan cuatro especies de escorpiones, detectados de noche gracias al uso de luz ultravioleta.

MITIGACIÓN PARCIAL

El área protegida propuesta por la empresa tiene 12 mil hectáreas y contempla guarda parqués, zonas diferenciadas de conservación, investigación científica y uso público. El costo total fluctuaría entre 500 mil y un millón de dólares y su implementación podría comenzar a fines de este año.

Paola Vasconi, directora del programa de Medio Ambiente de ONG Terram, explica que "dadas las dimensiones y el tipo de central, en ningún caso un área como la que se está proponiendo va a compensar todos los efectos que este proyecto provocará en el sector ni a las comunidades". La misma idea plantea Alberto Peña, de Conaf. Además, Vasconi postula que debiera exigirse a la empresa que los acopios de cenizas sean encapsuladas.



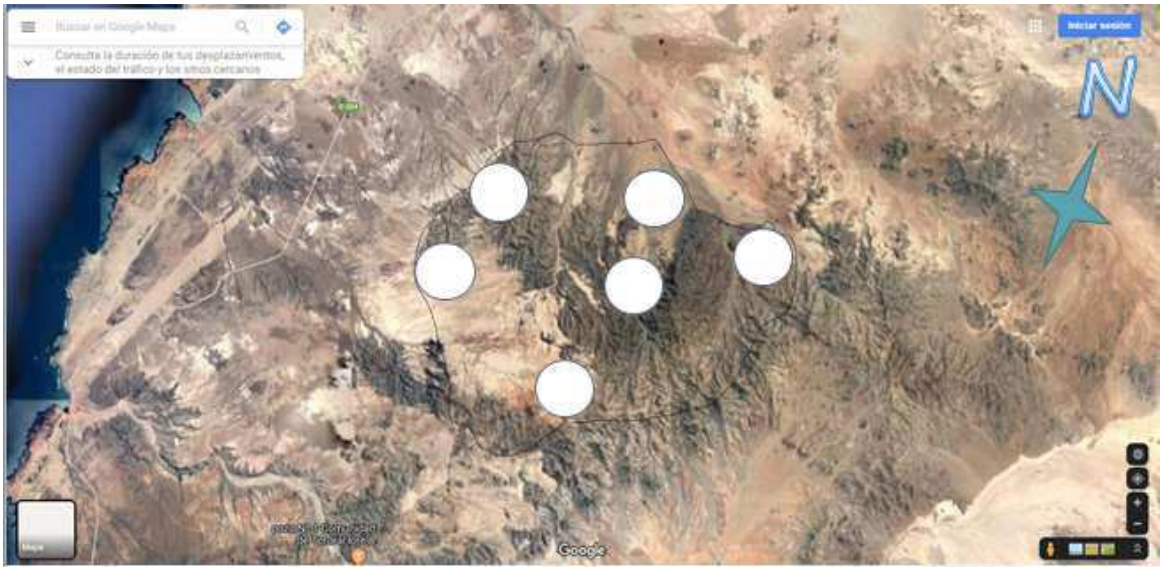
Quebrada del Morel (Quebrada Casa de Piedra)



Se ubica a sureste de Bahía Salada y al sur de la Qda. Corriente de Palmira. La cruza la Qda. Casa de Piedra. Se accede desde la Carretera Panamericana por la ruta C-109, o por el camino costero.

Superficie = 110,0 km^2, en terrenos de propiedad privada.

Especies nativas = 66
EP= 2
VU= 2





Especie Nombre Común		Tipo de Registro						
	Nombre Científico	Endémica	Nativa	En Peligro EP	Vulnerable VU	Fuera de Peligro FP	Insuficientemente conocida IC	No Evalúa NE
Duro-Captus	COPIAPOA ECHINOIDES		x					
Alcaparra	SENNA COMINGII		x			x		
	Equus asinus	x						
Suspiro / Sosa	NOLANA LEPTOPHYLLA	x				x		
Copao	EULYCHNIA BREVIFLORA		x			x		
Captus	CYLINDROPUNTIA TUNICATA	x						
Copao	EULY CHINIA BRENIFLORA		x		x			
Palito Negro	HELIATROPIUM STENOPHYLUM		x			x		
Cuerno de Cabra o Cuernecillo	SKYTANTHUS ACUTUS MEYEN	x				x		
Liquenes, Cuernos de Desierto (4 tipos distintos)	SANTESSONIA CERVICOMIS FOLLMANN		x		x			x
Tamarugo Enano, Algarroba, Algarrobo	PROSOPIS FLEXUOSA		x					
Perrito, Gatito, Quisco, Espina de Suri	CUMULOPUNTIA SPAERICA		x					
Liquenes, Cuernos de Desierto (4 tipos distintos)	SANTESSONIA CERVICOMIS FOLLMANN		x			x		x
Pata de Guanaco	CISTANTHE CACHINALENSIS		x	x				







NOMBRE COMUN	DURO
NOMBRE CIENTIFICO	COPIAPOA ECHINOIDES
CARACTERISTICAS	ESTA ESPECIE ES NATIVA DE ATACAMA, CACTUS DE COLOR VERDE GRISACEO O MARRON Y CUERPO GLOBOSO EN SU JUVENTUD,PUEDE MEDIR 18 CM DE DIAMETRO.
LUGAR DE REALIZACION DEL ESTUDIO	SITIO MOREL, COMUNAS DE COPIAPO Y CALDERA

55





NOMBRE COMUN	ALCAPARRA
NOMBRE CIENTIFICO	SENNA CUMINGII
CARACTERISTICAS	ARBUSTO SIEMPRE VERDE DE HASTA 2 METROS DE ALTURA, TRONCO Y RAIZ ROBUSTA, HOJAS COMPUESTAS, FLORES AMARILLO BRILLANTE.
LUGAR DE REALIZACION DEL ESTUDIO	SITIO MOREL, COMUNAS DE COPIAPO Y CALDERA

56





NOMBRE COMUN	SUSPIRO / SOSA
NOMBRE CIENTIFICO	NOLANA LEPTOPHYLLA
CARACTERISTICAS	ESTA ESPECIE EN PARTICULAR ES ENDEMICA CON UNA DISTRIBUCION LIMITADA EN EL BORDE COSTERO DE LA REGION DE ATACAMA.
LUGAR DE REALIZACION DEL ESTUDIO	SITIO MOREL, COMUNAS DE COPIAPO Y CALDERA

57





NOMBRE COMUN	COPAO
NOMBRE CIENTIFICO	EULYCHNIA BREVIFLORA
CARACTERISTICAS	COPAO, EL SUPERALIMENTO DEL DESIERTO CHILENO, FRUTO UNICO Y RESISTENTE QUE FUE CONSUMIDO ANCESTRALMENTE POR LOS DIAGUITAS CAPTUS SILVESTRE ENDEMICO DE LA REGION DE ATACAMA
LUGAR DE REALIZACION DEL ESTUDIO	SITIO MOREL, COMUNAS DE COPIAPO Y CALDERA

58



NOMBRE COMUN	CAPTUS
NOMBRE CIENTIFICO	CYLINDROPUNTIA TUNICATA
CARACTERISTICAS	ES UN ARBUSTO CARNOSO CON TALLO CILINDRICO ARMADO DE ESPINAS, DE COLOR VERDE Y FLORES DE COLOR VERDE Y AMARILLO.
LUGAR DE REALIZACION DEL ESTUDIO	SITIO MOREL, COMUNAS DE COPIAPO Y CALDERA

59



NOMBRE COMUN	COPAO
NOMBRE CIENTIFICO	EULYCHINIA BREVIFLORA
CARACTERISTICAS	CAPTACIAS CON ESPINAS DURAS ,LA PLANTA PUEDE MESDIR 1,50 M.
LUGAR DE REALIZACION DEL ESTUDIO	SITIO MOREL, COMUNAS DE COPIAPO Y CALDERA

60



NOMBRE COMUN	PALITO NEGRO
NOMBRE CIENTIFICO	HELIOTROPIUM STENOPHYLUM
CARACTERISTICAS	TIPO DE PLANTA ARBUSTO ENDÉMICA, FLOR BLANCO DE 5 PETALOS, ERECTO DE 0.6-2 METROS DE ALTURA.FLORACION PRINCIPAL DE AGOSTO A NOVIEMBRE, CONDICIONES DE LUZ, EXPUESTO. PLENO SOL SIN NINGUNA PROTECCIÓN. PARTES PLANAS O LADERAS DE EXPOSION NORTE.
LUGAR DE REALIZACION DEL ESTUDIO	SITIO MOREL, COMUNAS DE COPIAPÓ Y CALDERA.

61



NOMBRE COMUN	CUERNO DE CABRA O CUERNECILLO
NOMBRE CIENTIFICO	SKYTANTHUS ACUTUS MEYEN
CARACTERISTICAS	ES UN ARBUSTO DE HASTA 130 CM DEALTURA,EXPANDIDO ,TALLOS LEÑOSOS ,PROFUSAMENTE RAMIFICADOS.HOJAS SIMPLES, LINEARES, BORDE LISO, CLOR VERDE. FLORES DE CINCO PETALOS AMARILLO INTENSO Y ESTIGMA BIFIDO.SEMILLAS COMPRIMIDAS EN EL INTERIOR DE 2 FOLICULOS CILINDRICOS,QUE SE VUELVEN LEÑOSOY ENROSCAN A MEDIDA QUE MADURAN. ESPECIE ENDEMICA
LUGAR DE REALIZACION DEL ESTUDIO	SITIO MOREL, COMUNAS DE COPIAPO Y CALDERA

62





NOMBRE COMUN	LIQUENES, CUERNOS DE DESIERTO (4 TIPOS DISTINTOS)
NOMBRE CIENTIFICO	SANTESSONIA CERVICOMIS FOLLMANN
CARACTERISTICAS	PRESENTA UN TALO RAMIFICADO TRIDIMENSIONALMENTE Y HA ADAPTADO SU MORFOLOGIA PARA NO ESTAR ADHERIDA A UN SUSTRATO Y MOVERSE LIBREMENTE ARRASTRADA POR EL VIENTO
LUGAR DE REALIZACION DEL ESTUDIO	SITIO MOREL, COMUNAS DE COPIAPO Y CALDERA

63





NOMBRE COMUN	TAMARUGO ENANO ;ALGARROBA ,ALGARROBO
NOMBRE CIENTIFICO	PROSOPIS FLEXUOSA
CARACTERISTICAS	ARBUSTO ESPINOSO DE 2 A 2,5 DE ALTURA RAMIFICADO EN FORMA HORIZONTAL Y OBLICUA DESDE EL CUELLO DE LA RAIZ, CUBRIENDO UN AREA CIRCULAR DE HASTA 3 METROS DE DIAMENTRO. ESPINAS DEBILES Y CORTAS DE 1 CM. DE LARGO.
LUGAR DE REALIZACION DEL ESTUDIO	SITIO MOREL, COMUNAS DE COPIAPO Y CALDERA

64





NOMBRE COMUN	PERRITO,GATITO,QUISCO,ESPINA DE SURI.
NOMBRE CIENTIFICO	CUMULOPUNTIA SPAERICA
CARACTERISTICAS	ESPECIE DE CACTACEA DE PLANTAS CON HOJAS, A VECES SOLO PRESENTES EN BROTES MUY JOVENES; MUY RAMIFICADAS, ARTEJOS NUMEROSOS,ESPINAS DE 5 A 12, DIVERGENTES, DE COLOR VARIABLE. FLORES AMARILLOS, DORADAS A NARANJADAS, SEMILLAS POCAS, CON TESTA DURA, PALIDA Y OPACA.
LUGAR DE REALIZACION DEL ESTUDIO	SITIO MOREL, COMUNAS DE COPIAPO Y CALDERA

65



CENTRO UC DESIERTO DE TACAMA "UNICA POBLACION CONOCIDA DE LIQUEN CUERNOS DEL DESIERTO, EN PELIGRO CRITICO.

NOMBRE COMUN	LIQUENES CUERNOS DE DESIERTO (4 TIPOS DISTINTOS)
NOMBRE CIENTIFICO	SANTESSONIA CERVICOMIS FOLLMANN
CARACTERISTICAS	PRESENTA UN TALO RAMIFICADO TRIDIMENSIONALMENTE Y HA ADAPTADO SU MORFOLOGIA PARA NO ESTAR ADHERIDA A UN SUSTRATO Y MOVERSE LIBREMENTE ARRASTRADA POR EL VIENTO
LUGAR DE REALIZACION DEL ESTUDIO	SITIO MOREL, COMUNAS DE COPIAPO Y CALDERA

66





NOMBRE COMUN	CORONILLA
NOMBRE CIENTIFICO	ENCELIA CANESCENS
CARACTERISTICAS	PLANTA DE HOJAS GRUESAS O SUCULENTAS, CORRESPONDE AL GENERO CISTANTHE. ESPECIE ESCASA Y DIFICIL DE ENCONTRAR.
LUGAR DE REALIZACION DEL ESTUDIO	SITIO MOREL, COMUNAS DE COPIAPO Y CALDERA

67

ARBOLES SECTOR CHACRITAS



El algarrobo (*Ceratonia siliqua*) es una especie arbórea de la familia de las fabáceas originaria de la Cuenca del Mediterráneo.
El algarrobo es un árbol de hasta 10 metros de altura, aunque su altura media es de 5 a 6 metros; es dioico y es de follaje perenne. Tiene hojas Paripinnadas de color verde oscuro con una dimensión de entre 10 y 20 cm de largo y sus flores son pequeños, rojos y sin pétalos. El fruto, llamado algarroba o garrofa, es una vaina coriácea de color castaño oscuro, de 1 a 3 dm de longitud, que contiene una pulpa gomosa de sabor dulce y agradable que rodea las semillas. Las vainas son comestibles y se usan como forraje.

El algarrobo es una especie de gran rusticidad y resistencia a la sequía, pero es de un desarrollo lento y solo comienza a fructificar después de unos siete a diez años desde la plantación, obteniendo su plena productividad a los quince o veinte años. Suele tener una buena producción cada dos años, oscilando entre 90 y 200 kg de fruto en árboles maduros, haciéndose la recolección a partir del mes de agosto, mediante vareo o directamente del suelo.



En la antigüedad las semillas de este fruto fueron el patrón original del quilate —la unidad de peso utilizada en joyería— para pesar gemas y joyas debido al tamaño y peso notoriamente uniformes de las semillas. De su nombre griego, *keration*, proviene el nombre del quilate.



FRUTO INMADURO



Este árbol nativo es conocido por los nombres comunes de Chañar. Su nombre científico es ***Geoffroea decorticans*** **(Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart** y pertenece a la familia Fabaceae o de las fabáceas.

El chañar (*Geoffroea decorticans*) es un árbol o arbusto que puede llegar a los 7 metros de altura y su tronco de hasta 40 cms. de diámetro. De la familia de las leguminosas o fabáceas, presenta un hábito ramificado, espinoso, de corteza gris–amarilla que se desprende en tiras, con frutos dulces y comestibles. Puede llegar a alturas mayores de 5 y hasta 10 metros, pero generalmente se ve más pequeño (alrededor de 3 m). Tiene fuste erguido cuando crece aislado, y arbustivo cuando crece en bosquecillos.
El enramado del chañar es cuantioso y, en conjunto con el abundante follaje amarillo verdoso, proporciona una imagen redondeada a la copa del árbol.



FRUTO NATIVO



Árbol siempre verde, de copa densa y muy ramificada en la parte superior. Alcanza una altura de hasta 25 metros y su tronco llega a medir 1,5 metros de diámetro. La corteza va desde un color café claro a ligeramente grisáceo, es áspera y agrietada, y se desprende en los ejemplares más viejos.

Se encuentra de manera relativamente natural **entre las provincias de Arica y Santiago**, aunque se ha extendido más al sur mediante el cultivo como árbol ornamental. Crece en una amplia variedad de ambientes, siendo **muy resistente a la sequía y a los suelos salinos, desde el nivel del mar hasta los 3.500 metros de altitud**. Su distribución se habría extendido mediante cultivo y asilvestramiento, y actualmente se encuentra en Norteamérica, el Caribe, América Central, África oriental, Medio Oriente, Israel y la zona mediterránea de Europa.

No tiene problemas de conservación y su carácter autóctono en Chile es discutido. Algunas poblaciones interesantes por su posible naturalidad o gran desarrollo, se encuentran en la quebrada de

Tiliviche, Provincia del Tamarugal; en el valle del río Copiapó, Provincia de Copiapó, y en el cerro La Calera, Provincia de Quillota.

Su cultivo en la zona norte proviene de **tiempos prehispánicos.**

Por su fácil y económica propagación se utiliza con frecuencia como árbol urbano y en bordes de carreteras, donde destaca por la resistencia a la contaminación y escasa demanda de riego. Con los frutos fermentados se prepara chicha, miel de molle y vinagre. Sin embargo, no deben ser consumidos crudos al ser tóxicos.

Las hojas y frutos tienen propiedades insecticidas. Por ello, en la zona norte es común encontrar ramitas de pimiento en la entrada de las casas para espantar los mosquitos.

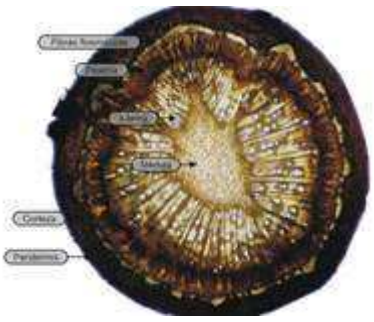




La limpieza de los espinos es sacando los nidos de *Ravenelia hieronymii*, enfermedad típica del espino, es lo mejor que se puede hacer con este síntoma. Después de hacer una buena limpieza, se pinta con Oxicloruro de Cobre 60 gr en 10 litros de agua. Esta pintura va en el tronco donde se ha sacado la enfermedad; no es dosis para el follaje. Después de 30 días se hace una pulverización con Phyton-27 (40 cc en 10 litros de agua). Se recomienda podarlos para rejuvenecerlos y hacerlos menos susceptibles a estas enfermedades.

www.chilebosque.cl/tree/acave.html





El síntoma característico de Ravenelia es la formación de “Escoba de Bruja”, inicialmente acortamiento de internados de la ramilla, hipertrofia del tallo y proliferación de brotes en una sección reducida de la ramilla que se desprende fácilmente con un “garabato”, además muchos brotes aparecen deformados o torcidos por la infección. Sobre las ramillas y brotes infestados se produce masas oscuras que corresponden a teleutosporas y, más raramente estructuras tubiformes de 1 cm o más de longitud.



Las “Royas del Espino” corresponden a *Ravenelia hieronymii* Speg y *R. australis* Diet et Neg. Siendo un hongo Uredinal, con ciclos que incluyen hasta 5 diferentes estados, cada uno con producción de estructuras de propagación diferentes. Las royas que tienen los cinco estados son macrocíclicas y, si en un ciclo alternan o cambian necesariamente de hospedante, se llaman heteroicas. En otras royas puede faltar uno, dos o más estados y las royas son demicíclicas y microcíclicas. La “Roya del Espino” son autoicas (no alternan hospedante) siendo *Ravenelia australis* macrocíclica y *R. hieronymii* demicíclica. Estas especies presentan los estados de teleutosporas y aecidios sobre el mismo hospedante, sin embargo, no se tiene antecedentes de cuándo se inician las nuevas infecciones, la que al juzgar por las muestras que se han observado deben iniciarse en verano con notorias presencia de signos de nuevas infecciones en otoño.





Son árboles de tamaño pequeño a mediano, habitualmente de 6 a 8 m de altura, con registros de individuos de 25 metros de alto. El diámetro del tronco puede llegar hasta 30 cm, ramas colgantes, corteza exterior café o gris, muy áspera, exfoliante en placas largas, tricomas erectos o curvados, hasta 0.1 mm de largo, blanquecinos; plantas dioicas. Hojas alternas, siempre verdes o deciduas, imparipinnadas o paripinnadas, 9–28 cm de largo, 11–39-folioladas; folíolos opuestos a alternos, estrechamente lanceolados, 1.3–5.1 cm de largo y 0.2–0.5 cm de ancho, ápice agudo, obtuso o redondeado, acumen mucronado a uncinado, base redondeada, obtusa o cuneada, oblicua, márgenes enteros a serrados, especialmente hacia el ápice, generalmente glabros, cartáceos. Inflorescencia terminal y axilar, pleiotirsos o fascículos, brácteas frondosas, de 10–25 cm de largo, glabra a escasamente pubescente, pedúnculo 0–3 cm de largo, pedicelos 1.3–2 mm de largo, articulados. Fruto globoso, de 5–7 mm de diámetro, exocarpo delgado, deciduo, rosado a rojo-rosado cuando maduro, glabro, mesocarpo carnoso y resinoso, endocarpo óseo; semillas comprimidas, cotiledones planos.



OTRAS ESPECIES DE FAUNA DE ATACAMA



CRANEO DE UNA CABRA CON LIQUENES EN SECTOR MOREL



LAGARTIJA



BISCACHA CON SUS CRIAS EN UNA CUEVA



GUANACOS EN MANADAS CON DIRECCION NORESTE HACIA LA CORDILLERA

RECOMENDACIONES

- Se deberían tomar planes de acción de educación ambiental de la flora, para los alumnos en los diferentes establecimientos de la región de Atacama.

- Los sitios prioritarios tal cual están definidos en el libro Rojo son sitios especiales de nuestra naturaleza en donde conviven diferentes especies silvestres, que le dan un valor ecosistémicos y que es preciso resguardar y proteger.

- Aplicar un sistema de protección de los sitios prioritarios, en cuanto a las personas que practica deporte en vehiculos motorizados y camionetas que destruyen todo sin tomar consideración del entorno natural.

- Al momento de la destrucción de impacto ambiental de los proyectos de la gran mineria, velar y evitar la aprobación de estos, para que estos no se instalen en lugares que son prioritarios.

- El Estado tiene una deuda historica con el medio ambiente por la entrega de terrenos que vienen de épocas hispánicas, desde la conquista, fueron entregada las tierras en gran proporción territorial donde están los sitios prioritarios, que corresponde un 60% a privados y solamente un 40% pertenece a bienes nacionales.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Braudel, Fernand (1984 [1979]). *The Perspective of the World*, vol. III de *Civilization and Capitalism*. ISBN 0-520-08116-1

Sagaris, Lake (c. 2000). *Bone and Dream: Into the World's Driest Desert*. 1. ª edición. Toronto: A.A. Knopf Canada. ISBN 0-676-97223-3

Braudel, Fernand (1984 [1979]). *The Perspective of the World*, vol. III de *Civilization and Capitalism*. ISBN 0-520-08116-1

Sagaris, Lake (c. 2000). *Bone and Dream: Into the World's Driest Desert*. 1. ª edición. Toronto: A.A. Knopf Canada. ISBN 0-676-97223-3

Cereceda, Pilar (2000). «El factor clima en la floración del desierto en los años "El Niño" 1991 y 1997». *Revista de Geografía del Norte Grande* (Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile) (27): 37-52. ISSN 0718-3402. Archivado desde el original el 4 de septiembre de 2017. Consultado el 12 de junio de 2017.

Darwin, Charles (1995). «Capítulo 7». *Darwin en Chile (1832-1835)* (3. ª Edición). Santiago: Editorial Universitaria. ISBN 956-11-1216-7.

Etcheverry, María (1991). «Los Índices de la 'Serie Educativa' y de la 'Publicación Ocasional' del Museo Nacional de Historia Natural, Chile». *Revista Chilena de Historia Natural* (64): 245-248. ISSN 0716-078X.

Safredo, Rafael (2012). Francisco Braun, ed. *La ruta de los Naturalistas. Las huellas de Gay, Domeyko y Philippi* (1. ª Edición). Max Donoso. pp. 15-40. ISBN 956-35-1618-4. (enlace roto disponible en Internet Archive; véase el historial, la primera versión y la última).

Squeo, Francisco (2008). «Capítulo 21». *Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama* (1. ª Edición). Ediciones Universidad de La Serena. pp. 357-370. ISBN 978-956-7393-31-2.

Flores del Norte Chico
MUÑOZ, M. (1985): Flores del Norte Chico.- 95 páginas; Dirección de Bibliotecas Archivos y Museos.

Flores del Desierto de Chile
TEILLIER, S., ZEPEDA, H. & GARCÍA, P. (1998): Flores del Desierto de Chile (Wildflowers of the Chilean Desert).- 111 páginas, Marisa Cuneo Ediciones (Valdivia / Chile).

La vegetación natural de Chile, clasificación y distribución Geográfica
GAJARDO, R. (1993): La vegetación natural de Chile, clasificación y distribución Geográfica.- 165 páginas; Editorial Universitaria (Santiago de Chile).

Arbustos Nativos de Chile
DONOSO, C. & RAMÍREZ, C. (1994): Arbustos Nativos de Chile / Guía de reconocimiento.- 119 páginas; Ediciones Marisa Cúneo (Valdivia Chile).

Árboles Nativos de Chile
DONOSO, C. (1997): Árboles Nativos de Chile / Guía de reconocimiento.- 116 páginas; Ediciones Marisa Cúneo (Valdivia Chile).

Guía de Campo de las aves de Chile:
ARAYA, B. & MILLIE, G. (1996): Guía de Campo de las aves de Chile.- 405 páginas; Editorial Universitaria (Santiago de Chile).

Las mariposas de Chile:
PEÑA, L. & UGARTE, A. (1996): Las mariposas de Chile (The butterflies of Chile).- 359 páginas; Editorial Universitaria (Santiago de Chile).

CONAF: En las áreas silvestres Protegidas del estado - Conversando la flora y fauna Amenazada:
CONAF (2013): En las áreas silvestres Protegidas del estado - Conversando la flora y fauna Amenazada. -Editores Claudio Cunazza, Moises Grimberg, Mariano de la Mazza; Santiago de Chile

La presente **Elaboración de la Cartilla de Educación Ambiental Digital de la Flora**, denominada "**Puesta en Valor de Tres Sitios Prioritarios de Conservación de la Flora de Atacama"**, se enmarca dentro del proyecto presentado por la Agrupación Cultural Intillapu, financiado por el Fondo Nacional de Desarrollo Regional con la glosa del 6% de social y medio ambiente, aprobado por el Gobierno Regional de Atacama y del Consejo Regional de Atacama.

El Objetivo General del proyecto consiste en poner en valor el patrimonio natural de los tres sitios prioritarios de conservación del libro rojo de Atacama, investigando en Los Juanitos, Chacritas, Quebrada de Morel, en la cual consiste en identificar las diferentes especies de la flora nativa.

GOBIERNO REGIONAL DE ATACAMA – CONSEJO REGIONAL DE ATACAMA

Folio013830

Depto. de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Renovables
Facultad de Ciencias Agronómicas
Universidad de Chile

ÁREAS DE RELEVANCIA AMBIENTAL VINCULADAS AL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO COPIAPÓ

INFORME FINAL

Jorge Pérez Quezada
Luis Faúndez Yancas
Cristián Estades
Rodrigo Fuster Gómez
Gabriel Lobos Villalobos
Alejandra Alzamora Dinamarca
Diego Demangel Miranda

Marzo 2009

RESUMEN

El presente estudio tuvo por objetivo identificar las áreas de relevancia ambiental vinculadas al agua en la cuenca del Río Copiapó y diagnosticar la importancia y estado de conservación del humedal de la desembocadura del río. Para determinar la relevancia ambiental en la cuenca se estudiaron las seis subcuencas (Copiapó Bajo, Copiapó Medio, Río Manflas, Río Pulido, Río Jorquera y Quebrada Paipote) desde los puntos de vista de la flora y vegetación, la fauna y el paisaje turístico.

La cuenca del río Copiapó se dividió en seis zonas vegetacionales, las cuales están ordenadas según el gradiente altitudinal. Estas zonas presentan una alta singularidad, ya que un 62% de las especies descritas (188 en total) se encuentran solo en una zona. En fauna se describieron 116 especies, principalmente aves (89); del total existen actualmente 23 amenazadas y 18 son endémicas.

Se identificaron seis sectores (Desembocadura, Hacienda María Isabel, Piedra Colgada, Río Manflas, Río Cachitos y Río Figueroa) que presentan una alta relevancia ambiental y que debieran ser parte de una estrategia de conservación a nivel de cuenca. La actividad agrícola en la subcuenca del Copiapó medio ha provocado que los sistemas naturales azonales (vegas) hayan prácticamente desaparecido por sustitución de uso de suelo. La extracción de agua para las actividades agrícola y minera al parecer ha determinado que el río se haya secado sobre todo en la subcuenca del Copiapó Bajo, lo cual estaría generando un proceso de desecamiento de chañares en la zona de Serranía Poblete.

El sector de la desembocadura presenta una gran riqueza de especies de flora y fauna, con una alta naturalidad. Este sitio debiera ser conservado ya que constituye un lugar de paso para aves migratorias y es un punto de unión con los otros humedales de costa de la Región de Atacama. El humedal es al mismo tiempo un atractivo turístico evidente, lo cual constituye un elemento de impacto debido a la contaminación que representa la acumulación de basura en el lugar. No fue posible determinar el estado de conservación ya que no se contaba con un punto de comparación válido en el pasado, por lo que se recomienda establecer un programa de monitoreo enfocado en las fluctuaciones de las zonas de vegetación que crece en cuerpos de agua y de la fauna vertebrada, con una temporalidad que permita establecer los cambios futuros y orientar la toma de decisiones en este ecosistema.

ÍNDICE GENERAL

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CUENCA 5

1.1. Descripción física de la cuenca 5
1.1.1. Geología y Morfología 5
1.1.2. Clima 5
1.1.3. Hidrografía 6
1.1.4. Cuencas y subcuencas 6
1.1.5. Hidrogeología 8

1.2. Descripción Hidrológica 10
1.2.1. Distribución normal de precipitaciones 10
1.2.2. Probabilidades de excedencia de precipitaciones 12
1.2.3. Fluviometría 12
1.2.4. Probabilidades de excedencia fluviométricas 13

1.3. Análisis Fluviométrico 14
1.3.1. Caudales ecológicos DGA 14
1.3.2. Variabilidad temporal 15
1.3.3. Recarga de acuíferos 17

1.4. Descripción de la calidad de Agua 18
1.4.1. Aguas superficiales y subterráneas 18

2. METODOLOGIA 22

2.1. Vegetación 22
2.1.1. Cuenca del río Copiapo 22
2.1.2. Humedal de la desembocadura del río Copiapó 26

2.2. Fauna 31
2.2.1. Cuenca del Río Copiapó 31
2.2.2. Humedal de la desembocadura del Río Copiapó 38

2.3. Paisaje Turistico 40

3. RESULTADOS 41

3.1. Vegetación 41
3.1.1. Cuenca del Río Copiapó 41
3.1.2. Humedal de la desembocadura del río Copiapó 63

3.2. Fauna 68
3.2.1. Cuenca del Río Copiapó 68
3.2.2. Humedal de la desembocadura del Río Copiapó 95
3.2.3. Análisis Bacteriológico de las aguas 102
3.2.4. Estado de Conservación del Humedal 103

3.3. Paisaje Turístico 103
3.3.1. Atractivos Focales 104
3.3.2. Atractivos secundarios 107
3.3.3. Atractivos complementarios 109

4. DISCUSIÓN Y RECOMENDACIONES 110

4.1 Relevancia Ambiental a Nivel de Cuenca 110
4.1.1. Flora y Vegetación 110
4.1.2. Fauna 110
4.1.3. Paisaje Turístico 112
4.1.4. Priorización de sectores de relevancia ambiental 112
4.1.5. Recomendaciones generales a nivel de cuenca 119

4.2 Humedal de la Desembocadura del Río Copiapó 121
4.2.1 Flora y Vegetación 121
4.2.2 Fauna 121
4.2.3 Recomendaciones generales sobre el humedal de la Desembocadura del río Copiapó 122

5. BIBLIOGRAFÍA 124

6. ANEXOS 130

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CUENCA

1.1. Descripción física de la cuenca

1.1.1. Geología y Morfología

La cuenca del Río Copiapó se ubica en la Región de Atacama entre los 27 y 29º de latitud sur y los 69 y 71º de longitud oeste; abarca una superficie aproximada de 18.535 km^2, con una altura promedio de alrededor de 2.700 msnm No presenta las unidades tradicionales del relieve de Chile, por el contrario su relieve es muy irregular y accidentado, predominando la alternancia de los valles en sentido transversal con interfluvios montañosos denominados serranías. Sus cumbres más importantes son el Nevado Jotabeche con 5.862 msnm y el Volcán Copiapó con 6.050 msnm

Según Golder Associates (2006) y SERNAGEOMIN (1999), la geología del la cuenca del río Copiapó se puede describir como una zona de importantes yacimientos de cobre, hierro, plata y oro; en donde afloran en superficie rocas metamórficas, rocas sedimentarias marinas y continentales, rocas volcánicas de lava y piroclásticas, rocas riolíticas e intrusivas y también metamórficas de contacto. Estas formaciones geológicas deberían su génesis a una sucesión de ciclos sedimentarios interrumpidos e intercalados por períodos más o menos largos de ascenso y períodos alternativos de actividad y tranquilidad tectónica que habrían ocurrido durante períodos geológicos que se extienden desde el paleozoico hasta el cuaternario.

El valle del Río Copiapó está formado por acumulaciones de materiales aluviales cuaternarios, resultado de la erosión de las zonas altas. El tipo de depósito varía según la pendiente de los valles y de la erosividad de los cursos de agua. La granulometría que se puede encontrar en los depósitos va desde limos hasta grandes bloques. En las zonas donde la sección del valle se estrecha se produce una alteración de las características granulométricas que influiría de manera importante favoreciendo el escurrimiento subsuperficial y subterráneo de las aguas (Italconsult, 1963 citado por Golder Associates 2006).

En la zona inferior de la cuenca se encuentran formaciones arenosas de origen eólico. Estas arenas provendrían de la terraza marina que se extiende a lo largo de la costa, en la zona de la desembocadura del Río.

1.1.2. Clima

De acuerdo a la Dirección Meteorológica de Chile (s/a), la Región de Atacama presenta climas desérticos pero que con el incremento de las precipitaciones hace que la condición de desierto no sea tan rigurosa, destacándose tres condiciones climáticas: una en el sector costero, con influencias marítimas, otra en la pampa intermedia y por último el sector cordillerano con incremento de las precipitaciones y régimen térmico frío.

<u>Clima Desértico con Nublados Abundantes.</u>

Está presente en todo el sector costero de la región y penetra hasta las proximidades de Copiapó ya que el relieve no presenta barreras a la influencia marítima. Se caracteriza por abundante y densa nubosidad que se presenta durante la noche y disipa durante la mañana. Esto también define una alta cantidad de días nublados y pocos días despejados. La influencia oceánica produce un régimen térmico moderado con poca amplitud térmica tanto diaria como anual. Las precipitaciones, que ocurren casi exclusivamente en invierno, son principalmente de tipo frontal y aumentan de norte a sur (en Chañaral se alcanzan 12 mm al año, en Caldera 27 mm y en el Totoral 32 mm).

Clima Desértico Marginal Bajo.

Este clima corresponde a la mayor parte de la Región, cubriendo la zona que va desde donde comienzan las tierras altas de la cordillera hasta donde alcanza la influencia marítima intensa por el oeste. De Copiapó al norte es de una rigurosa sequedad, en cambio de Copiapó al sur, la inexistencia de la cordillera de la Costa permite alguna forma de efecto marítimo en la humedad sin nubosidad (mayor humedad relativa), que atenúa las características desérticas.

La amplitud térmica entre el mes más cálido y el más frío es de 7 - 8º C en Copiapó mientras se estima inferior a 6º en la zona costera. Mucho mayor es la amplitud térmica diaria que alcanza del orden de 13º a 15º, característica de su continentalidad.

Las precipitaciones aumentan con la latitud y con la altura, concentrándose en los meses de invierno. Los totales anuales llegan a 19,6 mm en Copiapó (380 msnm), 32 mm en Vallenar (470 msnm) y 34 mm en Los Loros (950 msnm).

Clima Desértico Marginal de Altura.

Se manifiesta sobre los 2.000 m de altura. El régimen térmico es más frío pero las oscilaciones térmicas son menores que en el desierto marginal bajo, debido a la altura. La humedad relativa es baja, los cielos son predominantemente despejados, diáfanos y limpios.

Las precipitaciones son más abundantes en este clima y se producen casi exclusivamente en los meses de invierno, de mayo a agosto. Estas son de origen frontal y muchas veces son nivosas (Estación Jorquera en la Guardia, (1.800 msnm) 46,2 mm/año, Pastos Grandes en la sub cuenca Quebrada Paipote (2.260 msnm) 34,6 mm/año.

Las temperaturas bajas y las apreciables cantidades de nieve en el invierno hacen que la línea de nieves eternas se ubique entre los 5.000 y 6.000 msnm, por lo que a las más altas cumbres de la cordillera de la región, localmente se les denomina "nevados", como el Incahuasi, Tres Cruces, Ojos del Salado, etc.

1.1.3. Hidrografía

El valle del río Copiapó tiene una longitud de 160 km desde el embalse Lautaro hasta la desembocadura en el mar en la localidad de Puerto Viejo. Constituye la primera cuenca de norte a sur de la zona exorreica andina y su régimen es catalogado como mixto. Los principales afluentes del río Copiapó son los ríos Manflas, Jorquera y Pulido. Estos afluentes aportan caudales superficiales continuos, aunque normalmente desaparecen parcial o totalmente en algunas zonas. Los afluentes que interceptan en el curso medio e inferior del río Copiapó, como la quebrada Paipote ubicada en el sector norte de la cuenca del Copiapó, generalmente se encuentran secos en superficie, excepto después de una tormenta. Esta cuenca cuenta con regulación artificial dada por la presencia del embalse Lautaro, cuya capacidad de almacenamiento es de 40 millones de m^3 (IGM, 1984).

1.1.4. Cuencas y subcuencas

El Río Copiapó en la zona alta tiene como principal subcuenca aportante la del Río Jorquera (Figura 1) , cuya superficie alcanza aproximadamente 4.166 km^2; a ésta le sigue la cuenca del río Pulido con alrededor de 2.033 km^2 y la cuenca del río Manflas con una superficie de 1.213 km^2. En el tramo medio del río Copiapó, el afluente que presenta una mayor superficie de drenaje corresponde a la quebrada del río Paipote, con una superficie de aproximadamente 6.689 km^2, luego la sub cuenca del río Copiapó medio (entre el embalse Lautaro y la quebrada de Paipote) que tiene una superficie de 2.943 km^2 aproximadamente.

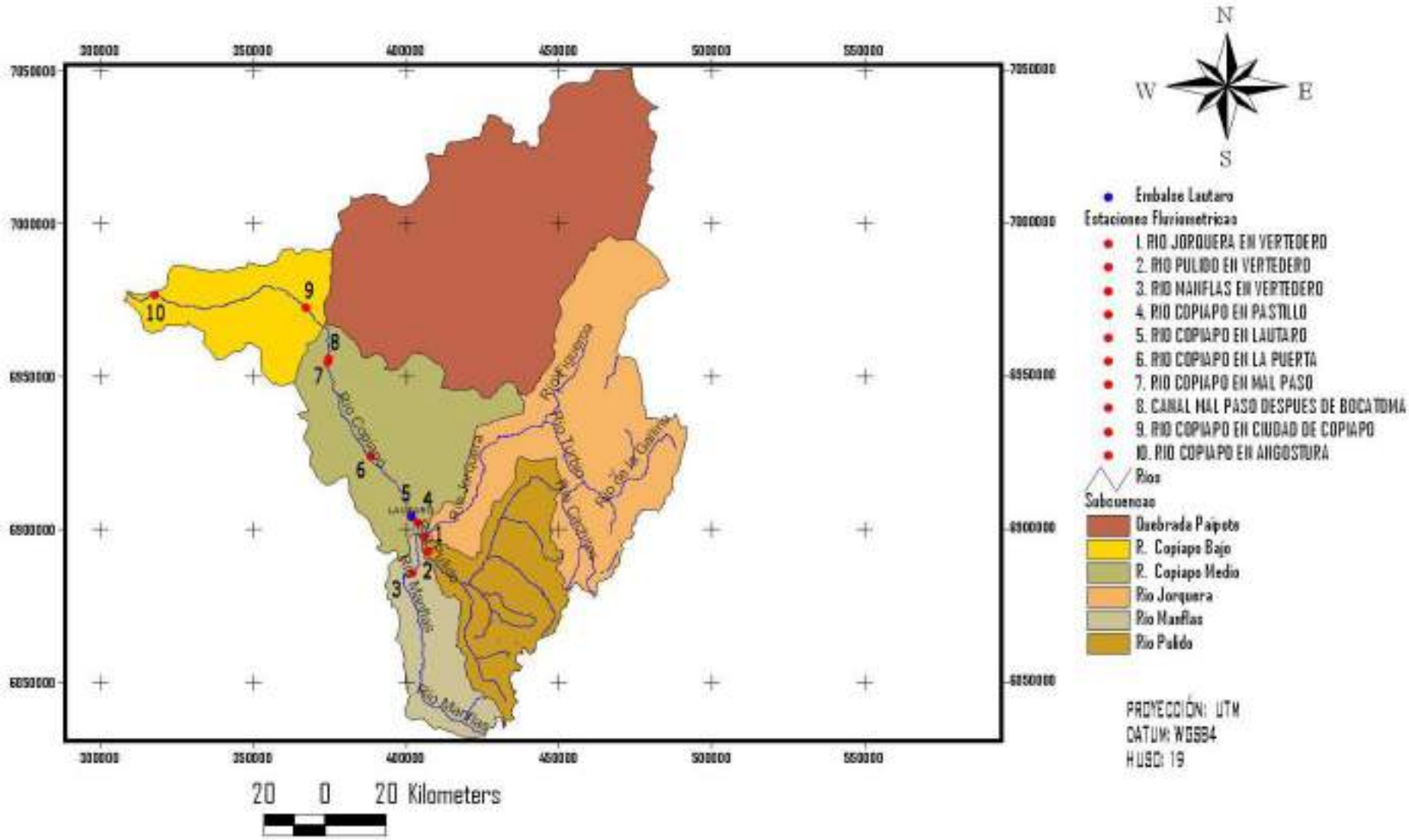


Figura 1 Subcuencas y estaciones fluviométricas presentes en la cuenca del Río Copiapó.

1.1.5. Hidrogeología

Según DGA (2003) el valle del Río Copiapó está relleno de depósitos aluviales detríticos, permeables que se acumularon sobre una roca basal impermeable.

Los sedimentos acumulados en el valle se disponen según distintas formas que tienen relación con su origen:

- Sedimentos aluviales. Corresponden a aquellos depositados en el fondo de los valles por la propia acción del río. Están compuestos por diferentes elementos, desde bolones grandes y pequeños, en las partes más altas, hasta limos y arcillas depositados en el sector de la desembocadura.

- Llanuras aluviales. Estas están formadas por sedimentos depositados en valles tributarios, con baja pendiente y gran extensión. A diferencia del caso anterior los elementos que la constituyen son más regulares en forma y tamaño, presentando bolones y arcillas.

- Conos de deyección. Son resultado de aportes coluviales de quebradas laterales. Se depositan en superficies de mayor pendiente. Se produce el fenómeno de ladera de solifluxión, el cual se observa en la presencia de bloques secos en los que se encuentran arenas, limos y clastos angulosos y subangulosos.

La roca basal impermeable es irregular y cuenta con una topografía de horst y graben (Figura 2). Es precisamente en estas últimas donde se encuentran las mayores profundidades del acuífero, las que alcanzarían hasta los 500 m. Las zonas con mayor espesor se encuentran el sector de “Hornito–Elisa de Bordos”, “Paipote–Copiapó”, “Chamonate y Piedra Colgada”. Desde el sector de Piedra Colgada hasta Angostura la profundidad del acuífero disminuye hasta valores inferiores a 150 m (DGA, 2003).

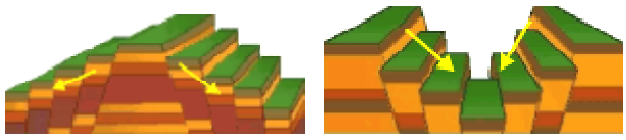


Figura 2. Horst y Graben.

De acuerdo a DGA (2003) los estratos que componen el acuífero contienen una cantidad de arcilla que no supera el 50% de la formación y cuando aparece en mayor porcentaje, lo hace en compañía de arenas y gravas, lo que permite descartar una condición de impermeabilidad dentro del acuífero.

Las propiedades hidráulicas del acuífero son:

La transmisividad (T) que corresponde a la cantidad de agua por unidad de anchura del valle, que atraviesa horizontalmente el acuífero a través del espesor saturado, considerando un gradiente hidráulico igual a 1. DGA (1987) citada por SERNAGEOMIN (1999) señalan que los valores de T en el valle del río Copiapó son medios a altos, del orden de 1.000 hasta 20.000 m^3/día/m.

La permeabilidad (k), que corresponde al cociente entre transmisividad y el espesor saturado, en el acuífero del valle del Río Copiapó fluctúa entre 10 y 200 m/día (SERNAGEOMIN, 1999). Estos valores se clasifican como de permeabilidad muy elevado según el Servicio de Conservación del Suelo de Estados Unidos.

El nivel freático del agua en el acuífero es medido mensualmente por la DGA a través de aproximadamente 40 pozos de observación distribuidos en la cuenca del río Copiapó. De acuerdo a Golder Associates (2006), la evolución de los niveles freáticos en 30 años al 2005 se puede resumir de la siguiente manera:

- Aguas Arriba del Embalse Lautaro. En este sector que abarcaría las subcuencas del río Jorquera, Manflas y Pulido, la mayoría de los pozos registrados presentan profundidades del nivel freático que van entre los 10 y 30 m, ocurriendo algunos casos de niveles que se acercan a la superficie con la ocurrencia de precipitaciones importantes. En esta zona habría un bajo número de pozos de extracción construidos, por consiguiente los descensos corresponderían a períodos naturales de descarga del acuífero.

- Desde el Embalse Lautaro a la estación fluviométrica Río Copiapó en "La Puerta". En este sector de la sub cuenca del Copiapó Medio, el nivel freático se mantiene en promedio a menos de 20 m de profundidad con fluctuaciones menores en las proximidades del embalse. Aguas abajo, al angostarse el valle, la profundidad de la roca basal impermeable disminuye generándose una zona de vertientes llamada "Los Loros".

- Desde "La Puerta" a la estación fluviométrica Río Copiapó en "Mal Paso". En este sector se subdividen dos zonas, una cuyo nivel freático se mantiene profundo (25-60 m) que va entre La Puerta y río Carrizalillo. Desde este punto hasta "Mal Paso", los niveles estáticos vuelven a acercarse a la superficie generándose vegas y vertientes. Según los datos, desde 1988 se genera un fuerte descenso de niveles freáticos en varios de los pozos, revirtiéndose la situación en 1997 por las precipitaciones caídas y las características de permeabilidad del acuífero que permiten su rápida recarga.

- Desde "Mal Paso" a la ciudad de Copiapó. En este sector el acuífero presenta fuertes variaciones de la profundidad del nivel freático y valores cercanos a la superficie en el sector de Tierra Amarilla que luego se profundizan hacia el sector de Paipote, aunque manteniendo fuertes fluctuaciones de nivel. Los niveles freáticos en este sector siguieron la misma tendencia del sector anterior entre los años 1988 y 1997 y desde el año 2000 varios de los pozos utilizados para el registro DGA se encuentran secos (por ejemplo el pozo Villa Maria en Hornitos y Fundo Palermo).

- Desde Copiapó a estación fluviométrica Río Copiapó en Puente "Piedra Colgada". En este sector de la sub cuenca del Río Copiapó Bajo se pueden diferenciar dos zonas en el acuífero: Bodega – Chamonate donde los niveles son profundos (25 y 30 m), para ir ascendiendo a la superficie a medida que se avanza hacia el poniente y Chamonate-Piedra Colgada, con niveles menos profundos (10 a 20 m) a la altura del aeropuerto, para ir reduciéndose a medida que se avanza hacia Piedra Colgada donde los niveles alcanzan menos de 10 metros de profundidad.

- Desde "Piedra Colgada" a la estación fluviométrica Río Copiapó en Angostura. Este sector presenta el nivel freático cercano a la superficie y con baja fluctuación, permitiendo que se genere una zona de descarga de la napa subterránea a través de la evapotranspiración de las vegas y principalmente por afloramientos de vertientes que se ubican en el lecho del río.

1.2. Descripción Hidrológica

1.2.1. Distribución normal de precipitaciones

Las precipitaciones en la cuenca del Río Copiapó son registradas por 8 estaciones meteorológicas que miden precipitación pluvial y una que registra precipitación nival, las que son administradas por la DGA y de la Dirección Meteorológica de Chile (DMC) (Figura 3). En la cuenca del río Copiapó, en un año normal puede distinguirse una estación seca, con casi ausencia total de precipitaciones, que dura desde octubre a marzo; y una estación húmeda con precipitaciones que ocurren desde abril a septiembre. Durante el invierno, el desplazamiento del Anticiclón del Pacífico Sur hacia el norte, permite la llegada esporádica de centros migratorios de bajas presiones que son capaces de aportar precipitaciones. Estas resultan bastante escasas alcanzando promedios de 19,6 mm/año en Copiapó. Sin embargo, gracias al efecto orográfico de la cordillera de los Andes las precipitaciones pueden aumentar al doble o más (Garreaud et al., 2007), por ejemplo alcanzando 46 mm/año en la estación Jorquera (a 1.800 msnm) (Figura 3). Más hacia el este, en el sector cordillerano, la altura permite la precipitación en forma de nieve. Esta precipitación ocurre tanto por los frentes migratorios que proviene del sur-oeste, como en verano por la influencia aunque en menor escala de lluvias convectivas en el sector noreste de la cuenca asociadas al “invierno Boliviano”.

Las estadísticas muestran precipitaciones superiores a lo normal cuando las condiciones de temperatura del mar en el Pacífico se asocian a la presencia del Niño, como ocurrió en los años 1982, 1987, 1992 y 1997.

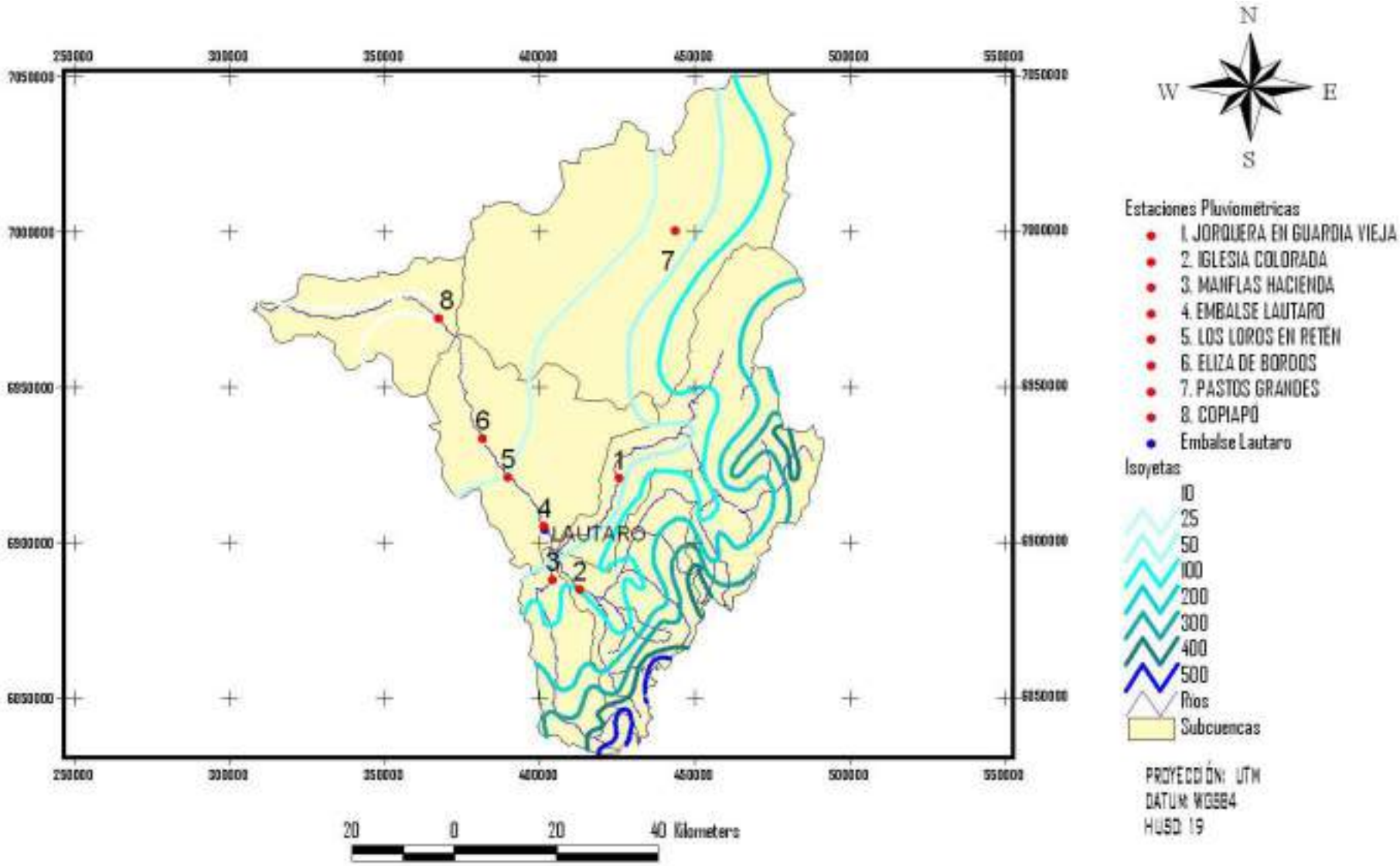


Figura 3. Líneas isoyetas y estaciones pluviométricas en la cuenca del Río Copiapó

1.2.2. Probabilidades de excedencia de precipitaciones

La Probabilidad de Excedencia se entiende como la probabilidad de que un evento (valor de una variable aleatoria) sea igualado o superado en un año cualquiera. En este caso para las estaciones pluviométricas presentes en la cuenca la DGA (2003) estimó los montos de precipitación anual que tendrían una probabilidad de excedencia de un 10, 50 y 85% (Tabla 1). Este análisis permite visualizar la diferencia de los montos de precipitación que "normalmente" son superados en un año, de aquellos montos asociados a años lluviosos poco frecuentes.

Tabla 1. Promedio y probabilidad de excedencia pluviométrica en estaciones de la cuenca del río Copiapó.

Estación	Subcuenca	Altitud (msnm)	Años de Obs.	Media anual (mm)	Coef. De variación %	Prob. de Exced. 10 % (mm)	Prob. de Exced. 50 % (mm)	Prob. de Exced. 85 % (mm)
Jorquera en Guardia Vieja	Jorquera	1800	35	46,2	93,6	124,9	34,5	11,9
Iglesia Colorada	Pulido	1950	13	58,3	109,8	182,2	29,5	6,1
Hacienda Manflas	Manflas	1410	35	47,7	103,9	124,5	32	6,2
Embalse Lautaro	Copiapó medio	1199	44	39,7	116,1	112,5	27,7	3,3
Los Loros en Retén	Copiapó Medio	950	34	37,7	123,8	103,3	24,5	1,6
Eliza de Bordos	Copiapó Medio	745	23	32,6	145,1	81	6	0
Pastos Grandes	Quebrada Paipote	2000	35	34,6	105,7	89,4	21,5	3,4
Copiapó	Copiapó Bajo	380	30	19,6	157,2	59,5	8,4	0,3

Fuente: Adaptado de DGA (2003).

1.2.3. Fluviometría

La existencia de un embalse de regulación y la extracción de agua que realizan las distintas actividades productivas presentes en la cuenca, hacen que los caudales medidos en las estaciones no representen la condición hidrológica natural. En este sentido entonces, los caudales se ven influenciados por la operación del Embalse Lautaro, las extracciones de agua para riego mediante pozos, norias, canales, y el uso del agua en procesos mineros. La Tabla 2 resume las características de las principales estaciones fluviométricas de la cuenca del río Copiapó con las que cuenta la DGA, cuya ubicación se observa en la Figura 1.

Tabla 2. Estaciones fluviométricas en la cuenca del río Copiapó.*

Nombre de la Estación	Coordenadas UTM		Altitud (msnm)	Área (km^2)
	Este	Norte		
Río Jorquera en Vertedero	406.060	6.897.739	1.250	4.150
Río Pulido en Vertedero	407.600	6.892.980	1.310	2.108
Río Manflas en Vertedero	402.510	6.885.893	1.550	1.180
Río Copiapó en Pastillo	404.151	6.902.323	1.300	7.467
Río Copiapó en Lautaro	401.850	6.905.180	1.200	8.348
Río Copiapó en la Puerta	389.169	6.924.018	758	8.348
Copiapó en Mal Paso	375.167	6.955.767	431	10.186
Canal Mal Paso Después de Bocatoma	375.120	6.955.863	-	-
Copiapó en la Ciudad	367.579	6.972.680	-	-
Río Copiapó en Angostura	318.130	6.976.824	48	18.324

Fuente: DGA 2003
* Ver ubicación dentro de la cuenca en Figura 1.

Los caudales que ingresan al embalse Lautaro, registrados en la Estación Río Copiapó en Pastillo, alcanzan un valor medio anual de 2,3 m^3/s, mientras los caudales de salida del embalse alcanzan un valor medio de 1,3 m^3/s registrados en la estación Río Copiapó en Lautaro. Esa diferencia se explica en parte por la variación en el volumen del embalse. Al avanzar hacia el oeste, el caudal medio anual en el sector de la estación Río Copiapó en La Puerta aumenta debido a los afloramientos de aguas subterráneas que se producen en este sector.

Aguas abajo, desde la estación Río Copiapó en La Puerta a la ciudad de Copiapó los caudales disminuyen debido a la extracción de las aguas superficiales que realizan las organizaciones de regantes (Golder Associates, 2006), alcanzando un caudal promedio anual de 1 m^3/s, aunque por largos períodos el cauce se mantiene seco. Ya en su tramo final, el río a la altura de la estación Río Copiapó en Angostura presenta afloramientos de agua subterránea que alcanzan un promedio anual de 0,5 m^3/s.

1.2.4. Probabilidades de excedencia fluviométricas

De acuerdo a DGA (2003), para la cuenca del río Copiapó el año hidrológico abarca el período mayo-abril. Para cada una de las estaciones de la cuenca la DGA estimó, mediante la función de distribución Weibull, los caudales asociados a las distintas probabilidades de excedencia considerando los registros a contar del año 1963. La Tabla 3 muestra los valores medios y con probabilidades de excedencia P(x) del 10, 20 y 50% para los caudales medios anuales.

Los valores en la Tabla 3 reflejan por un lado los caudales medios anuales que se esperan sean igualados o excedidos una vez cada dos años en promedio (probabilidad de excedencia de un 50%), es decir, caudales que normalmente se esperan en estas estaciones y por otro lado los caudales medios anuales que se asocian a años lluviosos, menos frecuentes en esta zona (probabilidad de excedencia de un 10%). Se observa

que los caudales con un 10% de probabilidad de excedencia llegan a triplicar los valores promedios de algunas de las estaciones, lo que es esperable en zonas con alta variabilidad en la pluviometría.

Tabla 3. Valores medios y probabilidades de excedencia del 10, 20 y 50% para los caudales medios anuales.

Estación	Años de Registro		Nº de Obs.	Promedio (m^3/s)	Caudal en m^3/s Prob. de Excedencia		
					10%	20%	50%
Río Jorquera en Vertedero	1947 - 2000	54	36	0,710	1,171	0,905	0,629
Río Pulido en Vertedero	1954 - 2000	37	36	1,449	3,251	2,256	1,009
Río Manflas en Vertedero	1964 - 2000	37	36	0,571	1,518	0,809	0,383
Río Copiapó en Pastillo	1927 - 2000	74	37	2,319	4,551	3,591	1,833
Río Copiapó en Lautaro	1931 - 2000	70	37	1,287	2,664	1,650	0,936
Río Copiapó en la Puerta	1927 - 2000	74	37	2,396	5,337	2,887	1,654
Copiapó en la Ciudad	1983 – 2000	18	18	1,017	3,128	1,218	0,542
Río Copiapó en Angostura	1963 - 2000	38	37	0,500	1,768	0,322	0,132

Fuente: DGA 2003

1.3. Análisis Fluviométrico

El análisis fluviométrico considera la estimación de los caudales ecológicos para cada una de las estaciones según los criterios que propone la DGA, incluyendo un análisis de la variabilidad temporal tanto mensual como anual de los caudales registrados en las distintas estaciones fluviométricas de la cuenca y una descripción de la recarga que se produce de los acuíferos.

1.3.1. Caudales ecológicos DGA

La DGA, teniendo como fundamento la Ley de Bases del Medio Ambiente y el respeto de derechos de aprovechamiento de terceros, incorporó la regulación del uso o aprovechamiento de los recursos hídricos teniendo presente las consideraciones ambientales en relación a la mantención de caudales de aguas, mantención del valor paisajístico y protección de especies vulnerables. Bajo este marco, la DGA entiende por Caudal Ecológico al "caudal mínimo que debieran tener los ríos para mantener los ecosistemas presentes, preservando la calidad ecológica". Para estimar este caudal mínimo, se propone utilizar distintas metodologías, las cuales dependiendo del grado de información requerida se pueden agrupar en los siguientes criterios básicos:

a) Definirlo como un determinado porcentaje del caudal natural del río.

b) Buscar conocimiento específico respecto al requerimiento de caudal por parte de los agentes usuarios (flora y fauna acuática, vida humana y sus requerimientos ambientales, etc.).

Los cuatro procedimientos con criterios hidrológicos que propone la DGA son:

a) Q ECOLOGICO = 10 % DEL CAUDAL MEDIO ANUAL
b) Q ECOLOGICO = 50 % DEL CAUDAL MINIMO DEL ESTIAJE DEL AÑO 95 %
c) Q ECOLOGICO = CAUDAL QUE ES EXCEDIDO AL MENOS 330 día al año.
d) Q ECOLOGICO = CAUDAL QUE ES EXCEDIDO AL MENOS 347 días al año.

Cuál de los criterios utilizar, depende de manera importante de la experiencia y del conocimiento que se tiene respecto de la cuenca. Para este estudio, los últimos dos criterios no son aplicables pues no se cuenta con información estadística de caudales a escala diaria.

Por otra parte los dos criterios iniciales solo permiten hacer una estimación de caudales ecológicos de carácter hidrológico (en base a las estadísticas fluviométricas) para las estaciones ubicadas aguas arriba del embalse Lautaro, puesto que bajo éste su propia existencia que regula el flujo natural de las aguas y la existencia de extracciones de agua principalmente para la agricultura, cambia drásticamente las condiciones naturales de flujo de agua en el río, y con ello las estadísticas hidrológicas no reflejan los caudales naturales asociados a los ecosistemas que ahí puedan presentarse.

Por otra parte, todos los criterios propuestos se basan en estadísticas hidrológicas anuales, lo que no permite evaluar la variación estacional que presentan naturalmente los caudales y que pueden ser fundamentales para el adecuado desarrollo de los diferentes ecosistemas de la cuenca.

La Tabla 4 muestra los resultados obtenidos en la estimación de caudal ecológico siguiendo los primeros dos criterios que propone la DGA.

Tabla 4. Estimación de los Caudales ecológicos por estación.

Estación	Caudal Ecológico en m^3/s	Caudal Ecológico en m^3/s
	10% Q medio Anual	50% Q mínimo del estiaje del año 95%
Río Jorquera en Vertedero	0,08	0,10
Río Pulido en Vertedero	0,18	0,19
Río Manflas en Vertedero	0,07	0,05
Río Copiapó en Pastillo	0,25	0,28

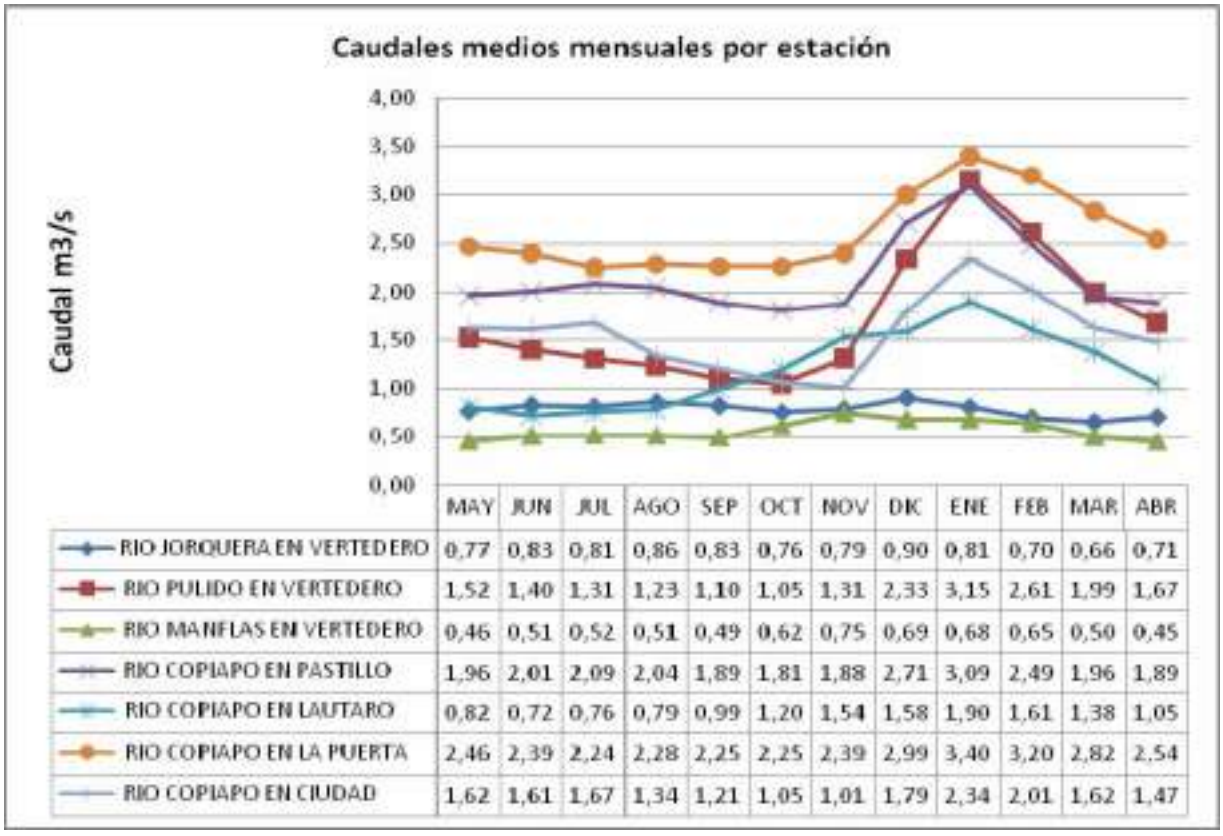
Fuente elaboración propia

1.3.2. Variabilidad temporal

Como es de esperar en los ríos de alimentación mixta del Norte Chico, debido en parte al derretimiento de nieve durante los meses más cálidos y en parte a la alimentación

directa por las lluvias, se puede observar un aumento de los caudales medios mensuales en dos períodos del año (Figura 4): en el invierno, dependiendo del régimen de precipitaciones y, generalmente los máximos caudales, durante los meses más cálidos, dependiendo de la acumulación de nieve en la cabecera de sus hoyas.

En relación a la variabilidad interanual de los caudales, a pesar de ser esta una cuenca regulada por el embalse Lautaro, se observan variaciones notorias de los caudales entre un año y otro, lo que es esperable en zonas semiáridas donde las precipitaciones siguen la misma tendencia (Figura 5).



	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
RIO JORQUERA EN VERTEDERO	0,77	0,83	0,81	0,86	0,83	0,76	0,79	0,90	0,81	0,70	0,66	0,71
RIO PULIDO EN VERTEDERO	1,52	1,40	1,31	1,23	1,10	1,05	1,31	2,33	3,15	2,61	1,99	1,67
RIO MANFLAS EN VERTEDERO	0,46	0,51	0,52	0,51	0,49	0,62	0,75	0,69	0,68	0,65	0,50	0,45
RIO COPIAPO EN PASTILLO	1,96	2,01	2,09	2,04	1,89	1,81	1,88	2,71	3,09	2,49	1,96	1,89
RIO COPIAPO EN LAUTARO	0,82	0,72	0,76	0,79	0,99	1,20	1,54	1,58	1,90	1,61	1,38	1,05
RIO COPIAPO EN LA PUERTA	2,46	2,39	2,24	2,28	2,25	2,25	2,39	2,99	3,40	3,20	2,82	2,54
RIO COPIAPO EN CIUDAD	1,62	1,61	1,67	1,34	1,21	1,05	1,01	1,79	2,34	2,01	1,62	1,47

Figura 4. Caudales medios mensuales en las distintas estaciones fluviométricas de la cuenca del río Copiapó.

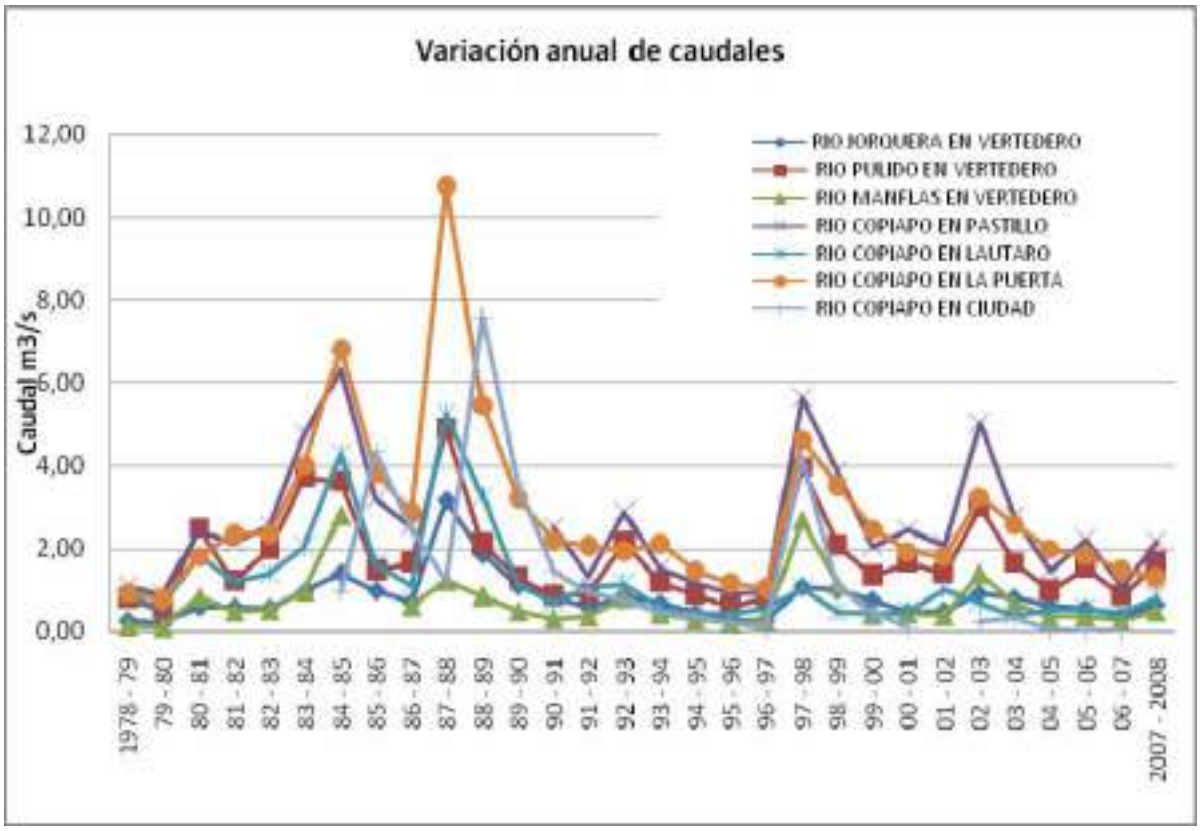


Figura 5. Variación interanual de los caudales en las distintas estaciones fluviométricas de la cuenca del río Copiapó entre los años hidrológicos 1978-1979 a 2007-2008.

1.3.3. Recarga de acuíferos

La recarga del acuífero de la cuenca del río Copiapó se produce por la infiltración proveniente de diferentes fuentes, que según DGA (1987, 2003) serían las siguientes:

Recarga producida por infiltración desde los ríos

Esta fuente de recarga sería una de las más importantes presentando una gran variación dependiendo de la zona de la cuenca. Así, se señala que en la zona alta, en el río Jorquera no habrían infiltraciones como tampoco afloramientos de las aguas subterráneas hacia el río, en cambio en los ríos Manflas y Pulido sí se producirían infiltraciones a la napa.

Luego, desde el embalse Lautaro hasta el sector de La Puerta no se producirían infiltraciones importantes, dado que el angostamiento que experimenta el valle y el acercamiento de la roca basal impermeable hacia la superficie, favorecerían los afloramientos de aguas subterráneas al río. En cambio al avanzar aguas abajo entre los sectores de La Puerta y Malpaso, las infiltraciones alcanzarían aproximadamente al 30% del caudal del río registrado en la estación en la Puerta.

Ya entre Malpaso y la ciudad de Copiapó la captación de agua que hace Canal Matriz Malpaso, que está revestido, impediría la infiltración a la napa. Luego de la ciudad de Copiapó, el río hasta la desembocadura en varios tramos prácticamente no lleva agua superficialmente limitando la infiltración.

Recarga producida por infiltración desde los Canales

La infiltración que se produce ocurre en los Canales según lo señalado por DGA, se estima del orden de 16 Hm^3/año desde la red de canales matrices, mientras que desde canales secundarios se estimó en 9,15 Hm^3/año

Recarga producida por infiltración de riego intrapredial

Se determinó la infiltración producida por el riego, considerando que los cultivos regados por goteo no pierden agua por percolación y que los predios en que se riega por surcos o por bordes el 50 % del agua se infiltra. Aplicando estos criterios la DGA (1987) estimó en 18,71 Hm^3/año la infiltración de agua procedente de las áreas cultivadas en la cuenca. Sin duda, desde 1987 cuando se realizaron las estimaciones hasta la actualidad, el aumento de la superficie de riego con sistemas de riego por goteo se ha masificado en la cuenca con lo cual debieran esperarse aportes actuales menores a lo señalado.

Recarga producida por infiltración desde el Embalse Lautaro

De acuerdo a DGA (2003), las pérdidas del embalse que se traducen en aportes a la napa debieran alcanzar los 6,3 Hm^3/año.

1.4. Descripción de la calidad de Agua

1.4.1. Aguas superficiales y subterráneas

La DGA publicó el 2004 el diagnóstico y clasificación de los cursos de agua para una serie de cuencas en Chile, dentro de ellas la Cuenca del Río Copiapó. La calidad es estudiada clasificándola dentro de cinco categorías según las Normas de Calidad Secundarias (Tabla 5).

Siguiendo esta clasificación, para cada tramo de la cuenca se establecieron las clases actuales y las clases objetivo de calidad de agua. Además, para las estaciones de muestreo, se determina el Índice de Calidad de Agua Superficial (ICAS), respecto a los rangos de este índice, se acepta que un valor igual a 0 indica agua de muy mala calidad, y un valor cercano a 100 una de muy buena calidad (Tabla 6).

$$ICAS = \sum_{i=1}^{n} wi \cdot Qi$$

Donde:
wi = Corresponde a la ponderación de los parámetros que componen ICAS, considerando obligatorios Conductividad eléctrica, DBO5, Oxígeno Disuelto, pH, SST y Coliformes fecales en conjunto pesan 70 % (11,67 % cada uno) y que los relevantes

(RAS, cloruro, sulfato, boro, cobre, cromo, hierro, manganeso, molibdeno, Zinc, aluminio, arsénico y Mercurio) pesan en conjunto 30 % (2,3 % cada uno).
Qi = Valor del parámetro expresado en forma porcentual obtenido a través de las curvas de estandarización que se encuentran en la tabla N° 2 del Instructivo Presidencial.

La metodología para el establecimiento de índices de calidad de aguas aparece en el Anexo 5 del Volumen 1 del Informe Final del estudio Diagnostico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua según Objetivos de Calidad. DGA 2004

En relación a la calidad de las aguas subterráneas del valle del río Copiapó, el SERNAGEOMIN (1999) realizó el estudio denominado "Estudio Hidrogeológico del valle del río Copiapó, segmento Embalse Lautaro-Piedra Colgada, Región de Atacama", el cual recoge los resultados del muestreo realizado entre los años 1995 y 1997 y que fueron comparados con las normas Chilenas de agua para consumo humano NCh 409 y riego NCh 1333.

En el Anexo I se encuentran los registros obtenidos en los puntos de muestreo de aguas subterráneas, por tramo, en donde se destacan aquellas muestras que superaron las normas mencionadas.

Respecto a la calidad del agua y su importancia para el sostenimiento de los ecosistemas, ella es de gran relevancia. Por una parte se debe considerar que los sistemas acuáticos difieren en sus propiedades naturales, lo que marca diferencias en las biotas (aguas de salares ricas en Silice sostienen grandes comunidades de microalgas Diatomeas y ellas a poblaciones de Flamencos; en otros cursos de aguas esos niveles de Silice serían negativos para la biota). Por otra parte, cambios importantes en la calidad del agua (contaminación, tanto episodios agudos como de larga data) pueden producir cambios significativos en las comunidades acuáticas, en especial a niveles más micro (cambios en microalgas, zoobentos), los que tienen profundas implicancias a niveles macro (comuniades de aves por ejemplo). Por lo tanto, la mantención de las propiedades naturales de los ecosistemas acuáticos (dentro de rangos permisibles) es fundamental para la conservación de la biodiversidad.

Efectivamente la condición ideal para el desarrollo natural de los ecosistemas y la biota es la de un agua con cero contaminación de origen antópico. Sin embargo, las normas de calidad de aguas están basadas en el uso humano y por lo tanto pueden haber aguas "no contaminadas" desde el punto de vista ecosistémico y de muy mala calidad (e.g. altos contenidos naturales de arsénico) según la norma.

La relación entre la contaminación y el desarrollo de la flora y fauna acuática tampoco es tan clara ya que ciertos grados de eutroficación se asocian positivamente a la productividad primaria. Así, pueden haber sitios artificialmente diversos y productivos por efecto de la contaminación (e.g. fertilizantes), aunque es muy probable que siempre existan especies sensibles que sólo persistan en situaciones de mínimo impacto.

Tabla 5. Clases de calidad de agua secundaria y sus usos prioritarios.

Clase	Calificación General	Usos prioritarios
Clase 0 Excepcional	Mejor que la clase 1, de extraordinaria pureza y escasez	Protección y conservación de comunidades acuáticas
Clase 1	Muy buena calidad	Protección y conservación de comunidades acuáticas
Clase 2	Buena calidad	Acuicultura, pesca deportiva y recreativa, bebida de animales y riego restringido
Clase 3	Regular calidad	Bebida de animales y riego restringido
Clase 4	Mala calidad	Potabilización con tratamiento adecuado o para aprovechamiento industrial

Fuente: DGA 2004

Tabla 6. Resultados de la clasificación de la calidad de agua superficial según norma secundaria e índice ICAS para las estaciones fluviométricas de la cuenca del río Copiapó.

Cauce	Tramo	Estación de Muestreo	ICAS	Clase actual más característica	Clase objetivo del tramo	Excepciones en el tramo	
						Clase Excep.	Parámetros que difieren en la clase Objetivo
Río Manflas	MA-TR-10 (De naciente río Manflas hasta confluencia río Copiapó)	Río Manflas en Vertedero	97	0	0	1	-
						2	CE, Cu, Cr, Fe, Mn
						3	Al
						4	B
Río Pulido	PU-TR-10 (De naciente río pulido hasta Confluencia río Jorquera)	Río Pulido en Vertedero	94	2, Buena	2, Buena	0	OD, pH, RAS, Cl, Zn, As, Ni, Se, DBO5, color aparente, SST, NH4 +, CF, CT, CN-, F-, NO2 -, S2-
						1	CE, SD
						3	Al
						4	B, Hg
Río Jorquera	JO-TR-10 (De naciente río Figueroa hasta confluencia río Pulido)	Río Jorquera en Vertedero	89	2, Buena	2, Buena	0	OD, pH, RAS, Cl, Zn, Ni, Se, DBO5,SST,CF
						1	-
						3	SO4 -2
						4	B, Fe, Mn, Al, As, Hg
	CO-TR-10 (De	Río Copiapó by-pass Lautaro	93			0	pH, RAS, Cl, Ni, Se, DBO5, color aparente, SST, NH4 +, CF, CT, CN-, F-, NO2 -, S2-
Río Copiapó	confluencia río Jorquera y río Pulido hasta límite subcuenca)	Río Copiapó en La Puerta	89	2, Buena	2, Buena	1	As
		Río Copiapó en Mal Paso	90			3	-
						4	B, Mn, Hg, Fe, Al
	CO-TR-20 (Límite Subcuenca hasta desembocadura)	Río Copiapó en pte Bodega	82	4, Mala	3, Regular	0	pH, RAS, Cl, Ni, Se, DBO5, CN-, F-, S2-,CF, CT
		Río Copiapó en Piedra Colgada	75			1	OD, color aparente
						2	Cr, NO2 -, Mo, Zn
		Río Copiapó en Angostura	77			4	CE, Cl, SO4 -2, B, Fe, Mn, Al, NH4 +, SD

Fuente: DGA 2004

2. METODOLOGIA

2.1. Vegetación

2.1.1. Cuenca del río Copiapo

2.1.1.1. Preparación Campaña terreno

Recopilación de imágenes y cartografía base

Se determinaron en las imágenes satelitales el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), y el Índice de Vegetación Ajustado al Suelo (SAVI) (Rouse et al., 1974), los que resultan de gran importancia al momento de identificar y reconocer cubiertas de vegetación, para la delimitación de unidades homogéneas. Esto como apoyo a la selección del área de muestreo y posteriormente la extrapolación de la información proveniente del trabajo de terreno. Originalmente se consideró el análisis del modelo digital de elevación generado en base a curvas y cotas de nivel, en contraste con el modelo digital de elevación escala 1:50.000 obtenido de imagen radar, sin embargo el equipo consultor no contó con esta capa de información. Complementariamente a la determinación de polígonos de vegetación se cruzó la información gráficamente con las formaciones de vegetación de la cuenca a escala 1:250.000 (Gajardo 1983), lo que permitió establecer las áreas relevantes y diferenciadas en la cuenca hidrográfica, principalmente por rangos altitudinales, tanto para vegetación zonal como azonal. A este ultimo respecto, los estados de superficie asignables a vegetación activa y densa en la imagen satelital, y que corresponden a zonas con vegetación azonal hídrica, fueron digitalizados manualmente para generar la capa de información respectiva, de modo de eliminar las convergencias radiométricas con estados de superficie similares digitalmente pero correspondientes a situaciones vegetacionales diferentes.

Selección de polígonos de muestreo

Una vez realizada la interpretación preliminar de imágenes y en base a la información previa de vegetación y de características de descripción de sitio (subcuenca, pendiente, altitud y exposición, entre otros), se seleccionó aquellas unidades representativas de cada conjunto de atributos. Las unidades así seleccionadas fueron cartografiadas a una escala adecuada de trabajo que permitiera su ubicación y caracterización en terreno y, conjuntamente con la red caminera de la cuenca, se diseñó la ruta e itinerario, determinando finalmente las unidades a muestrear en función de la posibilidad de acceder a ellas.

2.1.1.2. Campaña de terreno

Ésta consideró la realización de una campaña de terreno en un recorrido por las unidades seleccionadas previamente con una duración de 4 días. Este recorrido tuvo por objetivo la caracterización vegetacional y florística. En la Figura 6 se presentan los puntos visitados durante el recorrido efectuado en esta campaña.

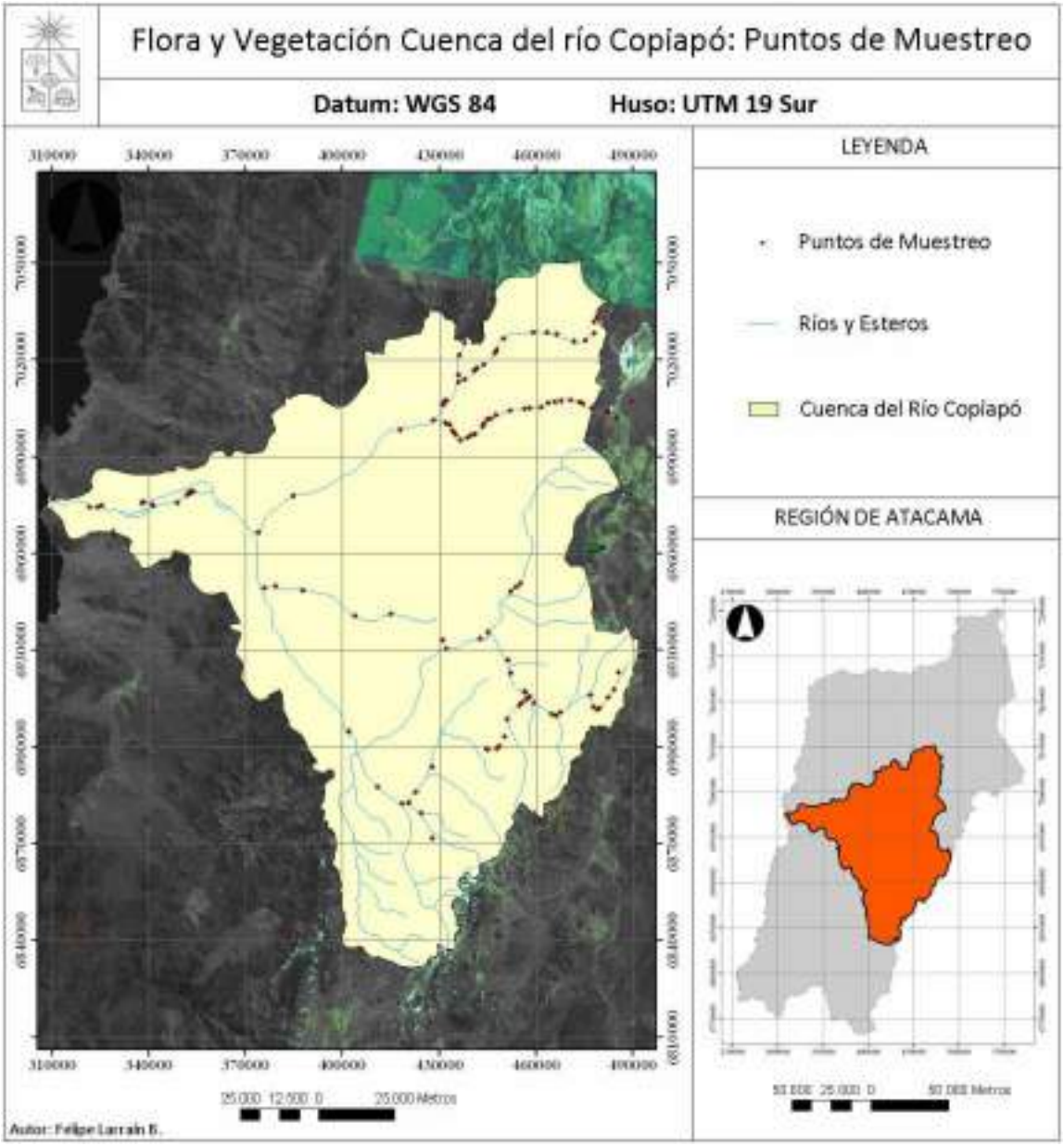


Figura 6. Puntos de muestreo de flora y vegetación.

2.1.1.3. Descripción de la vegetación.

La vegetación se evaluó definiendo unidades homogéneas dentro del área de estudio, en función de las características estructurales y las especies dominantes presentes en ellas. La delimitación de dichas unidades se efectuó *a priori* y se verificaron en terreno, de acuerdo con la metodología de la "Carta de Ocupación de Tierras" (COT),

desarrollada por la escuela fitoecológica Louis Emberger (CEPE/CNRS)[1], Montpellier, Francia, y adaptada para las condiciones ecológicas de Chile por Etienne y Contreras (1981) y Etienne y Prado (1982), obteniendo como resultado la Carta de la Vegetación para el área de estudio, la cual es una cartografía fisonómica que refleja la imagen fiel de la vegetación al momento de su evaluación y a una escala apropiada de presentación. Para esta cuenca hidrográfica se establecieron zonas de vegetación, las cuales responden a una estratificación altitudinal y son representadas por las especies dominantes fisonómicas. Las especies dominantes de cada formación vegetacional se codifican según lo señalado en la Tabla 7.

Además se consideraron aquellas zonas desprovistas de vegetación, como son las áreas de suelo desnudo, zonas industriales o de asentamiento humano, cuerpos de agua y todas aquellas que representan algún grado de alteración o intervención al sistema vegetacional que se presenta en el área de estudio.

Tabla 7. Códigos de especies dominantes según metodología COT.

Tipo biológico	Código		Ejemplo
	Género	Especie	
Herbáceo	minúscula	minúscula	*Distichlis spicata*: ds
Leñoso bajo	mayúscula	minúscula	*Adesmia litorales*: Al
Leñoso alto	mayúscula	mayúscula	*Prosopis chilensis*: PC
Suculento	minúscula	mayúscula	*Eulychnia breviflora*: eB

2.1.1.4. Caracterización Florística

De manera conjunta a la descripción de la vegetación se contempló la realización de catastros florísticos de las unidades muestreadas. Para esto se consideró la toma de información mediante inventarios florísticos de áreas fijas (Mueller-Dombois y Ellemberg, 1974) de 4 m^2 para cada elemento de las unidades de vegetación azonal, ya que si bien muchas veces poseen una superficie menor a la Unidad Mínima Cartografiable, y de 100 m^2 para la vegetación zonal, estas fueron evaluadas y georreferenciadas para conocer el grado de heterogeneidad que poseen estos sistemas.

Dentro de las parcelas se registraron todas las especies presentes, su grado de cubrimiento (%) y estado fenológico, quedando de esta manera registradas, según las características florísticas de la unidad. Junto con lo anterior y de modo complementario, se rastrearon ejemplares fuera de las parcelas florísticas, para establecer el 100% de la flora del lugar, colectando fragmentos para su posterior verificación y determinación taxonómica en laboratorio.

Estos puntos de evaluación fueron referenciados geográficamente utilizando un sistema de posicionamiento satelital (GPS), a fin de establecer futuros puntos de evaluación.

1 Centre d'Etudes Phytosociologiques et Ecologiques Louis Emberger/Centre National de la Recherche Scientifique., FRANCE

2.1.1.5. Análisis de la Información.

A partir de la información generada se realizó la caracterización en detalle de cada una de las unidades visitadas en terreno en términos de sus variables vegetacionales. Este último nivel considera como mínimo:

- Estructura vegetacional: según la metodología de la Carta de Ocupación de Tierras (C.O.T) (Etienne y Prado, 1982) apoyado con la información y descripciones levantadas en terreno.
- Especies dominantes de la formación vegetacional y sus grados de cubrimiento: definidas de acuerdo a la información obtenida en terreno.
- Catálogo florístico por unidad muestreada.

De esta manera se obtiene la capa de información de polígonos catastrados en terreno. De esta información, la formación vegetacional, es decir, la estructura (tipo biológico con su respectivo índice de cubrimiento) y especies dominantes de cada tipo biológico, representa la base para el proceso de extrapolación de información al resto de las unidades, ya que flora asociada sólo es posible extrapolarla de acuerdo al nivel de confiabilidad que éstas presenten con la formación vegetacional de acuerdo a la información obtenida en terreno.

2.1.1.5.1. Extrapolación de la información

Las unidades que no fueron descritas directamente en terreno (principalmente por problemas de accesibilidad), debieron ser homologadas a aquellas unidades que fueron visitadas. Este proceso fue apoyado por medio de técnicas radiométricas y lecturas de superficie, en las cuales se incluyen el cálculo del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) y del Índice de Vegetación Ajustado al Suelo (SAVI) (Rouse *et al.*, 1974), los que fueron calculados sobre la imagen satelital disponible para esta zona.

De esta manera se obtuvo la carta actualizada de tipología vegetacional de las formaciones vegetacionales que se desarrollan en el área de estudio. Dada la escala de trabajo y la información disponible, esta información se presenta generalizada a nivel de zonas vegetacionales, las cuales corresponden a franjas de vegetación de similar fisonomía y especies dominantes, distribuidas en pisos altitudinales.

2.1.1.6. Análisis de valoración ambiental.

Como producto complementario, se realizó un análisis de valoración ambiental del área de estudio, en base a características relevantes de la flora y vegetación. El objetivo de esto fue generar lineamientos generales que permitan establecer una futura priorización que apunte a un manejo conservativo de los diferentes polígonos en que se clasifique la cuenca, en general, y la desembocadura del río Copiapó, en particular. Esta valoración se realizó en base a los siguientes parámetros:

Para vegetación:

- Singularidad: entendida como el número de unidades que cada tipología posee en el sistema, de esta manera, aquellos tipos vegetacionales que resulten con

un bajo número de unidades serán más relevantes o singulares que aquellos tipos que posean un gran número de polígonos en el sector.

- Representatividad: referida a la superficie de cada unidad respecto del tipo vegetacional correspondiente, de esta manera aquellas unidades que ocupen la mayor proporción de la superficie del tipo serán más relevantes que aquellas de menor proporción.

Para flora:

- Naturalidad: Este criterio está dado por la relación existente entre la proporción de especies autóctonas respecto de las alóctonas; de este modo, una mayor naturalidad va a estar determinada básicamente por una mayor participación de las especies autóctonas en detrimento de las alóctonas o exóticas.
- Endemismos: La presencia de entidades endémicas locales, regionales o nacionales aumentará el valor de la calidad ambiental de los sitios de muestreo.
- Estados de conservación. La presencia de entidades catalogadas con alguna amenaza de conservación, aumentará el valor de la calidad ambiental de los sitios de muestreo.

Para la determinación de los estados de conservación de la flora se emplearon los decretos supremos que hacen referencia a los diferentes procesos de clasificación que se han llevado a cabo hasta fecha, lo que fue complementado con listados de carácter nacional para aquellas especies que no han sido sometidas al proceso, en el caso de las especies leñosas se consultó a Benoit (1989), para las Pteridófitas a Benoit (1989) y Baeza *et al* (1998), para bulbosas a Benoit (1989) y Ravenna *et al* (1998), y para cactáceas a Belmonte *et al* (1998) señalando en cada caso la fuente respectiva. Además se incluiyó la reciente clasificación del estado de conservación de la flora de la región de Atacama (Squeo et al, 2008), pero solo para aquellas especies endémicas de la región.

2.1.2. Humedal de la desembocadura del río Copiapó

En general la metodología empleada corresponde a la misma empleada en la evaluación de la vegetación y flora a nivel de cuenca, con la diferencia de escala, correspondiente a la menor superficie involucrada en el estudio de esta importante unidad azonal.

2.1.2.1. Cartografía de la vegetación

La vegetación se evaluó definiendo unidades homogéneas dentro del área de estudio, en función de las características estructurales y las especies dominantes presentes en ellas. La delimitación de dichas unidades se efectuó *a priori*, verificándose en terreno, de acuerdo con la metodología de la "Carta de Ocupación de Tierras" (COT), desarrollada por la escuela fitoecológica Louis Emberger (CEPE/CNRS)[2], Montpellier, Francia, y adaptada para las condiciones ecológicas de Chile por Etienne y Contreras (1981) y Etienne y Prado (1982) obteniendo como resultado la Cartografía de la Vegetación para el área de estudio, la cual es una cartografía fisonómica que refleja la

2 Centre d'Etudes Phytosociologiques et Ecologiques Louis Emberger/Centre National de la Recherche Scientifique., FRANCE

imagen fiel de la vegetación al momento de su evaluación y a una escala apropiada de presentación. En ella se representan los tipos biológicos (leñoso alto o árboles, leñoso bajo o arbustos, herbáceas y suculentas) y su grado de cubrimiento (%), además de las especies dominantes que regulan o controlan el aspecto de la comunidad. La descripción de los tipos biológicos, su recubrimiento y codificación de las especies dominantes se realizó en base a lo presentado en las Tablas 8, 9 y 10.

Además se consideraron, aquellas zonas desprovistas de vegetación, como son las áreas de suelo desnudo, zonas de asentamiento humano, cuerpos de agua y todas aquellas que representen algún grado de alteración o intervención al sistema vegetacional que se presenta en el área de estudio.

Tabla 8.Tipos biológicos y grado de cubrimiento según metodología COT.

Tipo Biológico		Índice de Cubrimiento (n)		
LA	Leñoso alto, con cubrimiento n	Índice	Cubrimiento	Densidad
LB	Leñoso bajo, con cubrimiento n	1	1 – 5	Muy escaso
H n	Herbáceo, con cubrimiento n	2	5 – 10	Escaso
S n	Suculento, con cubrimiento n	3	10 – 25	Muy Claro
		4	25 – 50	Claro
n =	Índice de cubrimiento	5	50 – 75	Poco denso
		6	75 – 90	Denso
		7	90 – 100	Muy denso

Tabla 9. Códigos de altura para tipos biológicos según metodología COT.

Leñoso Alto (LA)			Leñoso Bajo (LB)		
Símbolo	Altura	Estrata	Símbolo	Altura	Estrata
	< 2 m	Extremadamente Baja		< 5 cm	Extremadamente Baja
	2-4 m	Muy Baja		5-25 cm	Muy Baja
	4-8 m	Baja		25-50 cm	Baja
	8-16 m	Media		50- 100 cm	Media
	16-32 m	Alta		1-2 m	Alta
	> 32 m	Muy Alta		> 2 m	Muy Alta
Suculento (S)			**Herbáceo (H)**		
Símbolo	Altura	Estrata	Símbolo	Altura	Estrata
	< 5 cm	Extremadamente Baja		< 5 cm	Extremadamente Baja
	5-25 cm	Muy Baja		5-25 cm	Muy Baja
	25-50 cm	Baja		25-50 cm	Baja
	50- 100 cm	Media		50- 100 cm	Media
	1-2 m	Alta		1-2 m	Alta
	> 2 m	Muy Alta		> 2 m	Muy Alta

Tabla 10. Códigos de especies dominantes según metodología COT.

Tipo biológico	Código		Ejemplo
	Género	Especie	
Herbáceo	minúscula	minúscula	Distichlis spicata: ds
Leñoso bajo	mayúscula	minúscula	Adesmia litoralis: Al
Leñoso alto	mayúscula	mayúscula	Prosopis chilensis: PC
Suculento	minúscula	mayúscula	Eulychnia breviflora: eB

2.1.2.2. Caracterización Florística

De manera conjunta a la descripción de la vegetación se contempló la realización de catastros florísticos de las unidades muestreadas. Para esto se consideró la toma de información mediante inventarios florísticos de áreas fijas (Mueller-Dombois y Ellemberg, 1974), de 100 m2 para cada elemento de las unidades de vegetación azonal, ya que si bien, muchas veces poseen una superficie menor a la Unidad Mínima

Cartografiable, estas fueron evaluadas y georreferenciadas para conocer el grado de heterogeneidad que poseen estos sistemas.

Dentro de las parcelas se registraron todas las especies presentes, su grado de cubrimiento (%) y estado fenológico, quedando de esta manera registradas, según las características florísticas de la unidad. Junto con lo anterior y de modo complementario, se rastrearon ejemplares fuera de las parcelas florísticas, para establecer el 100% de la flora del lugar, colectando fragmentos para su posterior verificación y determinación taxonómica en laboratorio.

Estos puntos de evaluación fueron posicionados utilizando un sistema de posicionamiento satelital (GPS), a fin de establecer futuros puntos de evaluación.

2.1.2.3. Análisis de la Información

A partir de la información generada se realizó la caracterización en detalle de cada una de las unidades visitadas en terreno en términos de sus variables vegetacionales, este último nivel considera como mínimo:

- Estructura vegetacional: según la metodología de la Carta de Ocupación de Tierras (C.O.T) apoyado con la información y descripciones levantadas en terreno.
- Especies dominantes de la formación vegetacional y sus grados de cubrimiento: definidas de acuerdo a la información obtenida en terreno.
- Catálogo florístico.

De esta manera se obtiene la capa de información de polígonos catastrados en terreno. De esta información, la formación vegetacional, es decir, la estructura (tipo biológico con su respectivo índice de cubrimiento) y especies dominantes de cada tipo biológico, representa la base para el proceso de extrapolación de información al resto de las unidades.

2.1.2.4. Extrapolación de la información

Originalmente se consideraba que las unidades que no fueran descritas directamente en terreno (principalmente por problemas de accesibilidad), deberían ser homologadas a aquellas unidades que fueron visitadas, proceso que sería apoyado por medio de técnicas radiométricas y lecturas de superficie, en las cuales se incluyen el cálculo del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) y del Índice de Vegetación Ajustado al Suelo (SAVI) (Rouse et al., 1974), calculados sobre la imagen satelital disponible para esta zona. Estas unidades serían identificadas claramente en su origen de información (terreno o extrapolada) a fin de validar el nivel de confiabilidad de la información generada y disminuir de esta manera el margen de error que la lectura de estos datos pueda tener. Sin embargo, dado que se visitaron todas las unidades discriminadas, este proceso no fue necesario.

De esta manera se obtiene la carta actualizada de tipología vegetacional de las formaciones vegetacionales que se desarrollan en área de estudio.

2.1.2.5. Análisis de valoración ambiental.

Como producto complementario, se realizó un análisis de valoración ambiental del área de estudio, en base a características relevantes de la flora y vegetación. El objetivo de esto es generar lineamientos generales que permitan establecer una futura priorización que apunte a un manejo conservativo de los diferentes polígonos en que se clasificó la desembocadura del río Copiapó. Esta valoración considera los siguientes parámetros:

Para vegetación:

- Singularidad: entendida como el número de unidades que cada tipología posee en el sistema, de esta manera, aquellos tipos vegetacionales que resulten con un bajo número de unidades serán más relevantes o singulares que aquellos tipos que posean un gran número de polígonos en el sector.

- Representatividad: referida a la superficie de cada unidad respecto del tipo vegetacional correspondiente, de esta manera aquellas unidades que ocupen la mayor proporción de la superficie del tipo serán más relevantes que aquellas de menor proporción.

Para flora:

- Naturalidad: Este criterio está dado por la relación existente entre la proporción de especies autóctonas respecto de las alóctonas; de este modo, una mayor naturalidad va a estar determinada básicamente por una mayor participación de las especies autóctonas en detrimento de las alóctonas o exóticas.
- Endemismos: La presencia de entidades endémicas locales, regionales o nacionales aumenta el valor de la calidad ambiental de los sitios de muestreo.
- Estados de conservación. La presencia de entidades catalogadas con alguna amenaza de conservación, aumenta el valor de la calidad ambiental de los sitios de muestreo.

Para la determinación de los estados de conservación de la flora se emplearon los decretos supremos que hacen referencia a los diferentes procesos de clasificación que se han llevado a cabo hasta fecha, lo que dada la baja cobertura de especies actual, fue complementado con listados de carácter nacional para aquellas especies que no han sido sometidas al proceso. En el caso de las especies leñosas se consultó a Benoit (1989), para las Pteridófitas a Baeza *et al* (1998), para bulbosas a Ravenna *et al* (1998) y para cactáceas a Belmonte *et al* (1998) señalando en cada caso la fuente respectiva. Se incluyó la reciente clasificación del estado de conservación de la flora de la región de Atacama (Squeo et al, 2008), pero solo para una especie endémica de la región (*Pintoa chilensis*).

2.2. Fauna

2.2.1. Cuenca del Río Copiapó

El estudio de la fauna se orientó a aspectos relacionados a la composición específica de vertebrados (peces de aguas continentales, anfibios, reptiles, aves y mamíferos), caracterización de los hábitat ocupados por la fauna, evaluación del estado de los ecosistemas (sensibilidad ambiental) y en el planteamiento de direcciones futuras respecto a las especies vertebradas asociadas a esta cuenca. En este sentido el levantamiento de información faunística consideró dos directrices principales: generación de un inventario de vertebrados y una posterior valoración ambiental, dentro del marco de la priorización de sitios relevantes para la biodiversidad de los ecosistemas asociados al agua en la cuenca del Río Copiapó.

Se realizó un muestreo longitudinal de la cuenca entre los días 1 al 10 de diciembre de 2008, con el objetivo de evaluar la fauna a diferentes pisos altitudinales (rango entre 200 a los 4300 msnm). Los esfuerzos del muestreo se concentraron fundamentalmente en los ambientes de altura de la cuenca y de la zona intermedia (obviando la zona ocupada por parronales, que representa un área de alta modificación antrópica). A partir de una base cartográfica (sistema de información geográfica, SIG) se procedió a la elección de las áreas de estudio, en las que se realizó un muestreo dirigido fundamentalmente a los ecosistemas asociados al agua (vegas, esteros, ríos). En total se prospectaron 32 puntos de muestreos, los que fueron seleccionados en función de su representatividad (altura, vegetación) y facilidades de acceso. En la Figura 7 se señalan los sitios muestreados para el estudio de la fauna.

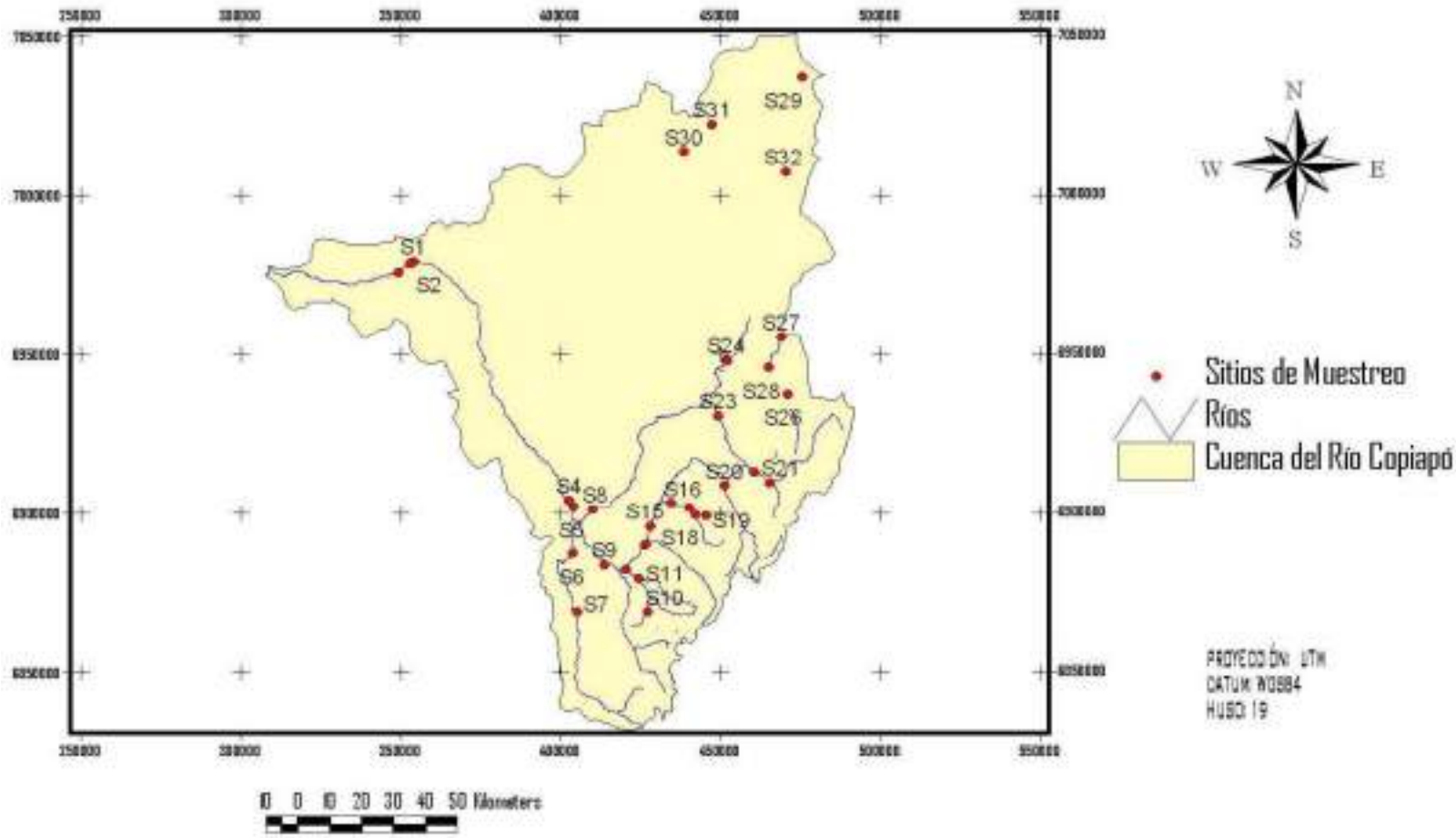


Figura 7. Puntos de muestreos de vertebrados terrestres y peces de aguas continentales en la cuenca del Río Copiapó. El Anexo II contiene las coordenadas y la altitud de cada punto.

2.2.1.1. Inventario

Está fase tuvo como objetivo generar información respeto a la distribución de vertebrados en el área de estudio. Fundamentalmente se trabajo sobre información recopilada en terreno, con el respectivo apoyo bibliográfico.

2.2.1.1.1. Revisión *de antecedentes bibliográficos*

Se efectuó una revisión amplia de la bibliografía atingente a vertebrados, entre las fuentes a consultar figuraron para Peces: Arratia (1981), CADE, IDEPE, 2004. Campos, et al. (1998), Duarte et al. (1971), Dyer (2000), Eigenmann (1927), Iriarte et al. (2005), Mann (1954), Pequeño (1995), Ruiz y Marchant (2004), Vila et al, (1999). Anfibios y Reptiles: Cei (1962), Díaz (1984), Donoso-Barros (1966), Donoso-Barros (1970), Lobos et al. (1999), Nuñez (1991), Nuñez y Jaksic (1992), Nuñez et al. (1997), Valencia y Veloso (1981), Veloso y Navarro (1988). Aves: Araya y Millie (1988), Estades (1995), Goodall, et al. (1946, 1951, 1957, 1964), Hellmayr (1932), Johnson (1965, 1967, 1972), Lazo y Silva (1993), Philippi (1964), Rottmann (1995). Mamíferos: Campos (1986), Mann, (1978), Miller y Rottmann (1976), Osgood (1943), Pine et al. (1979), Rau (1982), Tamayo y Frassinetti (1980).

Además se revisaron algunos trabajos en biodiversidad como proyecto Manflas y Montosa (Juan Carlos Torres-Mura & Iván Lazo, com. pers.) y Proyecto de explotación Minera Purén (Consultora Biodiversidad & Desarrollo) y antecedentes propios del trabajo ejecutado por los investigadores en el área de estudio.

2.2.1.1.2. Criterios *de categorización de la fauna de vertebrados terrestres con problemas de conservación*

Se utilizó como criterio de clasificación de especies con problemas de conservación, la Ley de Caza 19.473. La elección del criterio obedeció a que la actual clasificación de especies de CONAMA aún se encuentra en proceso para algunos taxa.

La Ley de Caza 19.473 reconoce las siguientes categorías:

B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria
S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas
E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales
P= En Peligro de Extinción
V= Vulnerables
R= Raras
I= Inadecuadamente conocida

De acuerdo a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza se entiende por:

En Peligro de extinción (P): Taxa en peligro de extinción y cuya supervivencia es poco probable si los factores causales de peligro continúan operando.

Vulnerables (V): Taxa de los cuales se cree que pasarán en el futuro cercano a la categoría En Peligro si los factores causales de la amenaza continúan operando.
Raras (R): Taxa cuya población mundial es pequeña, que no se encuentran actualmente En Peligro, ni son Vulnerables, pero que están sujetas a cierto riesgo.
Inadecuadamente Conocida (I): Taxa que se supone pertenece a una de las categorías anteriores, pero respecto de las cuales no se tiene certeza debido a falta de información.

2.2.1.1.3. Colecta de información en el campo

Peces

Se realizaron búsquedas de peces en situaciones de ritrón y de potamón ocupando chinguillos (redes) para la captura de individuos, los cuales fueron identificados y posteriomente devueltos. En cada estación de muestreo se prospectó aproximadamente una superficie cercana a los 100 m^2.

Anfibios

Se realizaron búsquedas activas ("Visual Encounter Survived") durante el día y al anochecer. Especial énfasis se destino a aquellos ambientes más favorables para esta fauna (arroyos, zonas húmedas, quebradas).

Reptiles

Se prospectaron los ambientes característicos para herpetozoos. En el caso de reptiles se realizaron observaciones directas y capturas con lazos de nudo escurridizo. Los reconocimientos de reptiles se ejecutaron en transectos de 100 x 10 m.

Aves

Fueron observadas mediante el uso de binoculares, junto al registro de sus cantos y nidos. La información fue obtenida a partir del establecimiento de puntos de observación, donde se registrarán las aves presentes en un radio de 50 m durante un período de 5 minutos. En el caso de humedales como lagunas, se aplicó un censo (Bibby *et al.*, 1992).

Mamíferos

En el caso de micromamíferos, fueron prospectados 7 de los 32 puntos de muestreos, los que se señalan en la Tabla 11. En cada punto se instaló un dispositivo con 80 trampas Sherman durante una noche. Cada trampa fue cebada con avena y vainilla.

Tabla 11. Sitios de muestreo de micromamíferos.

SITIOS	COORDENADAS (UTM, WGS 84)		
	Oeste	Norte	ALTURA
Piedra Colgada 1	353894	6979282	265
Río Pulido 1	420438	6882338	2013
Río Cachitos	451259	6908684	3278
Río Figueroa 2, vega	451928	6947724	2904
Caspiche	471030	6937429	4300
Mina Refugio (pancho guanaco)	469050	6955485	3900
Quebrada San Andrés 1	438469	7013830	2398

La estimación de abundancia fue determinada de manera indirecta, mediante la evaluación del índice de éxito de captura:

$$\text{Índice éxito de captura} = \frac{\text{Nº de roedores capturados}}{\text{Nº de trampas noche}} \times 100$$

Para los macromamíferos se realizó observaciones directas con el apoyo de binoculares e indirecta (por medio del reconocimiento de huellas, heces, madrigueras, entre otros). La riqueza específica (S) para el grupo se expreso como el número de taxa presentes en el área de estudio.

Posteriormente para vertebrados, se realizó un análisis de los patrones distribucionales a nivel de subcuencas, por medio de la comparación de las similitudes ecológicas entre las diferentes localidades que conformaron el gradiente altitudinal, por medio del índice de Horn (basado en las semejanzas entre composiciones específicas de pares de sitios analizados) (Rau et al. 1998). Como criterio para validar los conglomerados que se forman (cluster), se utilizó el criterio arbitrario de un 40 % (cercano al 50 % señalado por Jaksic y Medel, 1990).

2.2.1.2. Valoración Ambiental

Para el desarrollo de este tópico el trabajo fue orientado al uso de información cartográfica (SIG) generada para la región (carta base, usos del territorio, formaciones vegetacionales). Sobre estás bases cartográficas se realizaron análisis tendientes a la evaluación de la biodiversidad animal, como sustrato para la definición de áreas prioritarias. Para ello, se escogió como primera unidad de análisis a las subcuencas que constituyen la cuenca del Río Copiapó. Cabe señalar que todos los análisis se sustentan en las observaciones registradas en el trabajo de campo, con las restricciones propias de ello (falta de estacionalidad en los análisis, esfuerzo de muestreo o número de días en terreno, pericia en la detección de algunas especies, entre otros). No obstante, está aproximación parece adecuada dada la evidente falta de estudios en la región y a los vicios propios de los análisis sustentados en revisiones bibliográficas. Obviamente estudios específicos posteriores en la cuenca deberían mejorar la calidad de la información y el conocimiento de las comunidades de vertebrados.

Indice de impacto humano

Se utilizó información generada por Sanderson et al (2000), correspondiente a un mapa global de la influencia humana sobre la superficie de la tierra. La generación del índice consideró la densidad poblacional, transformación de la tierra (agricultura, cultivos), poblados y ciudades, accesibilidad (caminos) e infraestructura eléctrica. La resolución del análisis de Sanderson et al (2002) fue de 1 km^2 (para una escala global). El índice de impacto fluctúa entre 0 y 72. Para el presente estudio se acotó el análisis a la Cuenca del Copiapó y la información se sintetizó en tres niveles de impactos (alto, medio y bajo).

La carta generada se considera como un buen indicador en la evaluación de los objetivos ambientales dada la evidente relación entre estado de la biodiversidad y el grado de perturbación antrópica (inverso del grado naturalidad). Nuevamente cabe

consignar que estudios más específicos de la cuenca deberían mejorar la carta de impacto humano, dada la escala de trabajo propuesta por Sanderson y colaboradores.

Riqueza de vertebrados nativos

Se generó una carta en que se representó las riquezas de vertebrados de los puntos de muestreo evaluados, con el objetivo de poder clasificar áreas en función del número de especies nativas presentes.

Especies amenazadas

Se representó cartográficamente la presencia de especies amenazadas en los sitios evaluados, con el objetivo de definir aquellos sitios con mayor riesgo por presencia de especies con problemas de conservación. El criterio de especies amenazadas se basó en la consideración de las especies señaladas con problemas de conservación (En Peligro, Vulnerables, Raras e Inadecuadamente Conocidas) por la Ley de Caza 19.473, este criterio permitió un análisis más general y para evitar subjetividades. La elección del criterio obedeció a que la actual clasificación de especies de CONAMA aún se encuentra en proceso para algunos taxa.

Especies endémicas

Se confeccionó una cartografía con las especies endémicas para la región (sensu estricto especies endémicas para Chile), con el objetivo de ponderar aquellos territorios relevantes por este atributo.

Especies invasoras

Con la información disponible de especies invasoras, se generó una representación de las especies más relevantes para la cuenca analizada. El objetivo de esta carta es identificar a las principales especies del área, pues ellas han sido consideradas como una de las amenazas más importantes para la biodiversidad; en este caso este indicador representa un elemento adverso para la calidad de los territorios evaluados.

2.2.1.3. Integración de información

Carta de sensibilidad de vertebrados

La carta de sensibilidad de vertebrados tiene por objetivo sintetizar los atributos más relevantes de los vertebrados del área de estudio. Para ello se ponderó la riqueza de vertebrados (R), el número de especies endémicas (E) y el número de especies amenazadas (A) para cada uno de los sitios. Cada criterio fue ponderado en tres niveles cualitativos (alto, medio y bajo). La definición de la ponderación de los criterios (alto, medio y bajo) consideró a la totalidad de los valores registrados para todos los puntos de muestreos y su posterior agrupación en tres niveles. A los sitios con nivel

alto se les asignó un valor de 3, a los medios 2 y a los bajo 1. La integración de los tres criterios se realizó de acuerdo a la siguiente formula:

$$\text{Sensibilidad} = R + E + 2A$$

El criterio de especies amenazadas fue multiplicado por 2, por considerarse un atributo relevante a la hora de definir objetivos ambientales para la fauna. Finalmente la totalidad de los valores de los sitios fue agrupado en tres niveles de sensibilidad (alto, medio y bajo).

Carta de Impacto de los Usos del Territorio

Correspondió a la carta del índice de impacto humano (Sanderson et al. 2002), pues ella sintetiza diversos factores antrópicos que afectan a los ecosistemas y sus componentes. En está fase no se consideró la carta de especies invasoras por la evidente correlación entre ellas y factores como la accesibilidad (caminos), cambio del uso de la tierra y presencia humana (todos sintetizados en la carta de impacto humano). La información fue sintetiza en tres niveles de impactos (alto, medio y bajo).

Carta de Prioridad Ambiental

La carta de Prioridad Ambiental para vertebrados se generó a partir de una matriz de doble entrada, presentada en la
Tabla 12.Cabe señalar que la matriz anterior es solo indicativa, en especial debido a la naturaleza de los datos empleados en este estudio (ver más arriba). Por ello, la evaluación de cada sitio fue revisada y corregida cuando el criterio experto así lo recomendó (se señalaran aquellos casos específicos).

Para cada sitio priorizado se definió objetivos ambientales de protección o restauración de acuerdo a los niveles de impactos registrados en su entorno. Finalmente la información (valoración) de los puntos de muestreos fue extrapolada a polígonos en la cartografía siguiendo criterios de vegetación y altitud.

Tabla 12. Matriz de doble entrada para la definición de Prioridades Ambientales.

Sensibilidad	Impacto de los usos del territorio		
	Alto	Medio	Bajo
Alto	Prioridad Alta	Prioridad Alta	Prioridad Media
Medio	Prioridad Alta	Prioridad Media	Prioridad Baja
Bajo	Prioridad Media	Prioridad Baja	Prioridad Baja

2.2.2. Humedal de la desembocadura del Río Copiapó

2.2.2.1. Unidades de fauna

Se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva de estudios de fauna realizados en el área de estudio (Luna-Jorquera y Cortez 2007, Gaymer et al 2008, Squeo et al 2006) y se recopilaron los antecedentes de los distintas taxa de vertebrados presentes en el humedal. Además se realizó una visita a terreno en donde, junto con una imagen satelital y una clasificación vegetacional, se identificaron las principales unidades de fauna desde el punto de vista funcional, es decir aquellas que constituyen hábitats distintos para las especies de vertebrados.

2.2.2.2. Riqueza de especies y Estados de Conservación

Se confeccionaron tablas de riquezas de especies en donde se mencionan los nombres comunes, nombres científicos, estados de conservación para las especies nativas y las unidades de fauna en las cuales se encuentran las especies. Esto último se estableció complementando los antecedentes de terreno con una revisión en la bibliografía de los hábitats que generalmente ocupa cada especie, adecuando éstos a las principales unidades de fauna identificadas.

La revisión bibliográfica que se utilizó en la ubicación de las especies en las distintas unidades de fauna para Reptiles fue: Donoso-Barros (1966), Donoso-Barros (1970), Veloso y Navarro (1988), Mella (2005). Aves: Araya y Millie (1988), Goodall, et al. (1946, 1951, 1957, 1964), Johnson (1965, 1967, 1972), Rottmann (1995), Martínez y González (2004). Mamíferos: Campos (1986), Mann, (1978), Miller y Rottmann (1976), Osgood (1943), Muñoz & Yañez (Eds.) (2000).

Los estados de conservación para las especies nativas fueron los propuestos por IUCN-The World Conservation Union (IUCN, 2006) y la Cartilla de Caza de SAG (2003), indicando, además, el origen exótico de los casos correspondientes. Para los peces se utilizaron los estados de conservación propuestos por Habit *et al.* (2006).

Los estados de conservación de las especies chilenas según la Cartilla de Caza del SAG, en orden descendente de riesgo son:

- P: especie catalogada como en Peligro de Extinción.
- V: especie catalogada en estado de conservación Vulnerable.
- R: especie catalogada como Rara.
- I: especie catalogada como Escasamente o Inadecuadamente Conocida.
- F: especie catalogada como Fuera de Peligro.
- CAC: especie con autorización de caza, con cuotas máximas por jornada, por cazador y según temporada.

Donde, además, se destacan las siguientes características ecológicas:

- B: especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria.
- S: especie catalogada con densidades poblacionales reducidas.
- E: especie catalogada como benéfica para la mantención de equilibrio de los ecosistemas naturales.

Los criterios y categorías usadas por la UICN[3] para los peces, aves y mamíferos pertenecen a la versión 3.1 del 2001. Estas categorías son:

- EX: Extinto
- EW (EXTINCT IN THE WILD): Extinto en estado salvaje
- CR: En peligro crítico
- EN (ENDANGERED): En peligro
- VU: Vulnerable
- NT (NEAR THREATENED): Amenaza cercana
- LC (LEAST CONCERN): Menor preocupación
- DD: Datos deficientes
- NE: No evaluado

2.2.2.3. Situación geográfica e importancia del humedal para la fauna vertebrada

Se realizó un análisis de la importancia y de la situación geográfica del humedal, en donde se consideró el uso que realizan las distintas especies de vertebrados encontradas en este ecosistema.

2.2.2.4. Análisis bacteriológico de las aguas

Se tomaron muestras de agua en tres puntos del humedal (Tabla 13). Las muestras colectadas de aguas fueron almacenadas en cajas térmicas aislantes y transportadas al laboratorio para los respectivos análisis.

Tabla 13. Coordenadas de las estaciones de muestreo para el análisis bacteriológico

Nombre estación	UTM ESTE	UTM NORTE	Altura (m)
Río en el Puente	310113	6976572	2
Río en la desembocadura	308983	6977377	1
Laguna Grande	308075	6978507	2

Se analizaron tres parámetros (coliformes totales, coliformes fecales y la presencia de *Escherichia coli*) los cuales fueron comparados con la Norma Chilena 1333, para calidad de agua.

2.2.2.5. Estado de Conservación del Humedal

El objetivo de este capítulo fue analizar la información disponible para el humedal (tanto bibliográfica como cartográfica) con el objetivo de poder establecer un análisis temporal de la situación ambiental del humedal o en su defecto señalar los requerimientos necesarios para la generación de información que permita un seguimiento ambiental del mismo.

[3] Los reptiles no fueron evaluados por los criterios de UICN ya que la mayoría de las especies que se encontraron aún no se encuentran clasificadas.

2.3. Paisaje Turistico

Para valorar el paisaje con fines turísticos se utilizaron antecedentes bibliográficos y los recopilados en el presente estudio sobre los recursos bióticos (vegetación y fauna) y abióticos (clima, geología, geomorfología, hidrología, paisaje, etc.), así como también sobre elementos de servicios existentes en el lugar (accesos, infraestructura y equipamiento). La información recopilada en esta primera etapa se complementó con observaciones en terreno.

En terreno se definieron los atractivos turísticos de la Cuenca del Río Copiapó, visitando los lugares definidos en la etapa de Valorización de la Flora y la Vegetación. Para ello se utilizaró el formato propuesto por Ceballos-Lascuráin (1998), según el cual se realiza una descripción de los recursos visuales globales, considerando los siguientes aspectos:

- Configuración básica del terreno
- Variedad de elementos geomorfológicos
- Variedad de elementos hidrológicos
- Variedad de patrones vegetacionales
- Efectos del uso humano del suelo (grado de intervención antrópica)
- Atractivos culturales

Con los antecedentes recopilados se establecieron tres tipos de atractivos para la cuenca:

Atractivos ecoturísticos focales, que son elementos distintivos del patrimonio natural y cultural que se encuentran en un área determinada. Son aquellos rasgos intrínsecos (exclusivos) de singularidad que mejor caracterizan al área y el motivo fundamental que los turistas tendrán para visitarlo.

Atractivos ecoturísticos complementarios, constituyen motivos de interés adicional y valor agregado para los turistas, contribuyendo a una experiencia turística de mayor riqueza y diversidad al inducir al visitante a que permanezca mayor tiempo en el área. También pueden contribuir a evitar concentraciones excesivas de turistas en un sólo lugar, propiciando el desplazamiento de los visitantes por diversos sitios del área. Tanto los atractivos focales como los complementarios pueden ser de uso actual o potencial, considerando que en ocasiones es necesario realizar algunas labores previas para que ciertos sectores puedan ser visitados de forma óptima y segura por los turistas.

Atractivos ecoturísticos de apoyo constituidos por elementos artificiales como instalaciones y servicios que tienen como objetivo proporcionar al visitante diferentes comodidades y/o satisfacciones. Aquí se incluyen los alojamientos, restaurantes, centros de interpretación, senderos, miradores y otros.

3. RESULTADOS

3.1. Vegetación

3.1.1. Cuenca del Río Copiapó

3.1.1.1. Vegetación Zonal

Con el propósito de establecer los atributos de la vegetación o cubierta vegetal existente actualmente en la cuenca del río Copiapó se procedió a efectuar la carta de vegetación del área correspondiente, la cual se presenta en la Figura 8. Las diferentes zonas de vegetación detectadas, que se representan en esta cartografía, se insertan en dos regiones vegetacionales nacionales (Gajardo 1983, 1994): por una parte, la región del desierto, subregión del desierto florido, formaciones del desierto florido de los llanos y del desierto florido de las serranías en los sectores de menor altitud, y por otra, la región de las estepas alto-andinas, subregión de los Andes centrales, formación de la estepa alto-andina de Coquimbo en la porción superior de la cuenca. Un esquema de su distribución altitudinal se representa en la Figura 9.

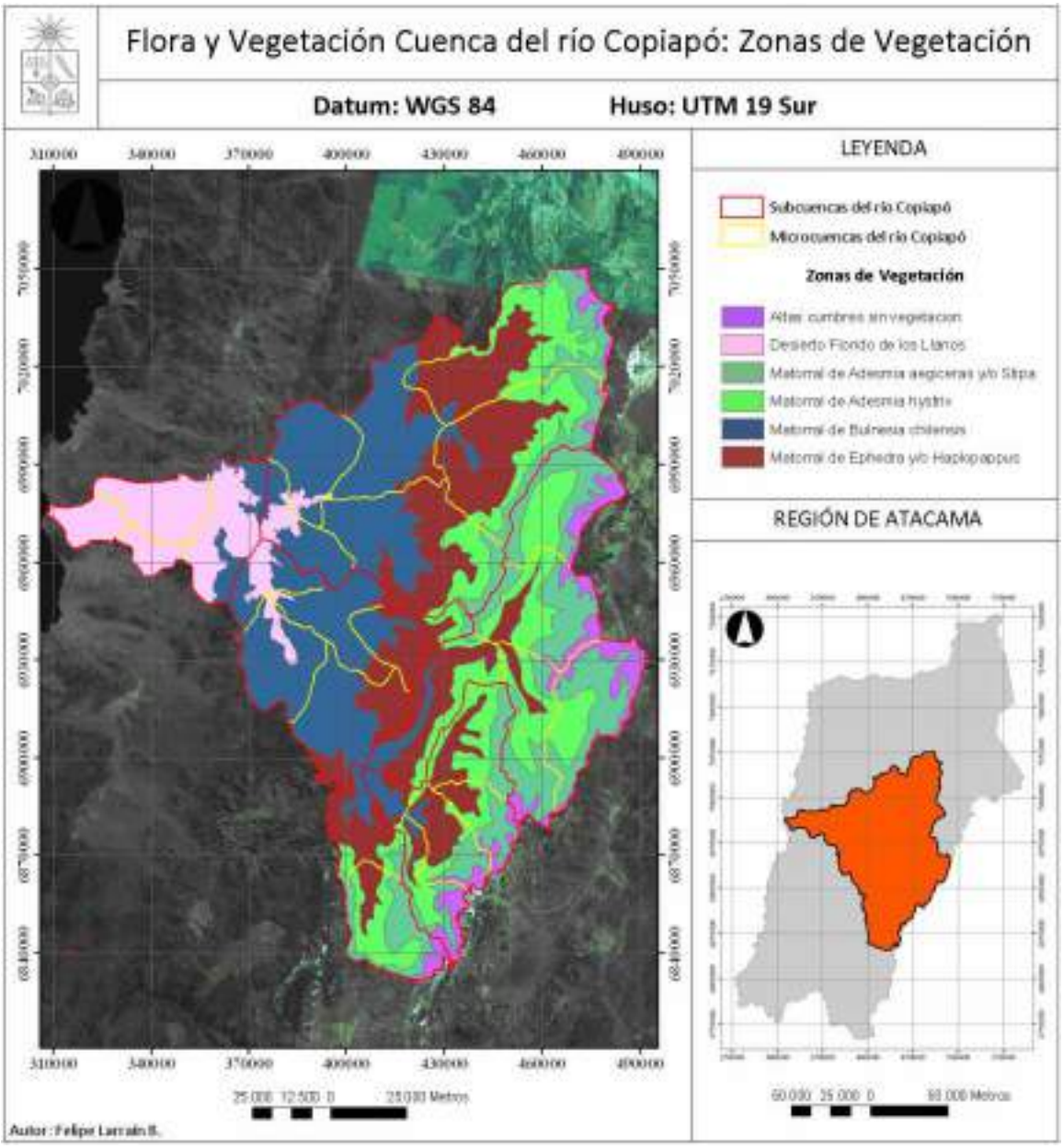


Figura 8. Zonas de vegetación en las subcuencas y microcuencas del sistema hidrográfico del río Copiapó. Diciembre 2008.

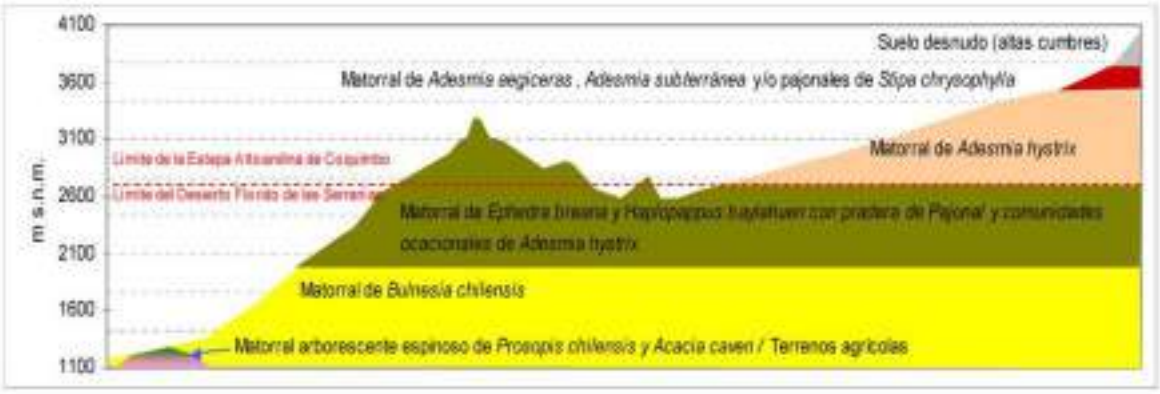


Figura 9. Perfil altitudinal de las comunidades vegetacionales discriminadas en las subcuencas superiores del río Copiapó, Diciembre 2008.

A continuación se entrega una descripción de cada una de las comunidades representadas en esta cartografía según esta regionalización vegetacional, principalmente debido a su representatividad ecológica a nivel nacional.

3.1.1.1.1. El desierto florido de los llanos

En la subcuenca inferior del río Copiapó, las laderas y piedemontes, principalmente arenosos se incluyen dentro de esta formación de vegetación, caracterizada por la ausencia casi completa de vegetación perenne, salvo en algunos lugares puntuales, como llanos o terrazas amplias, en donde durante los eventos "El Niño" luego de la ocurrencia de las precipitaciones, se desarrolla un tapiz herbáceo, más o menos denso, que cambia completamente la fisonomía del paisaje, vistiendo de colorido estas extensas áreas normalmente áridas y desoladas.

3.1.1.1.2. Formaciones vegetacionales del rió Copiapó en la porción del desierto florido de las serranías

En este ámbito ecológico se discrimino un total de tres tipos de vegetación, con uno de ellos representado por dos fases, con diferencias de composición de las especies dominantes o especies características. Además en esta área se incluye aquellos sectores en donde actualmente se realiza la actividad agropecuaria intensiva, principalmente frutícola, correspondiendo a los terrenos agrícolas. Los tipos vegetacionales discriminados son los siguientes.

3.1.1.1.2.1. Matorral arborescente espinoso de Prosopis chilensis (algarrobo) y Acacia caven (churqui).

Ubicado en las terrazas aluviales del río Copiapó, esta formación corresponde a un remanente de la vegetación original de estos sistemas, caracterizados por regímenes aluvionales en un ambiente marcadamente árido, en los cuales producto de un sustrato más profundo y la existencia de napas subterráneas, es posible el establecimiento y desarrollo de una cubierta arborescente biestratificada, una de ellas

baja (4-8 m) y escasa (5-10%) dominada por *Prosopis chilensis* (algarrobo) y una muy baja (2-4 m) muy clara (10-25 %) de *Acacia caven* (churqui), acompañadas por una estrata de altura y densidad variable, generalmente alta y escasa de *Schinus polygamus* (molle), *Geoffroea decorticans* (chañar) y *Baccharis salicifolia* (daín). En general se encuentra alterada, registrándose una situación puntual en el lecho aluvial sobre el embalse Lautaro hacia el río Manflas en donde este tipo de vegetación se encuentra en relativo buen estado, constituyéndose en uno de los mejores sitios de este tipo de vegetación en la región. Para este tipo vegetacional, dado la mala temporada climática, no se registró su flora componente, además su valor ambiental viene determinado por la presencia de *Prosopis chilensis*, especie clasificada como vulnerable a nivel nacional (Benoit, 1989).

3.1.1.1.2.2. Matorral de Bulnesia chilensis ("retama")

Esta formación vegetacional se caracteriza por la dominancia de una especie arbustiva áfila (la mayor parte de su ciclo de vida, sin hojas), con ramazón verde-grisáceo y que a la fecha se encuentra clasificada en su estado de conservación como una especie Rara a nivel regional (Benoit, 1989). Este tipo vegetacional se ubica en la parte media de la cuenca, asociada principalmente a las laderas, extremadamente áridas y llanos arenosos, con una altura entre 1-2 m y con densidades que varían entre 1-5 y 5-10 % de cubrimiento de la superficie del terreno, siendo frecuente las densidades más altas en las laderas bajas y piedemontes, especialmente en aquellas exposiciones con componentes este y sur.

Puntualmente, esta comunidad aumenta la complejidad de especies dominantes, especialmente al incrementar la altitud, incorporar una segunda estrata arbustiva baja (25-50 cm) muy escasa (1-5%) de *Krameria cistoidea* ("pacul") y/o *Pintoa chilensis*, especies cuyo estado de conservación está clasificado como vulnerable a nivel nacional, conformando una formación vegetacional singular. En sectores rocosos aparecen agrupaciones con Proustia ilicifolia ("olivillo") especialmente en esta posición ecológica.

La flora asociada a esta formación está constituida principalmente por especies características del desierto florido de las serranías, con algunos aportes de mayor altitud además de especies propias de ambientes azonales como los fondos de valles, en donde producto de una mejor condición edáfica y aportes hídricos más o menos permanentes y de mayor monto que el entorno permite el establecimiento y desarrollo de algunas de ellas. Las especies detectadas se listan en la Tabla 14.

Resulta destacable la baja participación de especies herbáceas anuales y perennes efímeras. Además, en este ambiente se emplaza el área agrícola, dedicada a la fruticultura, en la cual, además, se emplaza la mayor parte de la infraestructura histórica y actual, y en donde la flora responde a un patrón de intervenciones que ha posibilitado el establecimiento de especies, tradicionalmente consideradas como malezas y cuyo origen es normalmente exótico a los ecosistemas nacionales. Las especies detectadas en estos ambientes se presentan en la Tabla 15. En sitios de alta humedad es posible encontrar otras especies tales como las que contiene la Tabla 16.

Tabla 14. Especies detectadas en el matorral de *Bulnesia chilensis*. Diciembre, 2008.

Especie	Nombre común conocido	Tipo biológico
Adesmia argyrophylla	varilla	Arbusto
Adesmia bracteata (IC)	arvejilla	Hierba perenne
Adesmia aphylla	panza de burro	Arbusto
Adesmia sp. (Papposae)	lentejilla	Hierba perenne
Argylia potentillaefolia		Hierba perenne
Atriplex deserticola	cachiyuyo	Arbusto
Atriplex imbricata	cachiyuyo chico	Arbusto
Baccharis salicifolia	Daín	Arbusto
Bulnesia chilensis	retama	Arbusto
Chorizanthe conmissuralis	dichilla	Hierba anual
Cruckshancksia hymenodon	rosita de cordillera	Hierba perenne
Cynanchum viride		Sub arbusto
Dinemandra glaberrima		Sub arbusto
Ephedra breana	pingo pingo	Arbusto
Eriosyce spinibarbis	sandillón	Suculenta
Euphorbia collina	pichoa	Hierba perenne
Gymnophyton flexuosum	bío bío	Arbusto
Haplopappus baylahuen	baylahuén	Arbusto
Heliotropium chenopodiaceum		Arbusto
Krameria cistoidea	pacul	Arbusto
Lycium minutifolium	carpiche	Arbusto
Malesherbia multiflora		Hierba anual
Malesherbia rugosa		Sub arbusto
Nolana leptophylla	suspiro	Sub arbusto
Maihueniopsis (=Opuntia) glomerata	tunilla	Suculenta
Phacelia cumingii	cuncuna	Hierba anual
Pleurophora pungens	pico de gallina	Sub arbusto
Polyachyrus carduoides	borlón de alforja	Sub arbusto
Prosopis chilensis	algarrobo	Árbol
Proustia ilicifolia	olivillo	Arbusto
Schinus polygamus	molle	Arbusto
Senecio johnstonianus	Pata de pajarito	Arbusto
Senna urmenetae	alcaparra	Arbusto
Stipa speciosa	pajonal	Hierba perenne
Stipa tortuosa	nudillo	Hierba perenne
Tessaria (=Pluchea) absinthioides	Brea	Hierba perenne

Tabla 15. Especies presentes en el área agrícola correspondiente al ambiente del matorral de *Bulnesia chilensis*. Diciembre, 2008.

Especie	Nombre común conocido	Tipo biológico
Acacia caven	Churqui	Árbol
Adesmia kingii		Arbusto
Atriplex deserticola	Cachiyuyo	Arbusto
Baccharis salicifolia	Daín	Arbusto
Bassia hissopifolia		Hierba perenne
Buddleja suaveolens	Acerillo	Arbusto
Bulnesia chilensis	Retama	Arbusto
Calandrinia calycina	Renilla	Hierba anual
Chenopodium murale	Quinhuilla	Hierba anual
Conyza bonariensis		Hierba bienal
Cristaria cyanea	Malvilla	Hierba anual
Cryptantha sp.	Ortiguilla	Hierba anual
Dinemagonum gayanum		Arbusto
Equisetum giganteum	Limpia plata, Canutillo	Hierba perenne
Escallonia angustifolia var. coquimbensis	Berraco	Arbusto
Geoffroea decorticans	Chañar	Árbol
Hirshfeldia incana	Mostacilla	Hierba anual
Hoffmannseggia glauca		Hierba perenne
Mentha citrata	Hierba buena	Hierba perenne
Mentha spicata	Menta	Hierba perenne
Muehlenbeckia hastulata	Mollaca	Arbusto
Perytile emoryi	Manzanilla	Hierba anual
Phrodus microphyllus		Arbusto
Phyla reptans		Hierba perenne
Pluchea absinthioides	Brea	Hierba perenne
Polypogon linearis		Hierba perenne
Proustia ilicifolia	Olivillo	Arbusto
Pyrrhocactus vallenarensis	Quisquito	Suculenta
Salix humboltiana	Sauce amargo	Árbol
Schinus molle	Pimiento	Árbol
Schinus polygamus	Molle	Arbusto
Solanum eleagnifolium	Jaboncillo, Tomatillo	Hierba perenne
Solanum phyllanthum	Tomatillo	Hierba perenne
Tessaria (=Pluchea) absinthioides	brea	Hierba perenne
Verbena bonariensis		Hierba bienal

Tabla 16. Especies presentes en sectores humedos en el área agrícola correspondiente al ambiente del matorral de *Bulnesia chilensis*. Diciembre, 2008.

Especie	Nombre común conocido	Tipo biológico
Agalinis linaroides		Hierba perenne
Cardamine officinalis	Berro	Hierba perenne
Cortaderia atacamensis	Cortadera, cola de zorro	Hierba perenne
Spilanthes leiocarpa		
Ludwigia peploides		Hierba perenne
Pennisetum clandestinum	Chepica	Hierba perenne
Scirpus asper	Estoquillo	Hierba perenne
Typha angustifolia	Totora	Hierba perenne
Verónica anagallis-aquatica	Verónica	Hierba perenne

3.1.1.1.2.3. Matorral de Ephedra breana ("pingo-pingo") y/o Haplopappus baylahuen ("baylahuén")

Esta formación se ubica, altitudinalmente, por sobre el matorral de *Bulnesia chilensis*, conformando una faja o piso vegetacional, que determina el límite superior de lo que se conoce como el desierto florido de los llanos, es decir una comunidad en donde ocasionalmente participan especies vegetales efímeras, cambiando el aspecto normal de la formación vegetacional. Aquí, producto de variaciones en la profundidad de los suelos, texturas más o menos arenosas y variantes térmicas (principalmente por exposición) es posible diferenciar fases en las cuales, además de las especies características, se incorporan como dominantes puntuales, *Stipa speciosa* y *Stipa atacamensis* ("Pajonales") y *Adesmia hystrix* ("Varilla brava"), constituyendo, esta última, transiciones hacia las formaciones características de la región vegetacional típica de las mayores altitudes en esta área.

En esta formación destaca la presencia más o menos regular de una matriz muy escasa de individuos áfilos de *Ephedra breana*, conocida comúnmente como pingo o pingo-pingo, a la cual se le atribuyen propiedades medicinales, con un color gris oscuro y una altura que va entre los 1-2 m, en una matriz de mayor densidad, la cual al momento de la visita a terreno, de color castaño-dorado claro, y que en periodos climáticamente favorables es de color verde claro brillante con tonos amarillentos por la floración de la segunda especie característica que conforma esta matriz, *Haplopappus baylahuén*, el "baylahuén" especie a la que también se le atribuyen propiedades medicinales. Las especies detectadas en esta formación vegetacional se muestran en la Tabla 17.

Al igual que para el caso anterior, en sectores puntuales, sin que lleguen a conformar comunidades azonales, es posible encontrar especies dispersas en condiciones particulares de fondos de valle y pequeños afloramientos hídricos, destacando las enumeradas en la Tabla 18.

Tabla 17. Especies detectadas en el matorral de *Ephedra breana* y/o *Haplopappus baylahuen*. Diciembre, 2008.

Especie	Nombre común conocido	Tipo biológico
Adesmia aphylla		Sub arbusto
Adesmia hystrix	Varilla brava	Arbusto
Adesmia sp.	Panza de burro	Arbusto
Argylia sp.		Hierba perenne
Astragalus sp.	Yerba loca	Hierba anual
Baccharis salicifolia	Daín	Arbusto
Calandrinia salsoloides	Aguanosa	Sub arbusto
Calandrinia sericea		Hierba perenne
Centaurea cachinalensis	Flor del minero	Sub arbusto
Chaetanthera glabrata	Chinita	Hierba anual
Chaetanthera linearis	Chinita	Hierba anual
Chaetanthera lanata	Chinita	Hierba perenne
Cristaria andicola	Malvilla	Hierba perenne
Cryptantha sp.	Ortiguilla	Hierba anual
Ephedra breana	Pingo pingo	Arbusto
Eriosyce spinibarbis	Sandillón	Suculenta
Euphorbia collina	Pichoa	Hierba perenne
Haplopappus baylahuen	Baylahuén	Arbusto
Gilia laciniata		Hierba anual
Lupinus microcarpus	Hierba del traro	Hierba anual
Malesherbia lirana		Hierba perenne
Maihueniopsis (=Opuntia) glomerata	Tunilla	Suculenta
Oxalis sp. (anual)	Vinagrillo	Hierba anual
Oxytheca dendroidea		Hierba anual
Pachylaena rosea	Mano de león	Hierba perenne
Phacelia cumingii	Cuncuna	Hierba anual
Schizanthus integrifolius	Pajarito	Hierba anual
Schizopetalon rupestre		Hierba anual
Senecio proteus		Arbusto
Senecio johnstonianus	Pata de pajarito	Arbusto
Senna urmenetae	Alcaparra	Arbusto
Spergularia sp.		Hierba perenne
Stipa atacamensis	Pajonal	Hierba perenne
Stipa pogonathera		Hierba perenne
Stipa speciosa	Pajonal	Hierba perenne
Viviania marifolia	Oreganillo	Arbusto

Tabla 18. Especies detectadas en ambiental azonales hídricos en el matorral de *Ephedra breana* y/o *Haplopappus baylahuen*. Diciembre, 2008.

Especie	Nombre común conocido	Tipo biológico
Cardamine officinalis	Berro	Hierba perenne
Cortaderia atacamensis	Cortadera, cola de zorro	Hierba perenne
Escallonia angustifolia var. coquimbensis	Berraco	Arbusto
Pluchea absinthioides	Brea	Hierba perenne
Schinus polygamus	Molle	Arbusto
Tessaria (=Pluchea) absinthioides	brea	Hierba perenne

3.1.1.1.3. Formaciones vegetacionales del rió Copiapó en la porción de la Estepa Alto Andina de Coquimbo.

3.1.1.1.3.1. Matorral de Adesmia hystrix ("Varilla brava")

Esta formación, típica de la región de las estepas alto andinas, se inicia como tal alrededor de los 3.500 a 3800 m de altitud y se caracteriza por la presencia casi exclusiva de una cubierta arbustiva alta (1-2 m) de la especie *Adesmia hystrix*, leguminosa espinosa denominada localmente como "varilla" o "varilla brava". Debido a la mayor rigurosidad ambiental, principalmente térmica, esta comunidad se presenta con menor diversidad de estratas, aún cuando debido al mejor balance hídrico el desarrollo de esta vegetación es mayor que en las formaciones de menor altitud.

En el área, es posible diferenciar dos fases de esta formación, por la densidad que alcanza la especie característica, principalmente debido a diferencias de balance hídrico, especialmente en el menor rango altitudinal. Estas diferencias se expresan en sendas formaciones vegetacionales discriminadas según la densidad de *Adesmia hystrix* sea mayor o no al 50 del cubrimiento de la superficie. Para efectos prácticos ambas fases son similares biológica y ambientalmente. En la Tabla 19 se presentan las especies detectadas en esta comunidad:

Aquí se aprecia que la diversidad florística de esta comunidad no es tan alta como en aquellas de menor altitud, especialmente por la mayor homogeneidad ambiental, producto de una gran rigurosidad climática, principalmente térmica, la cual limita el desarrollo de las especies propias de los ambientes desérticos restringiendo su incorporación en esta zona ecológica.

Tabla 19. Especies detectadas en el matorral de *Adesmia hystrix*. Diciembre, 2008.

Especie	Nombre común conocido	Tipo biológico
Adesmia aegiceras	Espina de Cuerno	Arbusto
Adesmia hystrix	Varilla brava	Arbusto
Alstroemeria andina ssp andina	Lirio	Hierba perenne
Azorella cryptantha	Llaretilla	Sub arbusto
Azorella madrepórica	Llareta	Arbusto
Bromus setifolius		Hierba perenne
Cajophora coronata	Ortiga caballuna	Hierba perenne
Calandrinia picta		Hierba perenne
Calceolaria pinifolia	Capachito	Arbusto
Chaetanthera lanata	Chinita	Hierba perenne
Cristaria andicola	Malvilla	Hierba perenne
Descurainia sp.		Hierba anual
Doniophyton patagonicum		Hierba anual
Gilia crasifolia		Hierba anual
Jaborosa caulescens var. bipinnatifida		Hierba perenne
Junellia uniflora		Arbusto
Malesherbia lactea		Hierba perenne
Malesherbia lirana var. bracteata		Hierba perenne
Pachylaena rosea	Mano de león	Hierba perenne
Phacelia cumingii	Cuncuna	Hierba anual
Senecio sp.		Arbusto
Stipa atacamensis	Pajonal	Hierba perenne
Stipa chrysophylla	Pajonal	Hierba perenne
Pylostiles berteroi		Parásita
Trachonaetes laciniata		Hierba perenne
Viviania marifolia	Oreganillo	Arbusto

3.1.1.1.3.2. Matorral de altura de Adesmia aegiceras (Espina de cuerno), Adesmia subterránea (Cuerno) y/o pajonales de Stipa chrysophylla.

Por sobre el matorral de *Adesmia hystrix*, y debido a mayores restricciones térmicas y edáficas, cambia la dominancia de estas comunidades vegetales y con ella la altura de vegetación disminuye a menos de 50 cm, siendo características las especies *Adesmia aegiceras* (espina de cuerno) arbusto bajo (25-50 cm) fuertemente espinoso y *Adesmia subterránea* (cuerno), arbusto en "placa", que semeja céspedes verdosos, con fuertes espinas ocultas por el follaje breve y denso, con la presencia ocasional de una estrata herbácea en ocasiones bastante densa de *Stipa chrysophylla* (pajonal).

Estas formaciones ubicadas preferencialmente en la parte alta de la cuenca del río Copiapó, presentan una diversidad florística caracterizada por la presencia de especies poco notorias, de escaso desarrollo. Las especies acompañantes detectadas se presentan en la Tabla 20.

Tabla 20. Especies detectadas en el matorral de altura. Diciembre, 2008.

Especie	Nombre común conocido	Tipo biológico
Adesmia aegiceras	Espina de Cuerno	Arbusto
Adesmia hystrix	Varilla brava	Arbusto
Adesmia subterranea	Cuerno	Arbusto
Alstroemeria andina ssp. andina	Lirio	Hierba perenne
Azorella cryptantha	Llaretilla	Sub arbusto
Azorella madreporica	Llareta	Arbusto
Calandrinia picta		Hierba perenne
Calceolaria pinifolia	Capachito	Arbusto
Chaetanthera lanata	Chinita	Hierba perenne
Chaetanthera minuta	Flor de la puna	Hierba anual
Chaetanthera acerosa	Flor de la puna	Hierba perenne
Cristaria andicola	Malvilla	Hierba perenne
Doniophyton patagonicum		Hierba anual
Gayophytum micranthum		Hierba anual
Jaborosa caulescens var. bipinnatifida		Hierba perenne
Kurtzamrra pulchella	Poleo de cordillera	Hierba perenne
Leucheria polyclados		Hierba perenne
Malesherbia lactea		Hierba perenne
Malesherbia lirana var. bracteata		Hierba perenne
Menonvillea cuneata		Hierba perenne
Nastanthus caespitosus	Repollo de cordillera	Hierba anual
Oreopolus glacialis	Rosita	Hierba perenne
Perezia atacamensis	Marancel	Hierba perenne
Phacelia cumingii	Cuncuna	Hierba anual
Senecio sp.		Arbusto
Stipa chrysophylla	Pajonal	Hierba perenne
Trachonaetes laciniata		Hierba perenne

3.1.1.1.3.3. Zonas denudadas o desierto de altura

En sectores por sobre los 4000 m de altitud, o en sectores de un poco menor altitud expuestos a vientos dominantes o con sustratos fuertemente rocosos, la vegetación desaparece como un manto continuo, registrándose la presencia de flora en manchones de escasa extensión o bien en pequeños sectores protegidos, en donde es posible encontrar individuos escasos y de pequeño tamaño, muchos de los cuales pasan desapercibidos debido a que se mimetizan con el entorno y solo cuando florecen pueden ser descubiertos por un observador común Tabla 21.

Tabla 21. Especies detectadas en el desierto de altura. Diciembre, 2008.

Especie	Nombre común conocido	Tipo biológico
Adesmia aegiceras	Espina de Cuerno	Arbusto
Adesmia echinus	Espina de Cuerno	Arbusto
Adesmia subterranea	Cuerno	Arbusto
Alstroemeria andina ssp. andina	Lirio	Hierba perenne
Azorella cryptantha	Llaretilla	Sub arbusto
Azorella madreporica	Llareta	Arbusto
Chaetanthera acerosa	Flor de la puna	Hierba perenne
Chaetanthera minuta	Flor de la puna	Hierba anual
Chaetanthera pulvinata	Flor de la puna	Hierba perenne
Chaetanthera sp.	Flor de la puna	Hierba perenne
Chaetanthera sphaeroidalis	Flor de la puna	Hierba perenne
Cristaria andicola	Malvilla	Hierba perenne
Gayophytum micranthum		Hierba anual
Hypochoeris acaulis		Hierba perenne
Malesherbia lactea		Hierba perenne
Menonvillea cuneata		Hierba perenne
Nastanthus caespitosus.	Repollo de cordillera	Hierba anual
Oreopolus glacialis	Rosita	Hierba perenne
Senecio volckmannii		Arbusto
Senecio oreophyton	Chachacoma	Arbusto
Stipa chrysophylla	Pajonal	Hierba perenne
Kurtzamrra pulchella	Poleo de cordillera	Hierba perenne
Adesmia spuma		Hierba perenne
Lenzia chamaepytis		Hierba perenne
Nototriche holosericea		Hierba perenne

Este ambiente vegetacional, en donde no se aprecia una cubierta continua, si no más bien aparece como un desierto, corresponde a una de las comunidades con menor información y en donde es posible encontrar especies, generalmente raras y muy escasas, particularmente por lo breve de la estación de crecimiento y la rigurosidad ambiental, características que hacen que sea poco estudiada.

3.1.1.2. Vegetación azonal

Este tipo vegetacional corresponde a aquellas comunidades o formaciones cuyas características estructurales y de composición florística responden a condiciones ambientales particulares y excepcionales para el área o sector ecológico en la cual se emplazan. Así, en un ambiente extremadamente árido, el aporte hídrico abundante y más o menos constante determina la existencia de agrupaciones vegetacionales herbáceas densas y con más altas tasas de crecimiento que el entorno directo, las cuales reciben la denominación genérica de vegas.

Estas vegas, en la cuenca del río Copaipó, son bastante frecuentes y de relativa extensión, especialmente en los sectores altos de ella y dado que existen diferencias entre ellas en función de la altitud, para los efectos de esta caracterización se incluyen en dos categorías. No obstante, hacia las partes bajas de la cuenca y relacionada a los cursos de agua permanentes, destaca una asociación vegetacional particular que, para

efectos descriptivos, aquí se denomina como vega-matorrales hídricos, cuyos atributos de estructura y composición resultan muy particulares y por ellos se discriminan de las vegas. La cartografía de la vegetación azonal presente en el área, se entrega en la Figura 10.

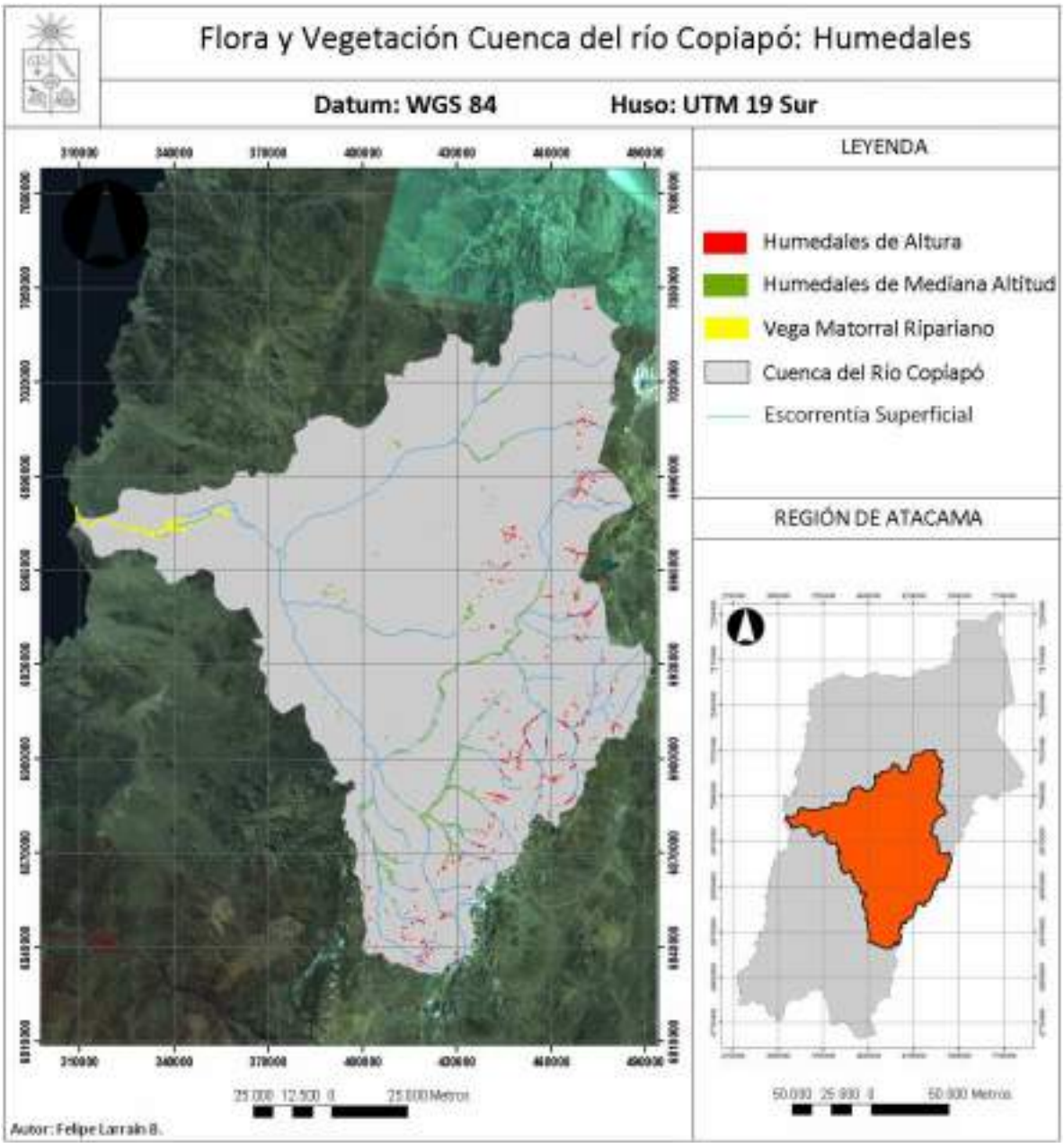


Figura 10. Vegetación azonal presente en la cuenca del río Copiapó

3.1.1.2.1. Humedales de mediana altitud. Vegas (Formaciones herbáceas húmedas densas)

Estas comunidades, cuya distribución geográfica es discreta y que se encuentran asociadas a afloramientos y cursos hídricos de carácter permanente, se encuentran ampliamente distribuidas en las subcuencas superiores del río Copaipó, especialmente por sobre los 2600-2650 m de altitud. Su principal característica es la existencia de una cubierta herbácea densa (75-90 % de cubrimiento) y una altura que dependiendo de las especies dominantes y la presión de uso, varia entre 5 a 25 cm. Las especies dominantes características corresponden a *Juncus balticus* (junquillo) y *Hordeum pubiflorum* (cebadilla) en aquellas vegas de menor altitud (3000-3250 m),

Estas formaciones como ya se mencionó, responden a condiciones particulares de humedad edáfica, y por ende su composición específica también resulta particular, registrando especies que no se encuentran en la vegetación del entorno más árido. Las especies registradas para este tipo de comunidades son las listadas en la Tabla 22.

Además de estas especies en sectores aledaños y/o de menor tenor hídrico, se desarrollan manchones de arbustos que interrumpen la homogeneidad de estas comunidades herbáceas, normalmente con la dominancia de una de las especies mencionadas en la Tabla 23.

Tabla 22. Especies detectadas en las vegas. Diciembre, 2008.

Especie	Nombre común conocido	Tipo biológico
Acaena magellanica	Pimpinela	Hierba perenne
Apium andino	Apio de cordillera	Hierba perenne
Anagallis alternifolia		Hierba perenne
Astragalus sp	Hierba loca	Hierba perenne
Bromus sp.		Hierba perenne
Calceolaria sp.	Capachito	Hierba perenne
Cardamine officinalis	Berro	Hierba perenne
Convolvulus arvensis	Correhuela	Hierba perenne
Eleocharis albibracteata		Hierba perenne
Festuca sp.	Pajonal	Hierba perenne
Gnaphalium sp.		Hierba perenne
Hirshfeldia incana	Mostacilla	Hierba anual
Hordeum pubiflorum	Cebadilla	Hierba perenne
Juncus balticus	Junquillo	Hierba perenne
Juncus scheucherioides		Hierba perenne
Medicago lupulina	Lupulina	Hierba anual
Melilotus indica	Trebillo	Hierba anual
Mentha spicata	Menta	Hierba perenne
Mimulus luteus	Placa	Hierba perenne
Mimulus parviflorus	Placa	Hierba perenne
Muehlenbergia asperifolia		Hierba perenne
Myriophyllum aquaticum	Hierba del pato	Hierba perenne
Nicotiana acuminata	Tabaco cimarrón	Hierba anual
Parentucellia viscosa		Hierba perenne
Plantago australis		Hierba perenne
Poa pratensis	Piojillo	Hierba perenne
Polypogon linearis	Cola de ratón	Hierba anual
Ranunculus cymbalaria	Botón de oro	Hierba perenne
Scirpus californicus	Estoquillo	Hierba perenne
Scirpus sp.		Hierba perenne
Sisyrinchium sp.		Hierba perenne
Sonchus sp.	Ñilhue	Hierba anual
Urtica mollis	Ortiga	Hierba perenne
Verónica anagallis-aquatica	Verónica	Hierba perenne

Tabla 23. Especies detectadas en los sectores de matorrales aledaños a las vegas. Diciembre, 2008.

Especie	Nombre común conocido	Tipo biológico
Baccharis salicifolia	Daín	Arbusto
Buddleja suaveolens	Acerillo	Arbusto
Cortaderia cubata	Cortadera, Cola de zorro	Hierba perenne
Escallonia angustifolia var. Coquimbensis	Berraco	Arbusto
Fabiana imbricada	Tola	Arbusto
Schinus polygamus	Molle	Arbusto
Stipa pogonathera	Pajonal	Hierba perenne
Tessaria absinthioides	Brea	Hierba perenne

3.1.1.2.2. Humedales de altura

Estos sistemas azonales, similares a las vegas, se diferencian por las especies doiminantes de estos cuadros de vegetación herbácea, en donde destacan *Carex gayana*, *Deyeuxia velutina*, *Deschampsia caespitosa*, y *Patosia clandestina* ("Vega en champa"), entre otras; en aquellos que se desarrollan a mayores altitudes, incluso en aquellas por sobre los 4000 m es posible encontrar *Oxychloe aff. andina*, especie característica de los bofedales de la zona norte del país. En estos sistemas de mayor altitud, especialmente por sobre los 3000 m la composición florística resulta particular, siendo habituales las especies de la Tabla 24.

Estos sistemas, dependiendo de la altitud a la que se ubiquen, la exposición y su disposición en la cuenca serán más o menos diversos, y según su grado de utilización se presentarán con mayor o menor grado de desarrollo, generalmente aquellos que se ubican en áreas con mayor tránsito se presentan con un mayor crecimiento acumulado, producto seguramente de una menor presión de pastoreo por parte de la fauna herbívora silvestre.

Tabla 24. Especies detectadas en los humedales de altura. Diciembre, 2008.

Especie	Nombre común conocido	Tipo biológico
Acaena magellanica	Pimpinela	Hierba perenne
Anagallis alternifolia		Hierba perenne
Arenaria serpens		Hierba perenne
Bromus sp.		Hierba perenne
Calceolaria filicaulis.	Capachito	Hierba perenne
Cardamine officinalis	Berro	Hierba perenne
Carex gayana	Pasto de vega	Hierba perenne
Carex sp.		Hierba perenne
Deschampsia caespitosa		Hierba perenne
Deyeuxia velutina	Pajonal	Hierba perenne
Eleocharis albibracteata		Hierba perenne
Festuca sp.	Pajonal	Hierba perenne
Gentiana prostrata		Hierba anual
Gentianella coquimbensis		Hierba perenne
Hordeum pubiflorum	Cebadilla	Hierba perenne
Juncus balticus	Junquillo	Hierba perenne
Juncus scheucherioides		Hierba perenne
Mimulus depresus	Placa	Hierba perenne
Mimulus parviflorus	Placa	Hierba perenne
Myriophyllum aquaticum	Hierba del pato	Hierba perenne
Oxychloe andina		Hierba perenne
Patosia clandestina	Vega en champa	Hierba perenne
Poa pratensis	Piojillo	Hierba perenne
Polypogon linearis	Cola de ratón	Hierba anual
Potamogeton strictus	Hierba del pato	Hierba perenne
Pratia repens		Hierba perenne
Puccinellia sp.		Hierba perenne
Ranunculus cymbalaria	Botón de oro	Hierba perenne
Scirpus acaulis		Hierba perenne
Verónica anagallis-aquatica	Verónica	Hierba perenne
Werneria pygmaea		Hierba perenne

3.1.1.2.3. Vega Matorral ripariano. Matorrales hídricos (Formaciones arbustivas densas de cursos de agua).

Asociados a los cursos de agua, más o menos permanentes, de las porciones más bajas de la cuenca, habitualmente bajo los 2600 m de altitud, se desarrollan comunidades arbustivas altas y muy altas (de más de 1 m de altura), generalmente con altas densidades, sobre 50 % de cubrimiento, con un estrato herbáceo de pequeña extensión en los claros que ocasionalmente dejan los arbustos. Normalmente ocupan solo el fondo de las quebradas, con una forma lineal, de escaso ancho sobre el curso hídrico, pero de gran longitud relativa. Las especies características de estos sistemas se presentan en la Tabla 25.

En general se puede señalar que las especies dominantes típicas corresponden a *Schinus polygamus* (molle) en las porciones de menor altitud, en un rango intermedio *Escallonia angustifolia* var. *coquimbensis* (berraco) caracteriza a estas formaciones y en el limite altitudinal superior estos matorrales estan compuestos principalmente por *Fabiana imbricata* (tola), cualquiera de ellos acompañados, casi invariablemente, por *Cortaderia jubata* (cortadera), *Tessaria absintioides* (brea) y *Baccharis salicifolia* (daín). Estos sistemas vegetacionales, si bien son de pequeña extensión, como ya se ha señalado, en el contexto ambiental en que se ubican, resultan de gran importancia, especialmente en un sentido paisajístico, dado que interrumpen la monotonía del entorno, y como ambiente para la fauna, por la riqueza de fuentes alimentarias y de hábitat para las distintas especies presentes.

Tabla 25. Especies detectadas en los matorrales hídricos. Diciembre, 2008.

Especie	Nombre común conocido	Tipo biológico
Agalinis linarioides		Hierba perenne
Baccharis salicifolia	Daín	Arbusto
Buddleja suaveolens	Acerillo	Arbusto
Cortaderia cubata	Cortadera, Cola de zorro	Hierba perenne
Equisetum bogotense		Hierba perenne
Escallonia angustifolia var. Coquimbensis	Berraco	Arbusto
Fabiana imbricata	Tola	Arbusto
Geoffroea decorticans	Chañar	Árbol
Juncus balticus		Hierba perenne
Lycium minutifolium	Carpiche	Arbusto
Melilotus indicus		Hierba anual
Phragmites australis	Carrizo	Hierba perenne
Plantago major	Llantén	Hierba anual
Polypogon linearis		Hierba anual
Schinus polygamus	Molle	Arbusto
Scirpus cernuus		Hierba perenne
Tessaria absinthioides	Brea	Hierba perenne

3.1.1.3. Flora local

La flora, entendida como el conjunto de entidades biológicas vegetales posibles de encontrar en este ámbito territorial, resulta bastante diversa, con un total de 188 especies registradas durante la campaña de terreno. En este sentido es necesario destacar que el momento en que se realizó esta actividad fue el más apropiado desde

el punto de vista del desarrollo de estas entidades, sin embargo, las condiciones ambientales de la presente temporada no fueron las más adecuadas, particularmente para los ambientes de menor altitud (Desierto florido de las serranías), en donde la participación de especies efímeras es mucho mayor que el registrado, especialmente durante los "eventos del Niño". En el Anexo III se presenta el listado de la flora detectada en el área de estudio, registrándose además el nombre común conocido, estado de conservación y el tipo biológico para cada especie. En la Tabla 26 se presenta el resumen taxonómico del área.

Si se considera el área total de la cuenca, estos valores resultan bastante bajos, lo que se explica en que para esta evaluación se efectuó un recorrido simple, si bien representativo de los principales ambientes, durante una temporada relativamente inadecuada desde el punto de vista climático para la mayoría de las especies características de estos ambientes. Como ya se mencionó, esto es particularmente significativo para el sector que corresponde a las formaciones del Desierto Florido de las Serranías, en cuyas comunidades normalmente se desarrollan especies anuales efímeras que en esta oportunidad no pudieron ser detectadas ni siquiera como rastrojos de otras temporadas anteriores más favorables pluviométricamente.

Tabla 26. Resumen Taxonómico de la Flora presente en la cuenca del Río Copiapó(Diciembre, 2008).

DIVISIÓN		FAMILIAS			GÉNEROS			ESPECIES		
	CLASE	Copiapó	Chile	%	Copiapó	Chile	%	Copiapó	Chile	%
Polypodiophyta										
	Sphenopsida	1	-----	-----	1	-----	-----	2	-----	-----
Total Division		1	18	5,6	1	42	2,4	2	114	1,8
Pinophyta										
	Gnetopsida	1	-----	-----	1	-----	-----	1	-----	-----
TotalDivision		1	4	25,0	1	9	11,1	1	16	6,3
Magnoliophyta										
	Liliopsida	7	30	23,3	23	214	10,7	34	1069	3,2
	Magnoliopsida	46	132	34,1	108	743	14,5	151	3906	3,9
Total Division		53	162	32,7	131	957	13,7	185	4975	3,7
Total Área		55	184	29,9	133	1008	13,2	188	5105	3,7

3.1.1.3.1. Grado de singularidad de la Flora Local

La distribución de la flora en las distintas asociaciones vegetales presentes en el área está marcada por un alto grado de singularidad. En este sentido un 62,2 % de las especies detectadas corresponden a especies singulares, es decir, solo fueron detectadas en una comunidad vegetal, encontrándose en su mayoría en la formación de la estepa altoandina de coquimbo (61 especies), siendo la comunidad de "vegas", la que presenta el mas alto número de entidades singulares en el área (43 especies), luego se encuentran aquellas comunidades correspondientes a la formación del desierto florido de las serranías (56 especies) en las que destacan las comunidades de Matorral de pingo-pingo y baylahuen con 32 especies y la comunidad del Matorral de retama con 20 entidades.

El número de entidades posibles de encontrar en dos o mas asociaciones disminuye drásticamente, encontrándose solo 52 especies (27,7%) en dos comunidades y solo

dos taxas en cinco comunidades vegetales (*Schinus polygamus* y *Baccharis salicifolia*) las que corresponden a las especies de mayor distribución espacial dentro de la cuenca. La Figura 11 muestra la variación en el número de especies presentes según el grado de singularidad. (mayor grado = especies singulares, menor grado = especies presentes en cinco comunidades).

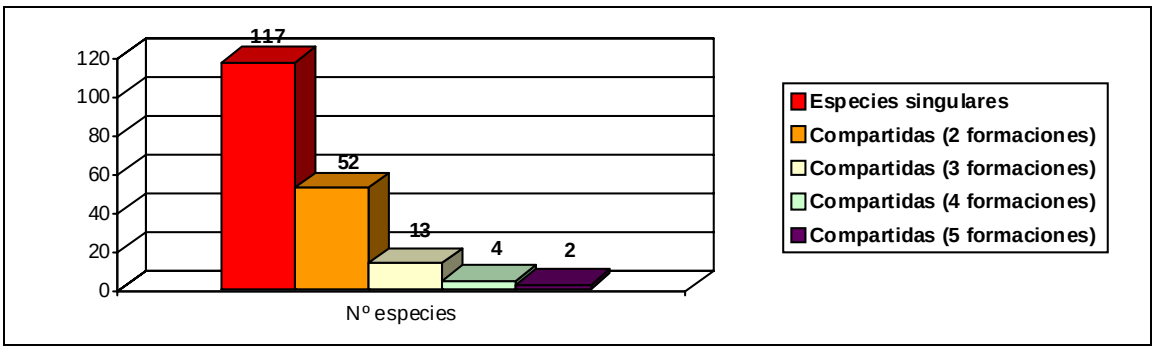


Figura 11. Nº especies presentes según grado de singularidad de la flora presente en la cuenca del Río Ciopiapó.

Esta situación se puede explicar por varios factores, uno de ellos corresponde a la marcada estratificación altitudinal en la cual se distribuyen las comunidades vegetales, determinando condiciones ambientales propias y diferenciadas unas de otras, lo que conduce a una marcada diferenciación en el cortejo florístico de cada asociación.

Finalmente, en base a los antecedentes señalados anteriormente, se puede decir que la flora presente en la cuenca del Río Copiapó presenta un alto grado de singularidad, por ende, las asociaciones vegetales presentes en el área son de una alta singularidad, lo que les confiere características particulares y un alto valor ambiental, a nivel local, a cada una de ellas. En la Tabla 27 se entrega un detalle de la distribución de las especies en cada asociación vegetal de acuerdo al grado de singularidad que la entidad presenta.

Tabla 27. Grado de singularidad y número de especies presentes en cada asociación vegetal, cuenca del río Copiapó, provincia de Copiapó, región de Atacama, Dicembre 2009.

	Formación Vegetal									
	Desierto Florido de las Serranías				Estepa Altoandina de Coquimbo					
	Formación Vegetal				Formación Vegetal					
	Matorral arborescente espinoso de Algarrobo – Churqui	Matorral de Pingo - pingo y Baylahuen	Matorral de Retama	Matorral hídrico	Matorral de altura de Espina de cuerno, Cuerno y/o Pajonales de Stipa chrysophylla	Matorral de Varilla brava	Vegas	Zonas denudadas o Desierto de altura		
Singularidad									Total	%
Especies singulares		32	20	4	3	6	43	9	117	62,2
2 asociaciones	1	31	23	6	15	11	9	8	52	27,7
3 asociaciones	1	7	2	3	8	8	4	6	13	6,9
4 asociaciones	1	4	3	2	2	2	1	1	4	2,1
5 asociaciones	2	2	2	2			2		2	1,1
Total	5	76	50	17	28	27	59	24	188	100

3.1.1.3.2. Estado de Conservación de la Flora Local

Del total de especies detectadas en la cuenca del río Copiapó, cuatro especies presentan problemas de conservación (Tabla 28), de las cuales dos, *Prosopis chilensis* (Figura 12) *y Pintoa chilensis* (Figura 13) se encuentran en categoría Vulnerable. Éstas se ubican en las partes bajas de la cuenca, dentro de la formación del desierto florido de las serranías. Cabe destacar que la especie *Pintoa chilensis* se presenta solamente en la comunidad del Matorral de retama, lo que otorga un mayor grado de importancia a esta comunidad por tratarse de una asociación con un alto grado de singularidad, de acuerdo al punto anterior.

Las siguiente especie, ubicada en las comunidades de Matorral de pingo – pingo - baylahuen y el Matorral de retama en la formación del desierto florido de las serranías, corresponde a la especie de la familia de las Cactáceas *Pyrrhocactus vallenarensis* es considerada como una especie Insuficientemente Conocida a nivel Regional.

Al considerar el número de especies con problemas de conservación presentes en cada comunidad vegetacional, destaca el Matorral de retama, asociación que concentra la totalidad de las especies con problemas de conservación detectadas para el área de estudio. En la Tabla 28 se entrega el listado de especies con problemas de conservación y su distribución en las distintas comunidades vegetacionales del área de estudio.

Cabe destacar que estos resultados no son definitivos, es decir que alguna de estas especies podría encontrarse en otra asociación que durante la campaña de terreno no fue detectada, principalmente por el tipo de muestreo que fue lineal, a lo largo de un recorrido que consideró para cada ambiente una sola subcuenca.

Tabla 28. Listado de especies con problemas de conservación y su distribución en las distintas comunidades vegetacionales de la cuenca del Río Copiapó, Diciembre 2008.

Estado Conservación		Formación Vegetal: Desierto Florido de las Serranías			Frec.
	Especie	Asociación Vegetal			
		Matorral arborescente espinoso de Algarrobo - Churqui	Matorral de Pingo - pingo y Baylahuen	Matorral de Retama	
Insuficientemente conocida (Belmonte *et al*, 1998) (Regional; Squeo *et al*, 2008)					
	Pyrrhocactus vallenarensis		1	1	2
Rara (Regional; Benoit, 1989)					
	Bulnesia chilensis		1	1	2
Vulnerable (Benoit, 1989)					
	Prosopis chilensis *	1		1	2
	Pintoa chilensis **			1	1

*: Nacional; **: Regional

Nota: Ninguna de las especies vegetales vasculares de la cuenca han sido clasificadas como con problemas de conservación según Comité de clasificación de especies, menos aún por el libro rojo de UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y sus recursos).



Figura 12. Individuos de Prosopis chilensis en el sector de La Puerta.



Figura 13. Individuo de Pintoa chilensis.

3.1.2. Humedal de la desembocadura del río Copiapó

Para el área del humedal de Copiapó, se discriminó un total de 103 polígonos, ya sea por diferencias en cuanto a estructura y composición de la vegetación natural o por un uso de la tierra diferente a vegetación. Esta información se representa espacialmente en la Figura 14 y el detalle de cada unidad en el Anexo IV.

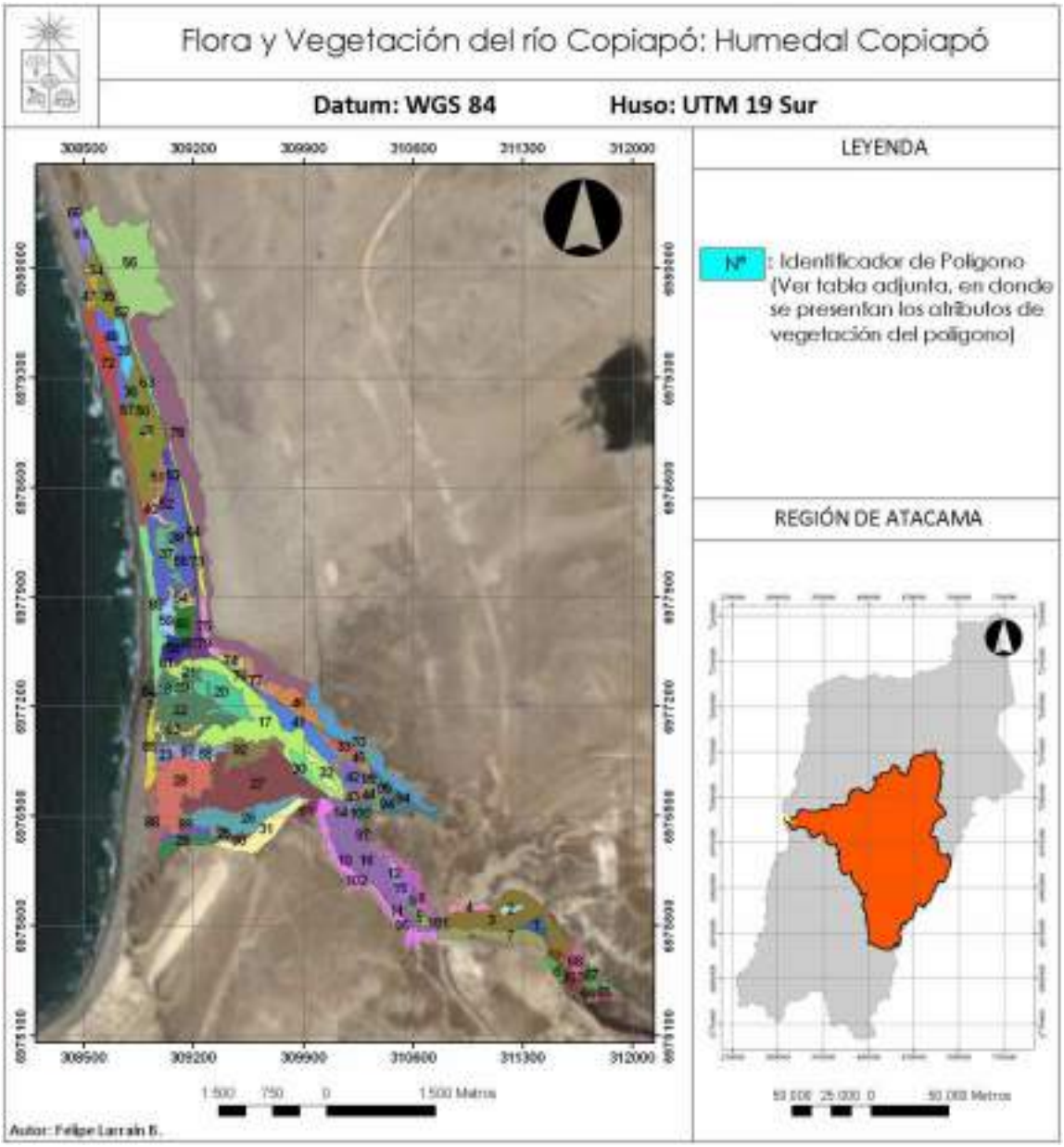


Figura 14. Cartografía de vegetación del humedal de la desembocadura del río Copiapó. Diciembre 2008. Ver detalle de las unidades en el Anexo IV.

En este sistema de vegetación azonal hídrica, se puede reconocer dos macroambientes, diferenciados por sus atributos físicos (edáficos, hídricos, salinidad) y

biológicos (vegetación) los cuales, a su vez, presentan importantes agrupaciones de polígonos diferenciadas por variaciones microambientales. A continuación se describen en términos generales estas asociaciones de polígonos que permiten establecer estas macro y microzonificaciones al interior de este sistema ambiental.

Macroambiente río Copiapó y planos de inundación sur

Este sector está relacionado directamente con la desembocadura del río Copiapó y su curso, involucrando a las riberas, además de los planos de inundación directamente al sur del curso inferior, entre la duna frontal y el camino que bordea a este sistema. Se caracteriza por la presencia de tres microambientes generales; los totorales-carrizales del curso del río, los planos de inundación relacionados al curso, desarrollados principalmente hacia el sur de él, y la duna frontal sur que limita a este macroambiente con la playa, hacia el oeste.

Macroambiente salinas norte

Ubicado al norte del canal de desagüe, corresponde a un sector en donde existen evidencias de una mayor salinidad, probablemente producto de inundaciones marinas, que se caracteriza por una elevada homogeneidad específica en la cual, prácticamente se desarrollan solo cuatro especies. Los ambientes particulares que se pueden discriminar corresponden a las lagunas salinas, ambientes hidricos en donde se desarrollan comunidades de plantas acuáticas, los planos de anegamiento salino temporal y la duna frontal norte que establece el límite de esta macroambiente con el ambiente marino.

3.1.2.1. Composición florística

Respecto a la flora local, a partir de la cartografía de vegetación y las especies establecidas como dominantes fisonómicas, se verificó la presencia de tres especies arbóreas, 11 especies arbustivas y 11 especies herbáceas, las cuales se presentan en la Tabla 29. De estas especies destacan las leñosas altas *Prosopis chilensis* (Vulnerable nacional; Benoit, 1989) y *Acacia caven*, cuyos individuos constituyen los grupos poblacionales ubicados más al norte por la costa.

Al incorporar las especies detectadas en los inventarios efectuados en los diferentes ambientes, esta composición aumenta pero con entidades de baja participación relativa. Así la flora local alcanza a 39 entidades pertenecientes a 16 familias (Tabla 30). De estas solo cinco especies son especies introducidas (alóctonas) denotando un alto grado de naturalidad, a pesar de las alteraciones notorias a este sistema.

Para establecer el grado de importancia de estas unidades de vegetación, en la Tabla 31 se presenta la información respecto de la superfice total de cada una de las primeras especies dominantes fisonómicas en ellas.

Tabla 29. Especies dominantes fisonómicas en los polígonos discriminados en la C.O.T. del humedal de la desembocadura del río Copiapó, diciembre 2009.

Leñosas Altas (árboles)	Nombre comun
AC: Acacia caven	Churqui
GD: Geoffroea decorticans	Chañar
PC: Prosopis chilensis	Algarrobo
Leñosas Bajas (arbustos)	
Ad: Atriplex deserticola	Cachiyuyo
Al: Adesmia litoralis	-------
Bl: Baccharis salicifolia	Daín
Fc: Frankenia chilensis	Hierba del salitre
Nc: Nolana carnosa	-------
Nd: Nolana sedifolia	-------
Ns: Nolana salsoloides	Sosa
Pf: Polyachyrus fuscus	Borlon de alforja
Ps: Prosopis strombulifera	Fortuna
Sf: Sarcocornia fruticosa	Sosa
Su: Suaeda foliosa	Sosa
Herbáceas (hierbas)	
cp:Cristaria pinnata	Malvilla
ct: Cressa truxilliense	-------
ds: Distichlis spicata	Grama
ja: Juncus acutus	Cachina
ml: Malvella leprosa	-------
pa: Phragmites australis	Carrizo
pc: Phyla canescens	Hierba de San José
rm: Ruppia maritima	-------
sc: Scirpus californicus	Estoquillo
ta: Tessaria absinthioides	Brea
ty: Typha angustifolia	Totora

Tabla 30. Especies de flora vascular detectadas en el humedal de la desembocadura del río Copiapó, Diciembre 2008.

Familia	Especie	Origen	Estado de conservación
Apocynaceae	Skytanthus acutus	Autóctona	Sin Problemas
Asteraceae	Baccharis salicifolia	Autóctona	Sin Problemas
Asteraceae	Polyachyrus fuscus	Autóctona	Sin Problemas
Asteraceae	Tessaria absinthioides	Autóctona	Sin Problemas
Asteraceae	Chuquiraga acicularis	Autóctona	Sin Problemas
Asteraceae	Encelia canescens	Autóctona	Sin Problemas
Asteraceae	Baccharis pingraea	Autóctona	Sin Problemas
Boraginaceae	Heliotropim floridum	Autóctona	Sin Problemas
Cactaceae	Eulychnia breviflora	Autóctona	Sin Problemas
Chenopodiaceae	Atriplex deserticola	Autóctona	Sin Problemas
Chenopodiaceae	Sarcocornia fruticosa	Autóctona	Sin Problemas
Chenopodiaceae	Suaeda divaricata	Autóctona	Sin Problemas
Convolvulaceae	Cressa truxilliense	Alóctona	No aplica
Cyperaceae	Scirpus californicus	Autóctona	Sin Problemas
Cyperaceae	Scirpus spoliatus	Autóctona	Sin Problemas
Cyperaceae	Cyperus sp.	Autóctona	Sin Problemas
Ephedraceae	Ephedra breana	Autóctona	Sin Problemas
Fabaceae	Acacia caven	Autóctona	Sin Problemas
Fabaceae	Adesmia litoralis	Autóctona	Vulnerable regional*
Fabaceae	Geoffroea decorticans	Autóctona	Vulnerable regional*
Fabaceae	Prosopis chilensis	Autóctona	Vulnerable nacional**
Fabaceae	Prosopis strombulifera	Autóctona	Sin Problemas
Fabaceae	Senna acuta	Autóctona	Sin Problemas
Fabaceae	Acacia karrhoo	Alóctona	No aplica
Frankeniaceae	Frankenia chilensis	Autóctona	Sin Problemas
Juncaceae	Juncus acutus	Autóctona	Sin Problemas
Malvaceae	Malvella leprosa	Autóctona	Sin Problemas
Malvaceae	Cristaria pinnata	Autóctona	Sin Problemas
Nolanaceae	Nolana carnosa	Autóctona	Sin Problemas
Nolanaceae	Nolana salsoloides	Autóctona	Sin Problemas
Nolanaceae	Nolana sedifolia	Autóctona	Sin Problemas
Poaceae	Distichlis spicata	Autóctona	Sin Problemas
Poaceae	Phragmites australis	Autóctona	Sin Problemas
Poaceae	Pennisetum clandestinum	Alóctona	No aplica
Poaceae	Muehlembergia asperifolia	Autóctona	Sin Problemas
Poaceae	Cortaderia jubata	Autóctona	Sin Problemas
Ruppiaceae	Ruppia maritima	Autóctona	Sin Problemas
Typhaceae	Typha angustifolia	Autóctona	Sin Problemas
Verbenaceae	Phyla canescens	Alóctona	No aplica

*: Squeo et al, 2008. **: Benoit, 1989

Tabla 31. Superfice total de cada una de las primeras especies dominantes.

Primera dominante	Area (ha)
Suaeda foliosa	0,88
Prosopis strombulifera	0,97
Ruppia maritima	1,12
Polyachyrus fuscus	1,17
Nolana sedifolia	2,96
Acacia caven	3,51
Juncus acutus	5,1
Baccharis salicifolia	6,06
Geoffroea decorticans	13
Nolana salsoloides	17,21
Nolana carnosa	19,43
Distichlis spicata	20,82
Prosopis cfr. chilensis	25,84
Typha angustifolia	43,4
Tessaria absinthioides	46,52
Adesmia littoralis	54,65
Sarcocornia fruticosa	59,42

En esta información, que corresponde a la primera especie del tipo biológico y su estrato de mayor tamaño en cada unidad, se puede establecer que la especie con mayor representación corresponde a *Sarcocornia fruticosa*, la cual principalmente se distribuye en el macroambiente de las salinas, pero no es exclusiva de él; en segundo lugar se encuentra *Adesmia littoralis*, especie arbustiva de gran tamaño que presenta una distribución restringida a los sistemas de arenales y dunarios entre la provincia de Elqui por el sur hasta este punto en la provincia de Copiapó, siendo estas unidades las que constituyen su límite de distribución norte; luego está *Tessaria absinthioides*, la cual se ubica en todos los macro y microambientres de este humedal, siendo particularmente relevante su participación en los ambientes de canal, en donde está ingresando, probablemente, al existir una menor columna de agua, invadiendo las agrupaciones de *Typha angustifolia* y *Phragmites australis*. Luego está la superficie que ocupa *Typha angustifolia*, la cual con una preferencia ambiental estricta por un alto tenor hídrico, se ubica en la zona en donde fluye el río Copiapó (aquí denominado canal) y por esta razón es la de mayor sensibilidad ambiental. Destacable es la alta participación de *Prosopis* cfr. *chilensis* y *Geoffroea decorticans*, normalmente con solo algunos individuos, salvo para la segunda la cual puntualmente llega a ser dominante absoluta, especies que tienen problemas de conservación, principalmente por su extracción por cambio de uso de la tierra, para fines agrícolas, lo cual hace que estas unidades adquieran especial relevancia, al igual que el caso de *Adesmia littoralis*.

A partir de estos datos, tanto de vegetación como de la flora componente, se puede señalar que este sistema azonal hídrico en la actualidad se presenta fuertemente heterogéneo con núcleos amplios en función del hidromorfismo y la salinidad, en torno a los cuales se desarrollan formaciones de vegetación de menor superficie pero con importantes elementos florísticos.

Estos elementos corresponden a tres especies leñosas con clasificaciones problemáticas en su estado de conservación, de las cuales solo una (*Prosopis chilensis*) de ellas es de carácter nacional (Benoit, 1989; Squeo et al, 2008).

3.2. Fauna

3.2.1. Cuenca del Río Copiapó

3.2.1.1. Riquezas específicas por taxa

En el área de estudio de la cuenca del Río Copiapó se registró un total de 116 especies nativas, de ellas 89 correspondieron a aves, 13 a mamíferos, 11 a reptiles, 3 a anfibios y en peces solo se detectó una especie exótica. La Tabla 32 entrega un detalle de las riquezas específicas, número de especies amenazadas, número de especies exóticas y número de especies endémicas.

Tabla 32. Composición específica de los vertebrados de la cuenca del Río Copiapó.

Taxa	Riqueza de especies	Número de especies amenazadas**	Número de especies exóticas	Número de especies endémicas
Aves	89	4	2	3
Mamíferos	13	8	8	3
Reptiles	11	8	0	10
Anfibios	3	3	0	1
Peces	0	0	0	0
Total	116	23	10	18

** Considera a todas las especies con problemas de conservación, de acuerdo a la Ley de Caza 19.473.

El estudio de fauna se centró en las áreas de mayor naturalidad, debido a la evidente pérdida de diversidad en los sectores de mayor impacto antrópico de la cuenca. En efecto solo en los remanentes naturales dentro del área ocupada principalmente por parronales es posible aún observar algunos representantes más particulares de la fauna, como reptiles. Respecto a la situación del área agrícola, ésta representa para la fauna una importante pérdida de hábitat.

A continuación se entrega una breve descripción por taxa:

Peces

De acuerdo a las referencias obtenidas en un estudio realizado por CADE, IDEPE, 2006, los peces nativos son actualmente escasos en el Río Copiapó, pero son abundantes las truchas *Salmo trutta* y *Oncorhynchus mykiss*. Por oto lado, la fauna nativa descrita para esta cuenca queda representada en la Tabla 33. Hay que tener en cuenta que de la lista de peces presentada en la Tabla 33, la mayor parte de estas especies son más comunes encontrarlas al sur del Río Huasco.

Tabla 33. Fauna íctica potencial (nativa y exótica) que puede estar presente en la Cuenca del Río Copiapó.

Nombre científico	Estado de conservación
Trichomycterus areolatus	Vulnerable
Cheirodon pisciculus	Vulnerable
Basilichthys microlepidotus	Peligro de Extinción
Cyprinus carpio	No listada
Oncorhynchus mykiss	No listada
Gambussia affinis	No listada
Salmo trutta	No listada

Fuente: CADE, IDEPE (2004).

Durante el recorrido por la Cuenca del Río Copiapó no se observaron especies nativas de peces. Solo se registró la presencia de una introducida *Salmo trutta* (trucha café) en Río Ramadillas y Tranque Lautaro. Respecto a la trucha café de origen europeo, ella fue observada en el tranque Lautaro y aguas arriba del mismo, en el sitio de Río Ramadillas, donde la presencia de pozones generaba un ambiente adecuado para la especie. La trucha no fue observada en otros cursos de la parte superior de la cuenca, muy probablemente por la alta escorrentía de los curso de agua y la falta de ambientes de aguas lénticas.

Por lo tanto, los resultados son acordes a la información bibliográfica, la que señala que gran parte de las especies nativas de Chile central ocurren a partir de la cuenca del Río Huasco al sur (para más detalle consultar Arratia 1981 para una síntesis de la distribución de especies nativas). Dos consideraciones son importantes para la cuenca:

- La desembocadura presenta una especie nativa *Mugil cephalus* o Lisa. En otras épocas del año podrían reportarse otras especies estuarinas como el Róbalo (*Eleginops maclovinus*) y el Puye (*Galaxias maculatus*).

- Otra potencial área con peces corresponde al sistema de Salares, donde podría ocurrir presencia del genero *Orestia* de distribución altiplánica, aunque se carece de antecedentes para el altiplano de la Región de Atacama. A la fecha el límite sur del genero corresponde al Salar de Ascotán en la Región de Antofagasta.

Anfibios

En el área de estudio se registró la presencia de tres anuros, todos ellos nativos de Chile. De ellos, solo *Bufo spinolosu*s fue señalado para la cuenca de los ríos Manflas y

Montosa (Juan Carlos Torres-Mura & Iván Lazo com. pers.). Las otras dos especies fueron *Bufo atacamensis* (Figura 15), especie endémica de Chile, cuya presencia en la cuenca era poco clara, ya que sólo se contaba con el reporte de Cei (1962) para la ciudad de Copiapó, donde actualmente no hay río. De acuerdo a análisis con marcadores moleculares mitocondriales, se puede asegurar que *B. atacamensis* está presente en los sitios de junta del Manflas con el Copiapó (S5), Río Manflas 1 (S6), Río El Potro (S11) y Río Pulido 1 (S12). La otra especie de anuro correspondió a *Pleurodema thaul* (Figura 15), sapito de cuatro ojos. Esta especie se detectó en Río Figueroa, aproximadamente a 3000 msnm, la que es a la fecha, la población de mayor altura detectada para la especie (Correa et al. 2007). Futuros estudios deberían confirmar el estatus taxonómico de *B. spinolosus* en el Manflas y Montosa.

Tabla 34. Anfibios del área de estudio y su estado de conservación.

ESTADO DE CONSERVACIÓN LEY DE CAZA 19.473					
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	B	S	E	EC
BUFONIDAE					
Sapo de Atacama	*Bufo atacamensis*		S	E	P
Sapo espinoso	*Bufo spinulosus*	B		E	V
LEPTODACTILIDAE					
Sapo de cuatro ojos	*Pleurodema thaul*			E	P

Criterios Ley de Caza 19.473
B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria
S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas
E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales
EC= Estado de conservación, puede ser: P= En Peligro de Extinción, V= Vulnerables, R= Raras, I= Inadecuadamente conocida, F= Fuera de Peligro



Figura 15. *Bufo atacamensis* y *Pleurodema thaul* (respectivamente) observados en área de estudio.

Reptiles

La fauna de reptiles estuvo compuesta por 11 especies (10 saurios y un colúbrido), todas nativas de Chile y todas endémicas a excepción de Liolaemus vallecurensis,

especie que habita en Argentina (Pincheira-Donoso & Nuñez, 2005). Destaca que parte importante de las especies se encuentra con alguna categoría de conservación (Tabla 35).

Tabla 35. Reptiles del área de estudio y su estado de conservación.

ESTADO DE CONSERVACIÓN LEY DE CAZA 19.473					
NOMBRE COMÚN	**NOMBRE CIENTÍFICO**	**B**	**S**	**E**	EC
TROPIDURIDAE					
Lagartija de Ortiz	*Liolaemus juanortizi*		S	E	P
Lagartija de Isabel	*Liolaemus Isabela*		S	E	R
Lagartija de Rosenmann	*Liolaemus rosenmanni*		S	E	R
Lagartija de Plate	*Liolaemus platei*			E	R
Lagartija de Atacama	*Liolaemus atacamensis*		S	E	R
Lagartija	*Liolaemus vallecurensis*		S	E	
Lagarto de Muller	*Liolaemus lorenzmulleri*		S	E	
Lagartija de dos manchas	*Liolaemus bisignatus*		S	E	R
Lagarto nítido	*Liolaemus nitidus*		S	E	V*
COLUBRIDAE					
Culebra de cola larga	*Philodryas chamissonis*	B		E	R
TEIIDAE					
Iguana	*Callopistes palluma*		S	E	V

* Especie Vulnerable en el área central de Chile. Se les asigno la misma categoría para el norte ya que no existen estudios de su ampliación de hábitat.
Criterios Ley de Caza 19.473
B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria
S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas
E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales
EC= Estado de conservación, puede ser: P= En Peligro de Extinción, V= Vulnerables, R= Raras, I= Inadecuadamente conocida, F= Fuera de Peligro

A nivel de taxa destaca un claro patrón biogeográfico:

- Especies altoandinas: *Lioalemus juanortizi* (Figura 16), *L. isabelae, L. rosenmanni, L. vallecurensis* (reportado por Iván Lazo para Montosa) y *L. lorenzmuelleri*.
- Especies costeras: *Microlophus atacamensis, Liolaemus bisignathus* y *Tachymenis chilensis*.
- Especie de la zona media: *Lioalemus platei, Lioalemus atacamensis, Philodryas chamissonis, Callopistes palluma* y *Liolaemus nitidus*.
- Ampliación de distribuciones. En la campaña se observó a *Lioalemus isabelae* en el sector de Mina la Coipa y camino a la Pepa; la especie se reportaba más al norte del área de estudio, en la cuenca del Salar de Pedernales. Liolaemus lorenzmulleri reportada para la cordillera de la IV Región (Cordillera de Doña Ana) fue colectada en el área norte de la cuenca de Copiapó, sector Quebrada San Andrés 2. Otra especie fue *L. rosenmanni*, reportada para el área del Parque Nacional Nevado Tres Cruces, siendo capturada en el área sur del área de estudio, sector de Pircas Negras. Finalmente hay que señalar la presencia de *Liolaemus nitidus*, especie característica de la zona central del país, la que había sido reportada por la costa hasta Carrizal Bajo (Moreno et al. 2002). La presencia de ella en el sector de Manflas, refuerza su presencia en la Región de

Atacama. También ha sido observada en la cordillera de Vallenar (Lobos com. pers.).



Figura 16. *Liolaemus juanortizi* observado en 11 sitios de la Cuenca del Río Copiapó.

Aves

En la presente campaña se registró la presencia de 89 especies de aves, las que se distribuyen en las siguientes familias: (6 Anseridae, 2 Cathartidae, 3 Accipitridae, 4 Falconidae, 3 Rallidae, 3 Caradriidae, 1 Threskiornithidae, 2 Thinocoridae, 1 Laridae, 1 Phalacrocoracidae, 6 Columbidae, 4 Scolopacidae, 1 Tytonidae, 2 Strigidae, 1 Caprimulgidae, 3 Trochilidae, 14 Furnariidae, 2 Rhynocryptidae, 9 Tyrannidae, 1 Phytotomidae, 3 Hurundinidae, 1 Troglodytidae, 1 Muscicapidae, 1 Mimidae, 1 Motacillidae, 13 Emberizidae). De ellas destacaron 4 especies amenazadas; 2 exóticas, el gorrión (*Passer domesticus*) y la paloma (*Columba livia*) y; 3 endémicas de Chile, la tenca (*Mimus thenca*), turca (*Pteroptochos megapodius*) y el tapaculo (*Scelorchilus albicollis*). La Tabla 36 señala las especies reportadas y sus respectivos estados de conservación.

Tabla 36. Aves del área de estudio y su estado de conservación.

ESTADO DE CONSERVACIÓN LEY DE CAZA 19.473					
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	B	S	E	EC
AVES					
ANSERIDAE					
ANSERINAE					
Piuquén	*Chloephaga melanoptera*				
ANATINAE					
Pato juarjual	*Lophonetta specularoides*				
Pato jergón chico	*Anas flavirostris*				
Pato colorado	*Anas cyanoptera*				
Pato jergón grande	*Anas georgica*				
Pato cortacorrientes	*Merganetta armata*		S		
CATHARTIDAE					
Condór	*Vultur gryphus*	B		E	V
Jote cabeza negra	*Coragyps atratus*				
ACCIPITRIDAE					
Aguilucho	*Buteo polyosoma*	B		E	
Peuco	*Parabuteo unicinctus*	B		E	
Aguila	*Geranoaetus melanoleucus*	B		E	
FALCONIDAE					
Tiuque	*Milvago chimango*	B		E	
Carancho cordillerano	*Phalcoboenus megalopterus*	B		E	
Halcón perdiguero	*Falco femoralis*	B		E	
Cernícalo	*Falco sparverius*	B		E	
RALLIDAE					
Pidén	*Pardirallus sanguinolentus*	B			
Tagua	*Fulica armillata*				
Tagua chica	*Fulica leucoptera*				
CHARADRIIDAE					
Queltehue	*Vanellus chilensis*	B		E	
Chorlo de campo	*Oreopholus ruficollis*	B	S		
Chorlo cordillerano	*Phegornis mitchellii*	B	S		
THRESKIORNITHINAE					
Bandurria	*Theristicus caudatus*	B			P
THINOCORIDAE					
Perdicita cordillerana	*Attagis gayi*		S		R
Perdicita cojón	*Thinocorus orbignyanus*		S		
LARIDAE					
Gaviota andina	*Larus serranus*		S		V
PHALACROCORACIDAE					
Garza chica	*Egretta thula*	B			
COLUMBIDAE					
Paloma de alas blanco	*Zenaida asiatica*				
Tórtola	*Zenaida auriculata*				
Tortolita cuyana	*Columbina picui*			E	
Tortolita quiguagua	*Columbina cruziana*		S		
Tortolita de la puna	*Metropelia aymara*		S		

Tabla 36. Aves del área de estudio y su estado de conservación. (Continuación)

Tortolita cordillerana	*Metropelia melanoptera*				
SCOLOPACINAE					
Becasina de la puna	*Gallinago andina*	B	S		
Becasina	*Gallinago paraguaiae*	B			
Pitotoy chico	*Tringa flavipes*	B	S		
Playero de baird	*Calidris bairdii*	B			
TYTONIDAE					
Lechuza	*Tyto alba*	B		E	
STRIGIDAE					
Tucúquere	*Bubo virginianus*	B		E	
Chuncho	*Glaucidium nanum*	B		E	
CAPRIMULGIDAE					
Gallina ciega	*Caprimulgus longirostris*	B		E	
TROCHILIDAE					
Picaflor cordilleranao	*Oreotrochilus leucopleurus*	B		E	
Picaflor del norte	*Rhodopis vesper*	B	S	E	
Picaflor gigante	*Patagona gigas*	B		E	
FURNARIIDAE					
Minero chico	*Geositta maritima*	B			
Minero grande	*Geositta isabellina*	B	S		
Minero cordillerano	*Geositta rufipennis*	B			
Minero	*Geositta cunicularia*	B			
Minero de la puna	*Geositta punensis*	B			
Bandurrilla	*Upucerthia dumetaria*	B	S		
Bandurrilla de pico recto	*Upucerthia ruficauda*	B	S		
Chiricoca	*Chilia melanura*	B			
Churrete acanelado	*Cinclodes fuscus*	B			
Churrete chico	*Cinclodes oustaleti*	B			
Churrete de alas blancas	*Cinclodes atacamensis*	B			
Trabajador	*Phleocryptes melanops*	B			
Tijeral	*Leptasthenura aegithaloides*	B			
Canastero chico	*Asthenes modesta*	B			
RHYNOCRYPTIDAE					
Turca	*Pteroptochos megapodius*	B			
Tapaculo	*Scelorchilus albicollis*	B			
TYRANNIDAE					
Mero gaucho	*Agriornis montana*	B		E	
Dormilona de nuca rojiza	*Muscisaxicola rufivertex*	B		E	
Dormilona fraile	*Muscisaxicola flavinucha*	B		E	
Dormilona de frente negra	*Muscisaxicola frontalis*	B		E	
Dormilona cenicienta	*Muscisaxicola alpina*	B		E	
Dormilona tontita	*Muscisaxicola macloviana*	B		E	
Fío fío	*Elaenia albiceps*	B		E	
Cachudito	*Anairetes parulus*	B		E	
Colegial del norte	*Lessonia oreas*				
PHYTOTOMIDAE					
Rara	*Phytotoma rara*		S	E	
HURUNDINIDAE					

Tabla 36. Aves del área de estudio y su estado de conservación. (Continuación)

Golondrina chilena	*Tachycineta leucopyga*	B		E	
Golongrina de dorso negro	*Pygochelidon cyanoleuca*	B		E	
Golondrina bermeja	*Hirundo rustica*	B	S	E	
TROGLODYTIDAE					
Chercán	*Troglodytes aedon*	B		E	
MUSCICAPIDAE					
Zorzal	*Turdus falcklandii*				
MIMIDAE					
Tenca	*Mimus thenca*	B			
MOTACILLIDAE					
Bailarín chico	*Anthus correndera*	B	S	E	
EMBERIZIDAE					
Chirihue dorado	*Sicalis auriventris*		S		
Chirihue verdoso	*Sicalis olivascens*				
Chirihue	*Sicalis luteoventris*				
Chincol	*Zonotrichia capensis*	B			
Mirlo	*Molothrus bonariensis*				
Loica	*Sturnella loica*			E	
Cometocino de gay	*Phrygilus gayi*			E	
Cometocino del norte	*Phrygilus atriceps*			E	
Yal	*Phrygilus fruticeti*				
Pájaro plomo	*Phrygilus unicolor*		S		
Diuca	*Diuca diuca*				
Jilguero negro	*Carduelis atratus*		S		
Jilguero cordillerano	*Carduelis uropygialis*		S		

Criterios Ley de Caza 19.473
B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria
S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas
E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales
EC= Estado de conservación, puede ser: P= En Peligro de Extinción, V= Vulnerables, R= Raras, I= Inadecuadamente conocida, F= Fuera de Peligro

Dentro las aves observadas, destaca la presencia de la Bandurria (*Theristicus caudatus*) en Peligro de extinción, Cóndor (*Vultur gryphus*) Vulnerable, Gaviota Andina (*Larus serranus*) y la Perdicita cordillerana (*Attagis gayi*) Rara (Figura 17).

En las aves observadas destacan los siguientes patrones biogeográficos:

- Especies de humedales: garza chica, garza grande, huairavo, blanquillo, taguas, patos, bandurria, pidén, entre otros.
- Especies de la depresión intermedia: jote, tiuque, tórtola, turca, tapaculo, tenca, canastero, fío fío, chincol, entre otras.
- Especies de ambientes de altura: puquén, cóndor, carancho cordillerano, gaviota andina, tórtola cordillera, perdicita cojón, minero grande, chirihue dorado, entre otras.



Figura 17. Perdicita cordillerana (*Attagis gayi*) observada en Quebrada Las Guanacas.

Mamíferos

En las prospecciones se registróun total de 13 especies de mamíferos con 8 de ellas amenazadas, 8 exóticas y 3 endémicas (Tabla 37). De ellos, 6 corresponden al orden Rodentia, 1 a Didelphimorphia, 4 a Carnívora, 2 Artiodactyla. Las especies introducidas corresponden a la laucha (*Mus musculus*), rata negra (*Rattus rattus*), liebre (*Lepus capensis*), conejo (*Oryctolagus cuniculus*) y ganado doméstico (cabra, burro, caballo y oveja). Las especies endémicas son ratón orejudo de Darwin (*Phillotis darwini*), ratón chinchilla común (*Abrocoma bennetti*) y la llaca (*Thylamys elegans*).

Tabla 37. Roedores del área de estudio y su estado de conservación.

ESTADO DE CONSERVACIÓN LEY DE CAZA 19.473					
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	B	S	E	EC
RODENTIA					
Ratoncito andino	*Abrothrix andinus*				
Ratón orejudo amarillo	*Phillotis xanthopygus*		S		
Ratón orejudo de Darwin	*Phillotis darwini*				
Ratón chinchilla común	*Abrocoma bennetti*				I*
Tuco tuco de la puna	Ctenomys cf. Opimus		S		
Vizcacha	*Lagidium viscacia*		S		P
DIDELPHIMORPHIA					
Llaca	*Thylamys elegans*	B		E	R
CARNIVORA					
Zorro culpeo	*Pseudalopex culpaeus*			E	I
Zorro chilla	*Pseudalopex griseus*			E	I
Puma	*Puma concolor*			E	P
Colo colo	*Lynchailurus colocolo*	B	S	E	P
ARTIODACTYLA					
Guanaco	*Lama guanicoe*		S		P
Vicuña	*Vicugna vicugna*		S		P

* Especie Vulnerable en el área central de Chile. Se considerará vulnerable en el norte ya que no existen estudios de su ampliación de distribución.
Criterios Ley de Caza 19.473
B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria
S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas
E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales
EC= Estado de conservación, puede ser: P= En Peligro de Extinción, V= Vulnerables, R= Raras, I= Inadecuadamente conocida, F= Fuera de Peligro

Desde un punto biogeográfico los mamíferos del área del estudio se pueden caracterizar en:

Especies de ambientes de altura: *Abrothrix andinus* (ratoncito andino), *Phyllotis xanthopigus vaccarum* (ratón orejudo amarillo), *Ctenomys cf opimus* (tuco tuco), *Lagidium viscacia* (viscacha), *Puma concolor* (puma), *Lama gaunicoe* (guanaco), *Vicugna vicugna* (vicuña), *Lynchailurus colocola* (gato colo colo), *Pseudalopex culpaeus* (zorro culpeo), *Pseudalopex griseus* (zorro chilla).

Especies de ambientes bajos a intermedios (hasta los 2000 msnm): *Phyllotis darwini* (ratón orejudo de Darwin), *Abrocoma bennetti* (ratón chinchilla común) (Figura 18), *Thylamys elegans* (yaca), *Pseudalopex culpaeus* (zorro culpeo), *Pseudalopex griseus* (zorro chilla).

Otro aspecto relevante es la mezcla de biotas mediterráneas (ratón chinchilla y yaca), norteñas (vicuña, tuco tuco, ratón orejudo amarillo) y de amplia distribución (guanaco, puma, zorros) lo que demuestra que la cuenca es un ecotono para mamíferos característico de ambientes desérticos y mediterráneos.



Figura 18. Ratón chinchilla común (*Abrocoma bennetti*) capturado en Sitio Piedra Colgada 1.

3.2.1.2. Patrones distribucionales de los taxa

3.2.1.2.1. Taxa y altura

En la cuenca del Río Copiapó se observó que solo los mamíferos presentaron una correlación significativa y positiva con la altura ($r=0,92$; $p=0,03$) es decir a mayor altura se incrementa el número de especies (Figura 19). Los reptiles y anfibios presentaron correlaciones negativas pero no significativa con la altura ($r=-0,77$; $p=0,12$ para reptiles y $r=-0,15$; $p= 0,81$ para anfibios). En aves hubo una correlación positiva suave y no significativa ($r=0,02$; $p=0,97$). En su totalidad los vertebrados presentaron una correlación positiva y no significativa ($r=0,13$; $p=0,83$).

En relación al número de especies amenazadas, ellas fueron estandarizadas de modo que se estimó el porcentaje de especies amenazadas en cada sitio de muestreo en relación al total de especies registradas en cada sitio (% de especies amenazadas). El análisis por tramos altitudinales muestra una alta representatividad en cada tramo (fluctúa entre un 16 a 21%), con una ligera tendencia positiva pero no significativa ($r=0,27$; $p=0,6$); es decir se observa un ligero incremento de especies amenazadas en los sitios de mayor altura (Figura 20).

Otro aspecto interesante dice relación con las especies endémicas a nivel nacional, donde se observa que el mayor porcentaje se encuentra entre los 500 a los 2500 msnm (Figura 21), lo que es concordante con la distribución de la mayoría de ellas (principalmente especies mediterráneas), mientras que los ambientes de alturas comparten especies altiplánicas y los de zonas bajas presentan vertebrados asociados a la costa (de amplia distribución).

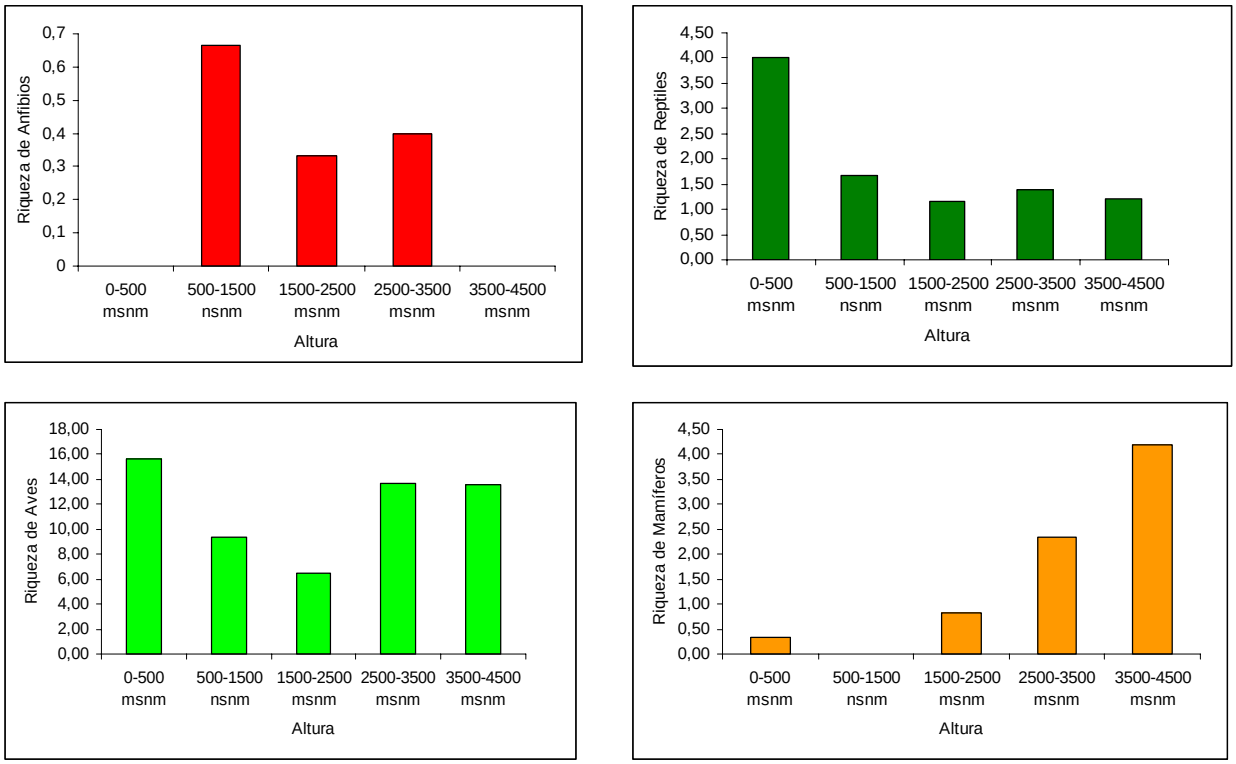


Figura 19. Distribución altitudinal de taxa en la cuenca del Río Copiapó.

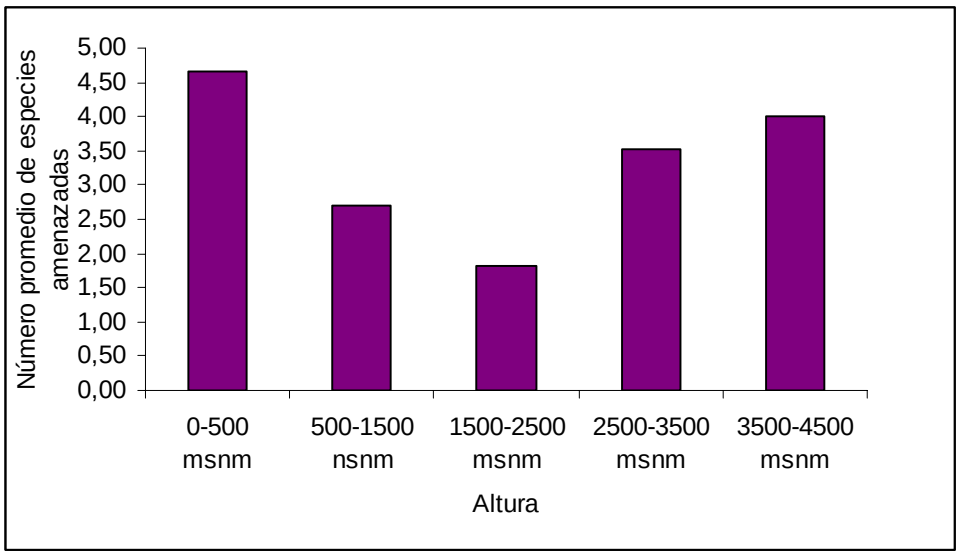


Figura 20. Distribución del porcentaje de especies amenazadas por tramos altitudinales.

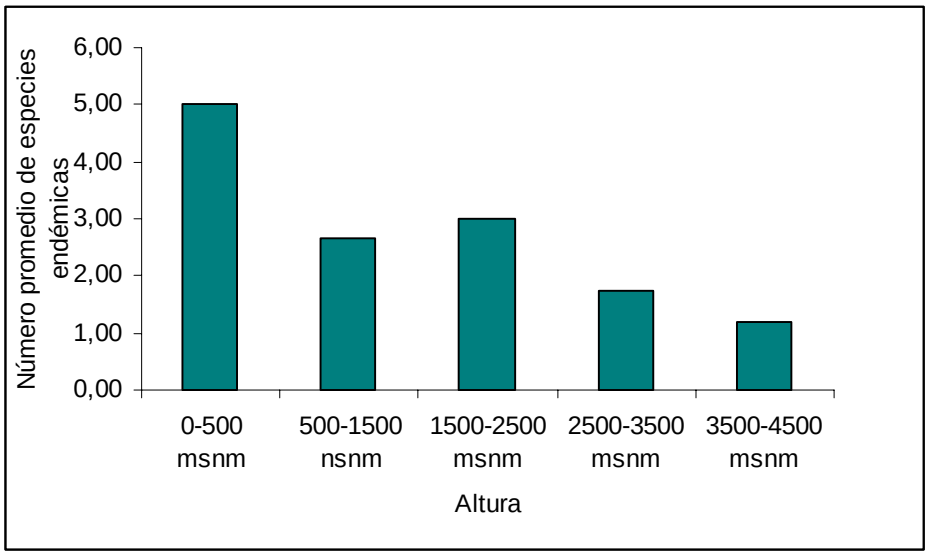


Figura 21. Distribución de los porcentajes de especies endémicas por tramos altitudinales

Otro aspecto interesante dice relación con los niveles de invasibilidad de vertebrados en la cuenca, los que en términos generales son bajos (menos de 1%), salvo el tramo entre los 500 a los 1500 msnm. que alcanza a niveles promedios de 5 especies exóticas (Figura 22). Es interesante hacer notar que el mayor porcentaje de especies exóticas ocurre en el tramo de mayor perturbación antrópica, situación que se corresponde con los patrones generales de especies introducidas (Levine y D`Antonio 1999, Paul y Meyer 2001, Kennedy et al. 2002, Pauchard et al. 2006). La tendencia general es a una relación inversa entre número de especies exóticas y altura, pero no significativa ($r=-0,29$; $p=0,6$).

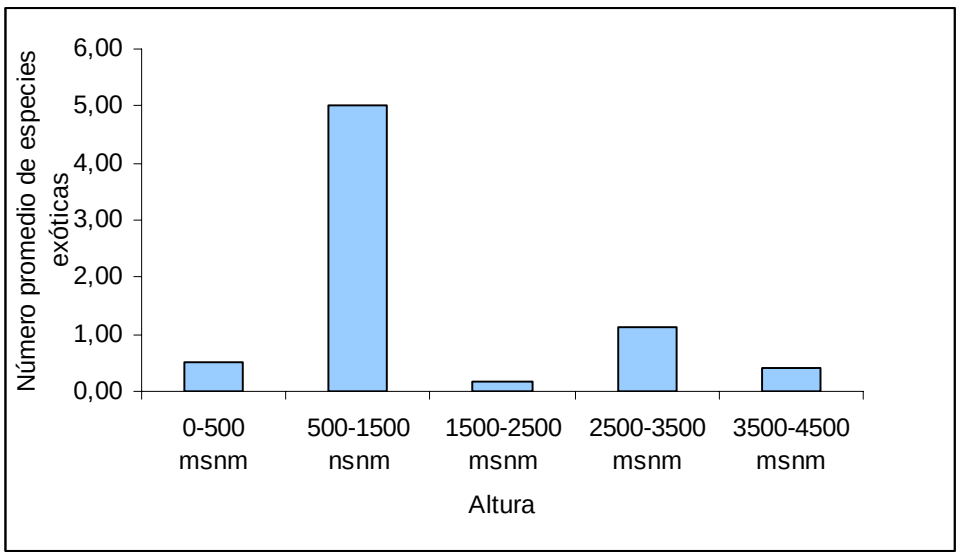


Figura 22. Porcentaje de especies exóticas por altitud.

3.2.1.3. Valoración ambiental

3.2.1.3.1. Análisis por subcuencas

La Figura 23 resume los atributos de riqueza específica, número de especies amenazadas, número de especies exóticas y número de especies endémicas para cada subcuenca. A nivel de riquezas destacan la subcuenca del Río Copiapó bajo (considera la desembocadura del río) y el sector de Manflas un área de acceso restringido (no obstante cabe señalar que son los dos sitios más estudiados y ello podría explicar el mayor número de registros de especies). Respecto a las especies amenazadas se observa una situación semejante, en especies exóticas los mayores registros son para la cuenca del Manflas y luego el Copiapó medio y en especies endémicas los valores más altos son para Manflas seguido de Copiapó bajo, Copiapó medio y Río Pulido.

En términos generales, se puede señalar que las subcuencas del Río Copiapó bajo y Manflas presentaron los indicadores más altos, para el resto de las subcuencas la situación tiende a ser parecida; salvo la subcuenca de Paipote que presenta los indicadores más bajos, lo que es concordante con la aridez más acentuada de esa área.

El Anexo V detalla los sitios de muestreo dentro de cada subcuenca y los valores de la Figura 23.

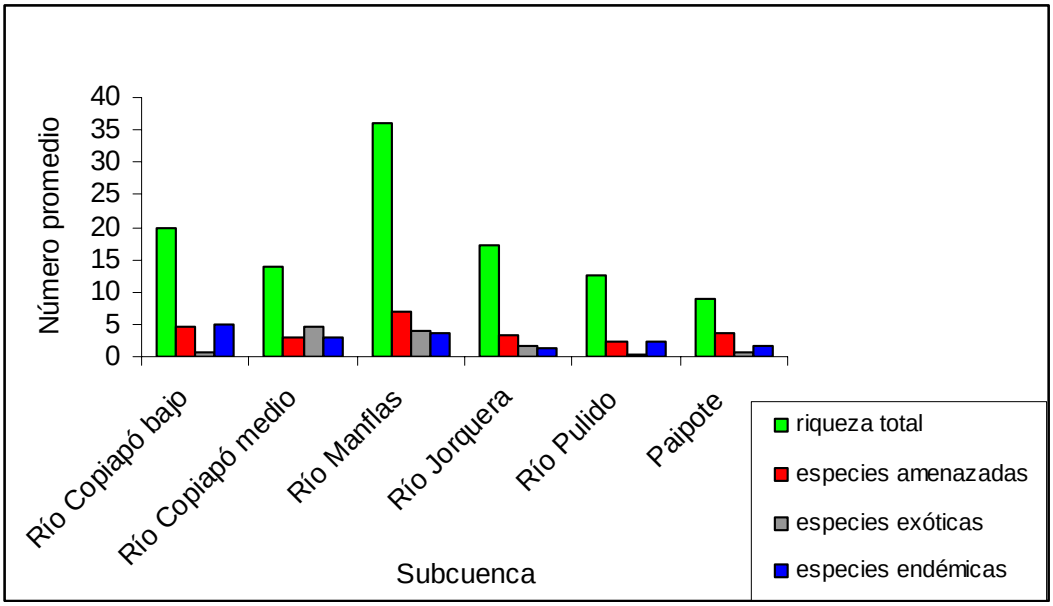


Figura 23. Resumen de riqueza total, número de especies amenazadas, especies exóticas y endémicas por subcuencas.

Subcuenca del Copiapó Bajo

Con el índice de Horn (con un límite de aceptación de un 40% y basado en la riqueza de especies vertebradas) se obtuvo una alta similitud de riqueza de vertebrados en los tres sitios prospectados, los que corresponden a bosques de chañares, por lo tanto hay

una similitud entre los sitios prospectados. Si bien no se pudo acceder al sector de María Isabel, esta localidad habría que considerarla asociada a las últimas. En estos sitios destacó la presencia de especies amenazadas y endémicas, así como la presencia de fauna más mediterránea (ratón chinchilla, ratón orejudo de Darwin, tenca, loica, entre otras). Actualmente los sitios estudiados son remanentes de las formaciones originales y se encuentran sometidos a una fuerte presión antrópica.

Subcuenca del Copiapó Medio

Esta subcuenca solo fue muestreada en el tranque artificial Lautaro y en la junta de los ríos Copiapó y Manflas. Ello obedeció a que parte importante de ella se encuentra trasformada a áreas agrícolas (parronales), por lo que en términos generales no representa habitat de relevancia para vertebrados, al menos a la escala del presente estudio.

No obstante, los sitios muestreados tuvieron cierta relevancia. Por una parte el Tranque Lautaro es un humedal artificial que representa un ambiente propicio para aves y en la junta de los Ríos Manflas con Copiapó se detectó la presencia de anfibios con alto grado de amenaza, en lo que representa probablemente un remanente de los ambientes propios de la cuenca media, por hoy altamente perturbada.

Subcuenca del Río Manflas

Parte importante del área se encuentra al interior de una hacienda privada, razón por la cual no se pudo acceder. No obstante, se obtuvo información confiable para el análisis (Juan Carlos Torres-Mura com. pers.). Probablemente lo restringido del acceso y la heterogeneidad de hábitat, permiten entender la alta biodiversidad del área, donde destacan especies amenazadas relevantes para la región. Del análisis del estudio mencionado, se puede observar la ocurrencia de especies de altura, de origen mediterráneo y otras propias de la región.

Subcuenca del Río Jorquera

En la Figura 24 , el índice de Horn (con un límite de aceptación de un 40%) permite discriminar tres grupos de localidades en la subcuenca (localidades que difieren en la composición de vertebrados; heterogeneidad de comunidades vertebradas).

Un primer clado o agrupamiento (A) reune a localidades que presentan vegas altoandinas singulares (Cachitos con alta naturalidad, Río Figueroa con una vega asociada a lagunas y Quebrada las Guanacas con fauna altoandina relevante). Un segundo clado (B) reúne a localidad altoandinas precordilleranas del sector norte de la cuenca y el tercer clado (C) a ambientes altoandinos de prepuna del área norte de la cuenca. La disimilitud de los grupos de localidades, indica la heterogeneidad de la composición faunística de los sitios y en cierto grado es un indicador de la alta biodiversidad en esta cuenca (en especial la diferencia entre sectores).

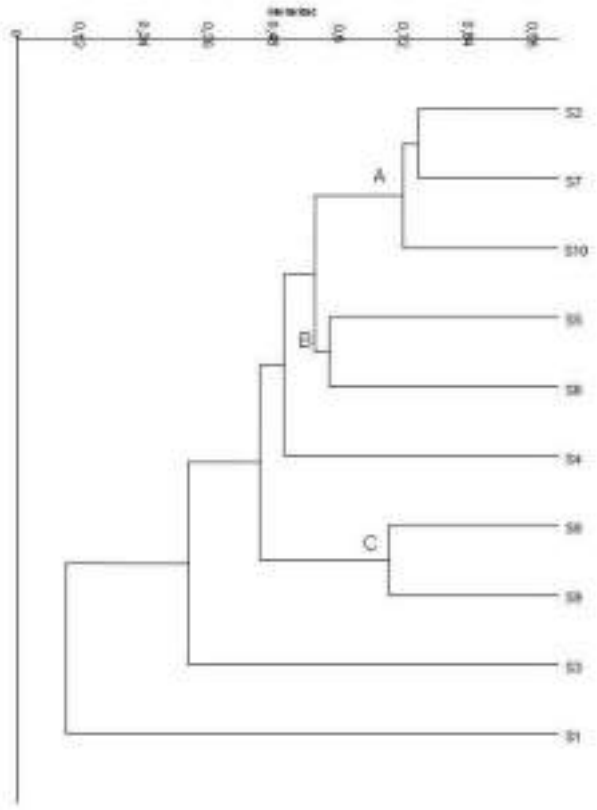


Figura 24. Similitud ecológica (índice de Horn) de las localidades muestreadas en la subcuenca del Río Jorquera. S1 Río Jorquera, S2 Río Cachitos, S3 Junta ríos de La Gallina y Pircas Negras, S4 Río Turbio 1, S5 Río Turbio 2, S6 Río Figueroa 1, S7 Río Figueroa 2, S8 Caspiche, S9 Mina Refugio y S10 Quebrada la Guanaca.

Subcuenca del Río Pulido

En la Figura 25 , el índice de Horn (con un límite de aceptación de un 40%) permite discriminar cuatro grupos de localidades en la subcuenca (heterogeneidad de las comunidades vertebradas).

Un primer clado o agrupamiento (A) agrupa a localidades de altura del sur de la cuenca. Un segundo clado (B) corresponde a la Cuenca de Montosa, paralela a Manflas y que al igual que ella presenta un acceso restringido lo que ha favorecido la conservación de biodiversidad en el sector. Un tercer clado (C) agrupa a localidades de altura media del sur de la cuenca y un cuarto clado (D) reúne también a localidades de altura media del sur de la cuenca; en efecto los cluster A y D presentan una similaridad cercana al 40%.

Dentro de la cuenca destaca el sector de Montosa, donde el acceso restringido y la heterogeneidad de ambientes han favorecido la presencia de una importante comunidad de vertebrados, en el contexto de la biodiversidad regional.

Folio013913

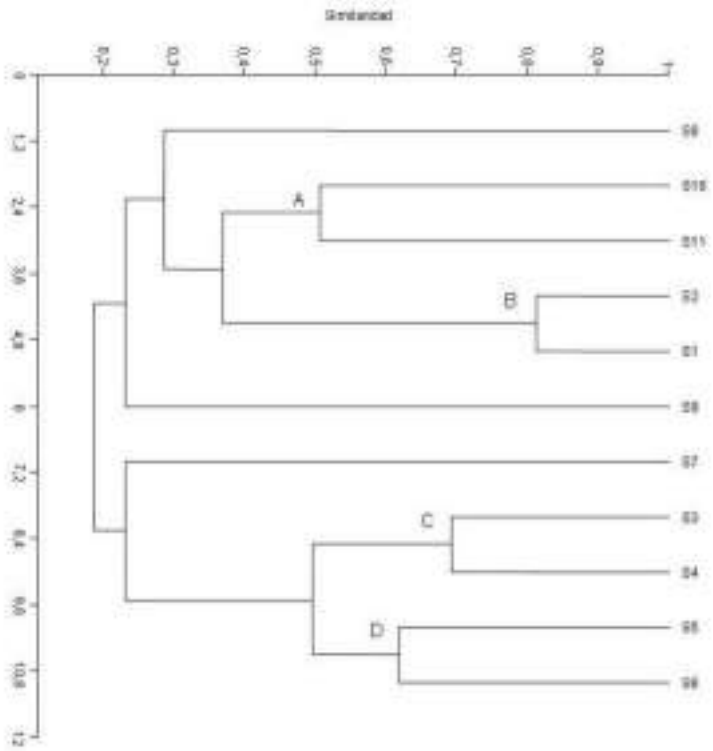


Figura 25. Similitud ecológica (índice de Horn) de las localidades muestreadas en la subcuenca del Río Pulido. S1 Montosa 1, S2 Montosa 2, S3 Río El Potro, S4 Río Pulido 1, S5 Río Pulido 2, S6 Río Ramadillas, S7 Río Pulido 3, S8 Río Pulido 4, S9 Río Pircas Coloradas 1, S10 Río Pircas Coloradas 2 y S11 Vega en Pircas Coloradas.

Subcuenca de Paipote

En la Figura 26 , el índice de Horn (con un límite de aceptación de un 40%) permite discriminar solo 1 grupo de localidades en la subcuenca (homogeneidad en la comunidades vertebradas) (A) la que corresponde a ambientes de altura del sector norte del área de estudio. Si bien el resto de localidades no es significativo para el análisis, ellas se diferencian del único clado por corresponder a localidades de menor altura. La subcuenca de Paipote se diferencia del resto de subcuencas por la falta de cursos o cuerpos de agua de mayor envergadura, siendo la restricción hídrica la más notoria de la Cuenca del Copiapó.

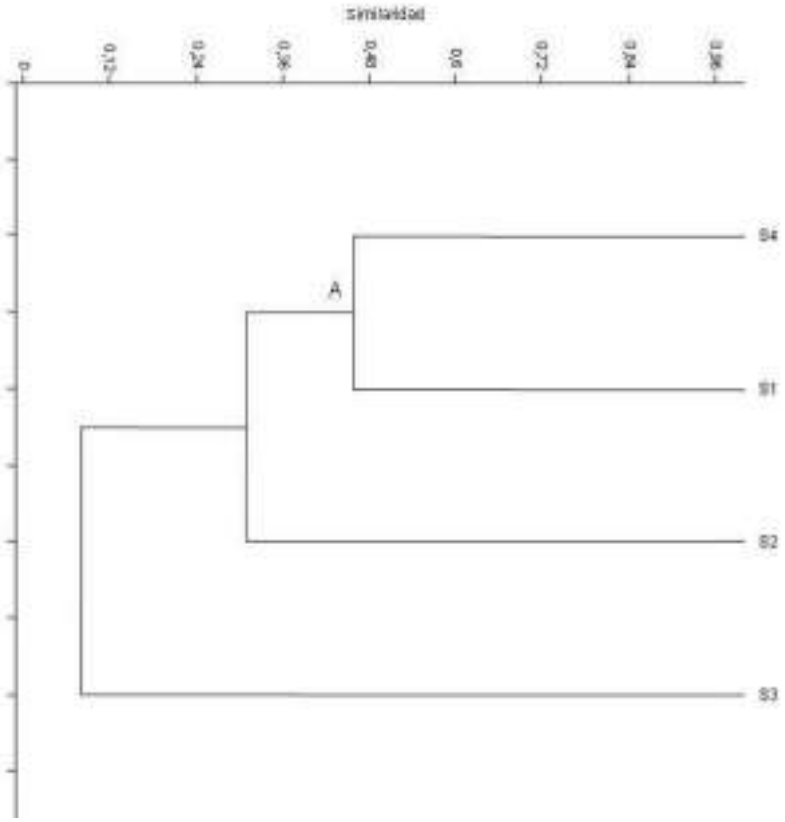


Figura 26. Similitud ecológica (índice de Horn) de las localidades muestreadas en la subcuenca de Paipote. S1 La Coipa, S2 Quebrada San Andrés 1, S3 Quebrada San Andrés 2, S4 Camino La Pepa.

3.2.1.3.2. Indice de impacto humano

La Figura 27 muestra el resultado del análisis de Sanderson et al. (2002), que calcula el índice de impacto humano para la cuenca del Río Copiapó. El análisis es claro en mostrar que las principales áreas de impactos se ubican en la zona baja y media de la cuenca. En las partes superiores los impactos principalmente se asocian a la red de caminos (accesibilidad) y salares (probablemente el satélite los interpreta como suelos consolidados o urbanos). A lo anterior habría que considerar impactos más locales como los generados por la ganadería en las vegas y algunas explotaciones mineras difíciles de representar en un análisis de carácter global. No obstante, de acuerdo al análisis de Sanderson et al. (2002), existe una fuerte relación entre grado de impacto humano e impacto a la naturalidad de los ecosistemas.

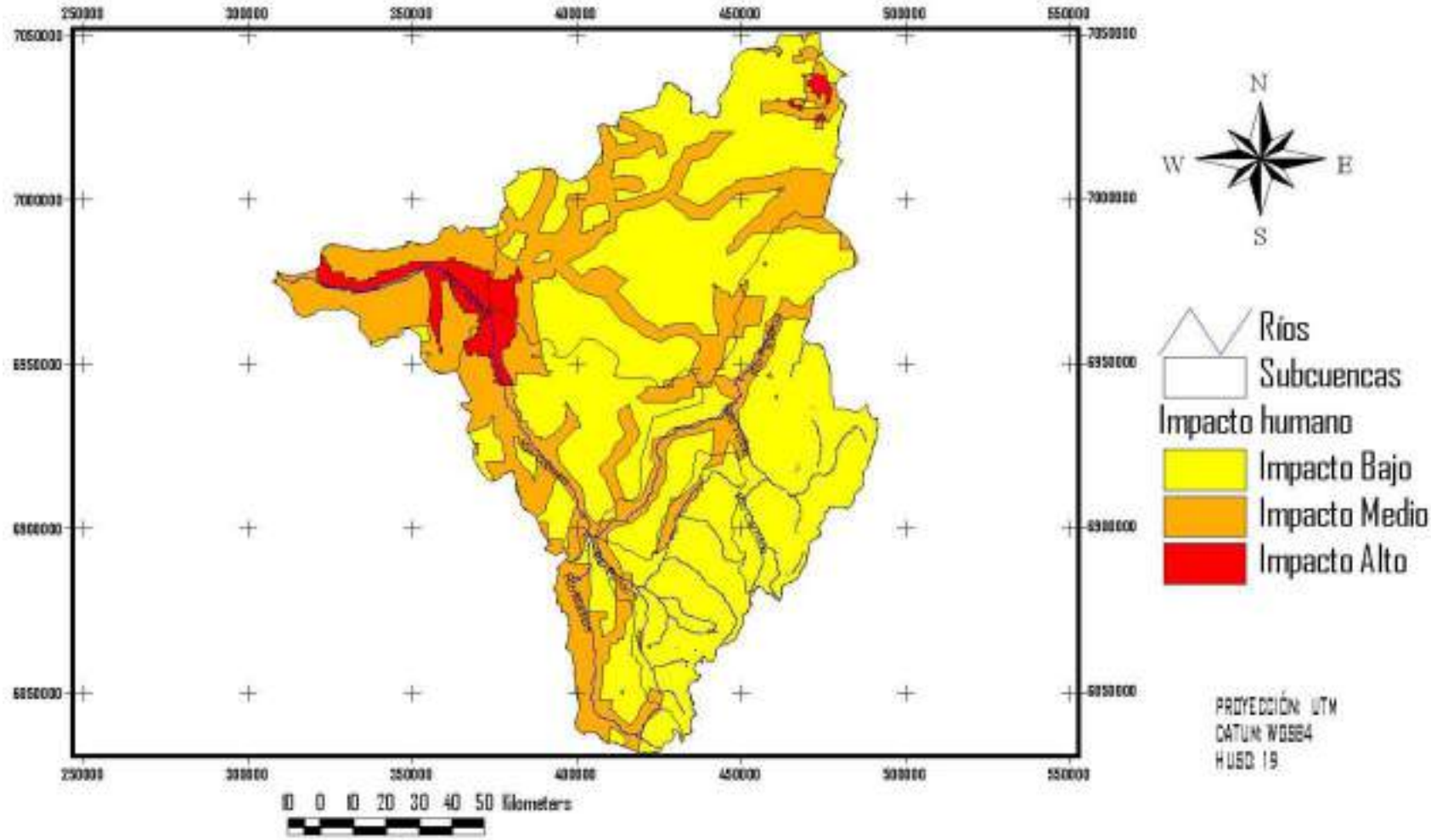


Figura 27. Índice de Impacto Humano para la Cuenca del Río Copiapó, basado en Sanderson et al. (2002).

3.2.1.3.3. Sensibilidad Ambiental

La Figura 28 representa las riquezas específicas registradas en los puntos de muestreos del presente estudio, para las subcuencas de estudio. De acuerdo a los resultados se puede señalar que la subcuencas del Río Copiapó Bajo, Pulido y Manflas presentaron los indicadores más altos; para el resto de las subcuencas la situación tiende a ser parecida; salvo la subcuenca de Paipote que presenta los indicadores más bajos, lo que es concordante con la aridez más acentuada de esa área.

La Figura 29 representa los niveles de amenazas presentes en las subcuencas del área de estudio, los que fueron agrupados en tres niveles (alto, medio y bajo) de acuerdo al número de especies detectadas. De acuerdo a los resultados, se puede señalar que la subcuencas del Río Copiapó Bajo y Manflas presentan en promedio los valores más altos de especies amenazadas, lo que es coincidente con que ambas presentan los valores mas altos de riquezas específicas. Acá es importante hacer notar que la subcuenca del Río Copiapó Bajo es la que presenta los impactos antrópicos más altos; dada por la mayor densidad poblacional en esta zona, situación que sugiere la necesidad de tomar medidas correctoras del daño ambiental (principalmente por sustitución de habitat) en esa área.

La distribución del número de especies endémicas se entrega en la Figura 30. En general los valores más altos de especies endémicas se localizaron hasta los 2500 msnm; lo que coincide con el carácter de mediterráneas de la mayor parte de ellas.

En la Figura 31 se representa la distribución de los vertebrados exóticos más ampliamente distribuidos en la cuenca: conejo, liebre, burros asilvestrados y cabras. Se puede observar que el conejo ha invadido principalmente hasta los 2500 msnm y que en los ambientes de altura es reemplazado por la liebre. Dos especies domésticas; las cabras y burros se encuentran a lo largo de la cuenca, y se localizaron en gran parte de las vegas del área de estudio. La crianza extensiva de estas especies en humedales (vegas, bofedales) representa un posible impacto directo a las áreas húmedas del área (sobrepastoreo, desplazamiento de especies nativas). En Chile rara vez las especies domesticas han sido consideradas en los listados de especies invasoras, siendo que en los Estado Unidos, por ejemplo, son consideradas, como es el caso de burros y cabras que generan efectos adversos sobre la vegetación natural (Dukes & Money 2004).

El análisis de sensibilidad Figura 32 (síntesis de los atributos considerados en el presente estudio; riqueza de vertebrados, número de especies endémicas y el número de especies amenazadas para cada uno de los sitios) permite señalar que la subcuenca del Copiapó Bajo presenta niveles de sensibilidad alta a media dentro de un área altamente intervenida; la parte sur de la subcuenca del Copiapó Medio presenta sensibilidad media por la presencia del Tranque Lautaro que alberga fundamentalmente aves y la junta de los Ríos Copiapó y Manflas. La subcuenca de Manflas y el sector de Montosa en la subcuenca de Pulido, aparecen con sensibilidad alta a media, en la subcuenca del Jorquera destaca el sector de la vega del río Cachitos que aparece como una zona relevante para vertebrados. En la subcuenca del Jorquera destacan las áreas de Río Figueroa, y Sector la Guanaca en Mina Refugio. Finalmente en la subcuenca de Paipote, de modo general se puede señalar que la sensibilidad para fauna es media.

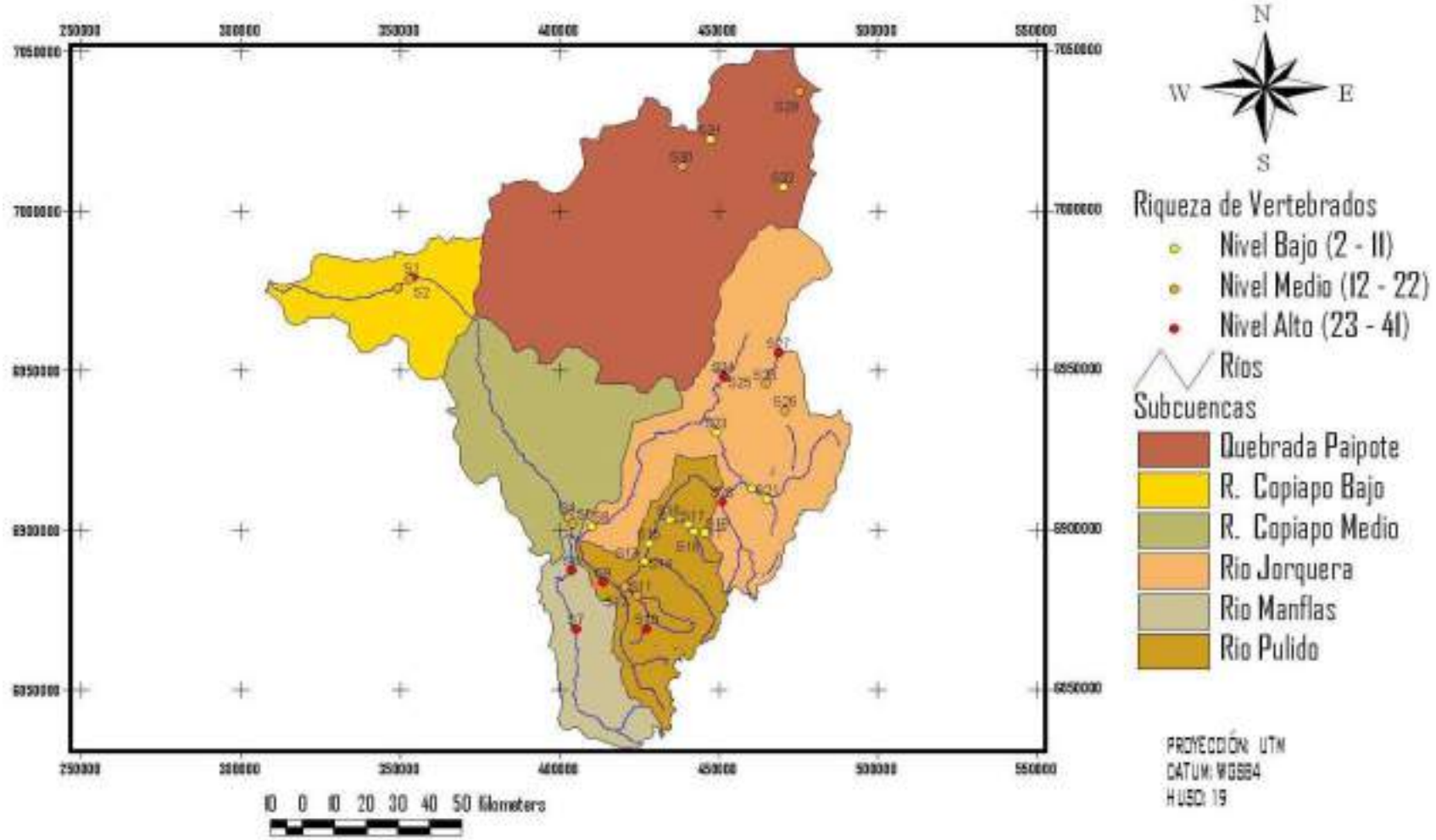


Figura 28. Riqueza de vertebrados nativos de las subcuencas del Río Copiapó.

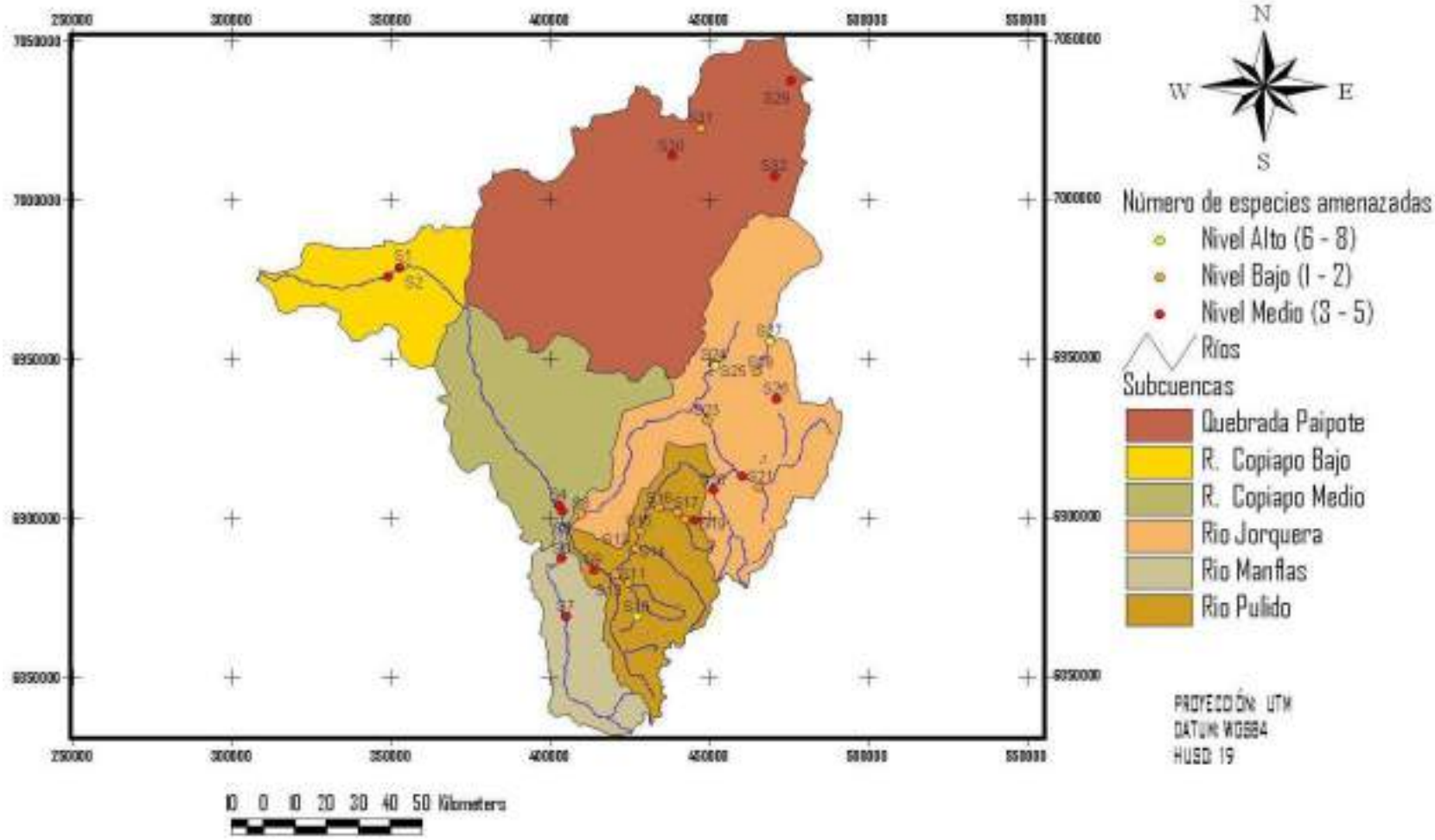


Figura 29. Número de especies amenazadas de vertebrados nativos de las subcuencas del Río Copiapó.

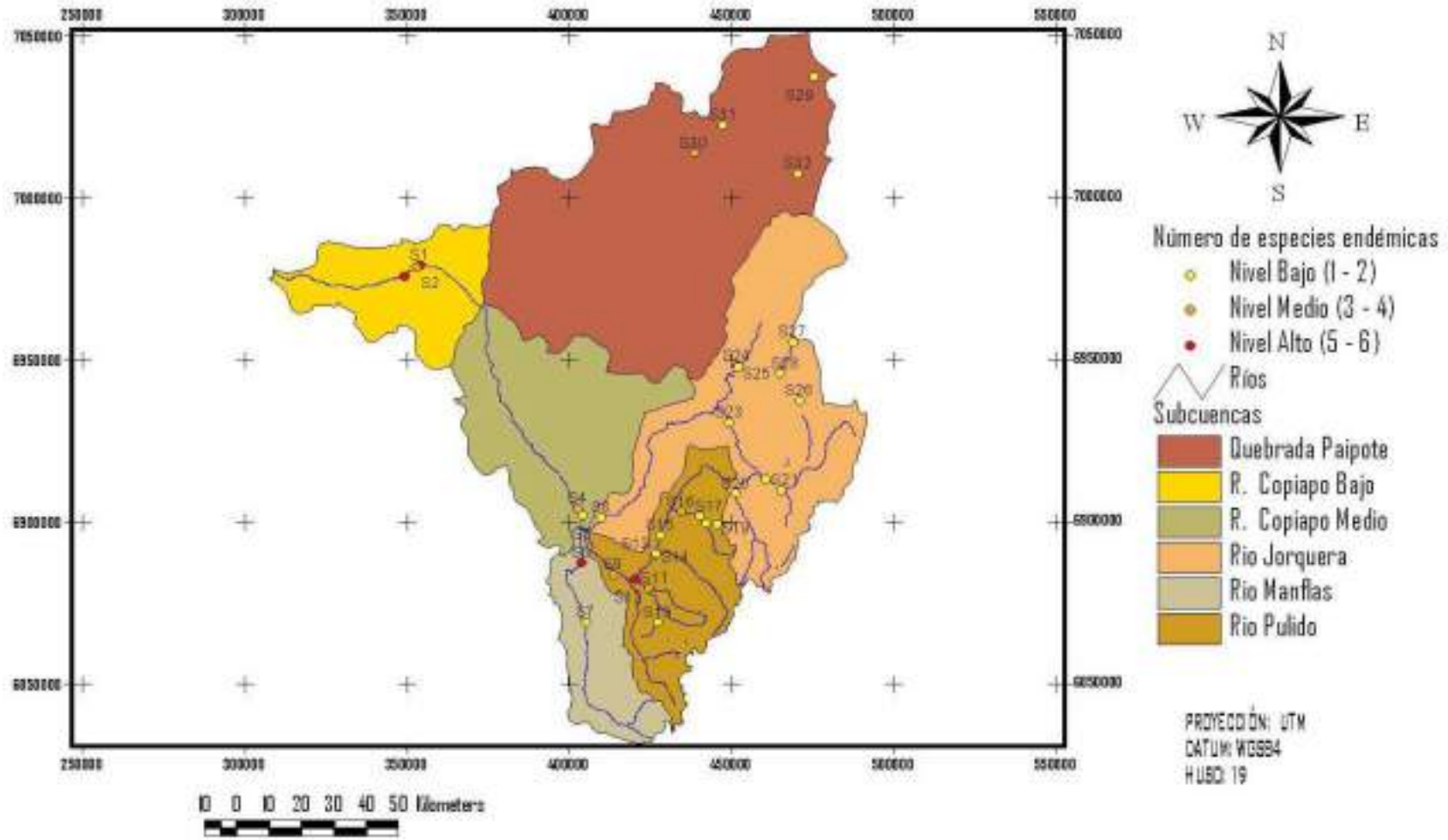


Figura 30. Número de especies endémicas de vertebrados nativos de las subcuencas del Río Copiapó.

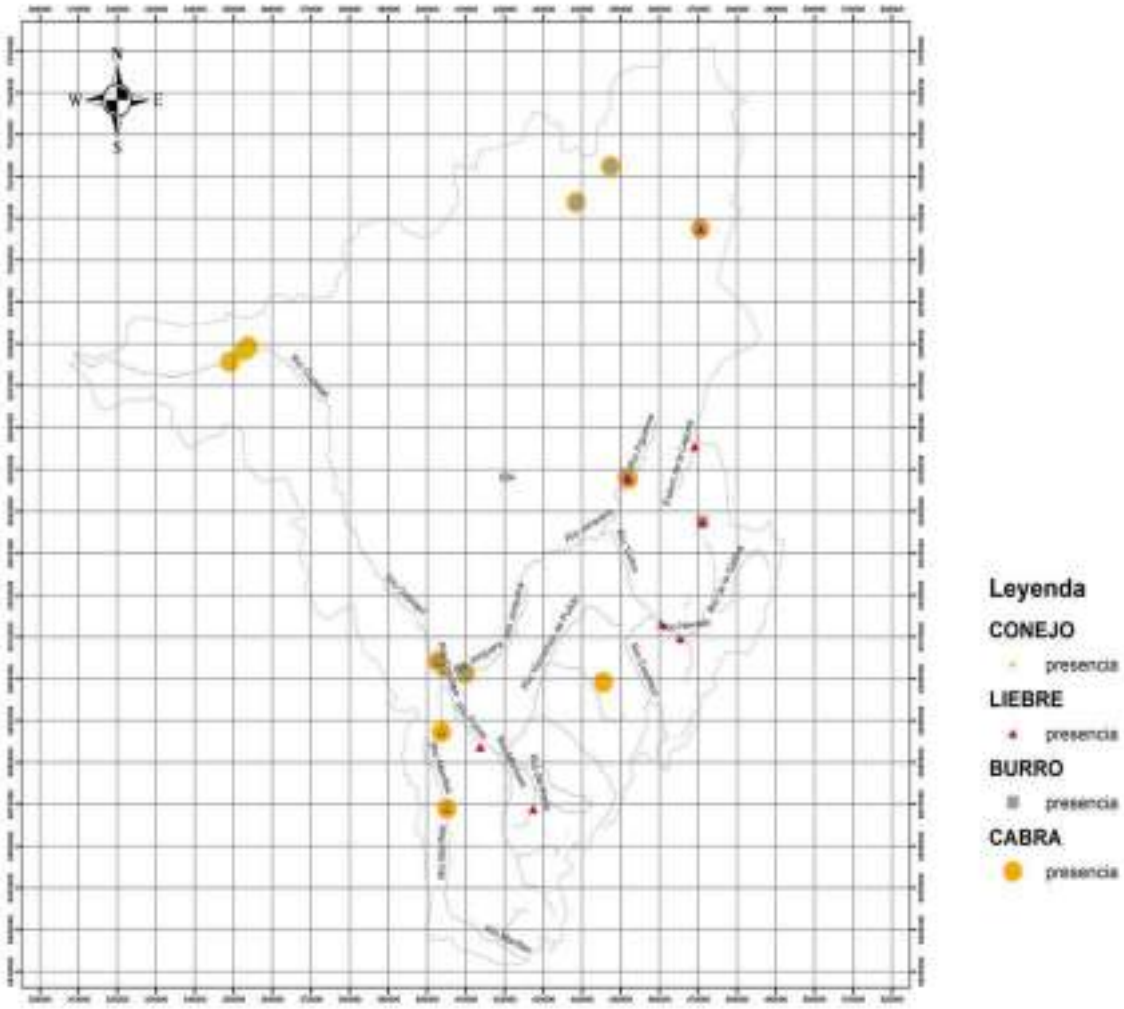


Figura 31. Distribución de vertebrados exóticos en la cuenca del Río Copiapó.

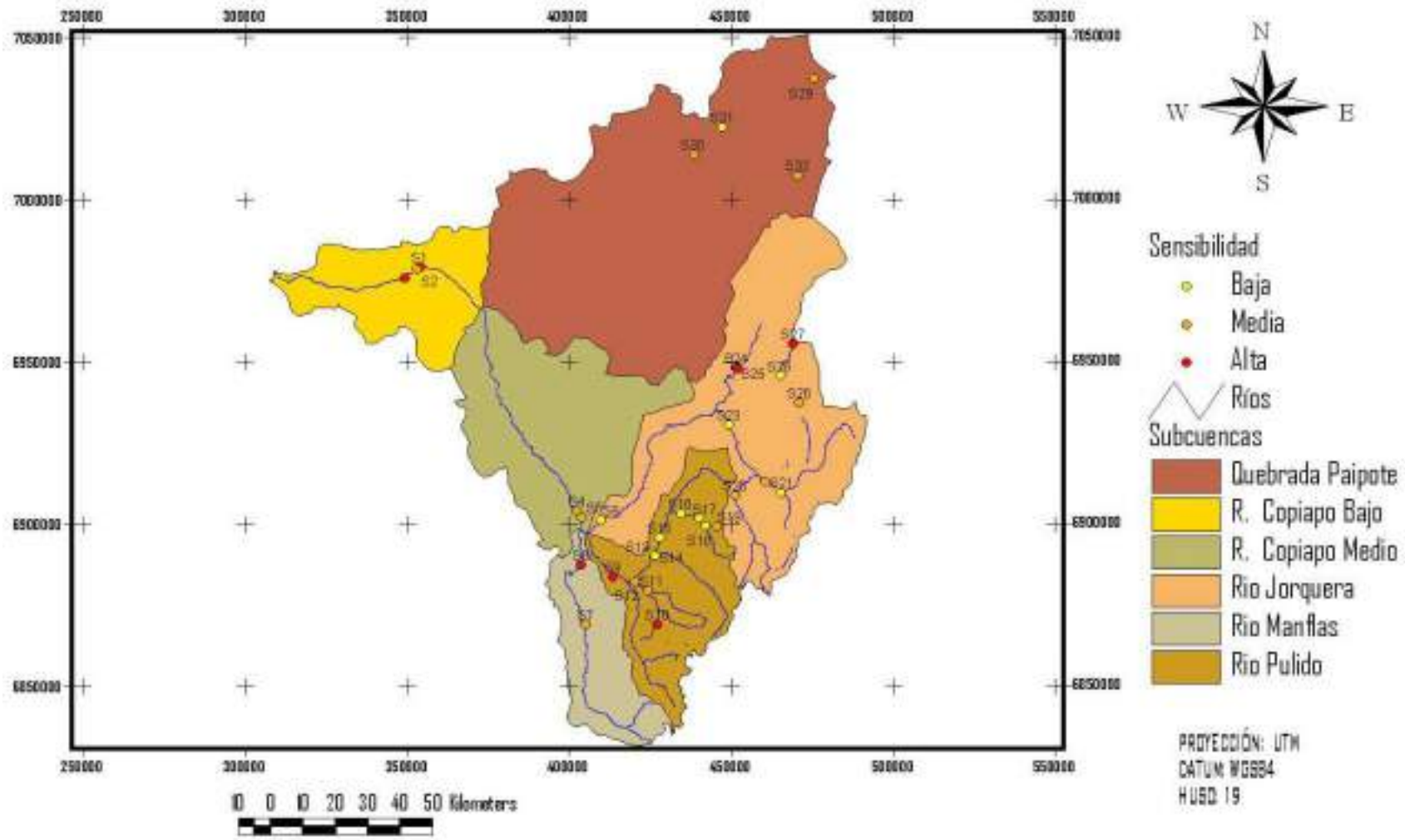


Figura 32. Sensibilidad ambiental de vertebrados de la cuenca del Copiapó.

3.2.1.3.4. Prioridades Ambientales

Con el objetivo de sintetizar la información generada, se procedió a definir prioridades ambientales (síntesis de la sensibilidad ambiental y el impacto ambiental), con el objetivo de orientar los esfuerzos en la gestión ambiental. El análisis de las prioridades ambientales por fauna se entrega en la Figura 33. Cabe consignar que el análisis se realizó para puntos de muestreos (32 sitios), los que fueron extrapolados a áreas (polígonos) con el objetivo de pensar en las prioridades ambientales como protección de cuencas o microcuencas, para ello los puntos de muestreos fueron extrapolados según criterio de experto (de acuerdo a lo observado durante el recorrido por la cuenca), criterio de altitud y formaciones vegetacionales. De acuerdo al análisis se puede señalar que:

- La subcuenca del Copiapó Bajo es de alta prioridad (en especial bosques de Chañares) y debido a los fuertes grados de perturbación antrópica (agricultura, urbanización, desecación) se requiere de medidas ambientales de protección y reparación (e.g. evaluación del estado de los chañares, medidas de restauración del río, riego, reforestación, incorporación de las comunidades Coyas en las estrategias de protección; reconversión en prácticas agrícolas y uso del agua).
- La subcuenca del Copiapó Medio es de baja prioridad debido a la fuerte transformación del uso por actividades agrícolas y mineras. Sí destaca el tranque artificial Lautaro por su función de hábitat para aves acuáticas. Se sugiere la protección del tranque como humedal para aves acuáticas.
- La subcuenca de Manflas es de alta prioridad, se requiere acciones de protección (e.g. área protegida, planes de manejo, generación de inventarios de flora y fauna, analisis de biodiversidad).
- En la subcuenca de Pulido destacan dos área; sector Montosa y Vega Río Cachito donde se requiere de acciones de protección (e.g. protección de áreas, planes de manejo, generación de inventarios de flora y fauna, control de ganadería).
- En la subcuenca del Jorquera destacan los sectores de Río Figueroa que requiere de acciones de protección (e.g. protección de sitios, protección y monitoreo de la vega, planes de manejo) y sector la Guanaca en Mina Refugio que requiere de acciones de protección debido a posibles impactos mineros (e.g. protección de vega, seguimiento de especies banderas como el guanaco y reptiles).
- En la subcuenca de Paipote la prioridad es media (de acuerdo a la fauna observada), donde se requiere de acciones de restauración de la vega fundamentalmente, como es el caso de Vega San Andrés la que es cruzada por la ruta internacional vía Salar de Maricunga.

De acuerdo al criterio de experto, se corrigieron los siguientes sitios:

- Quebrada Las Guanacas y Mina Refugio, de media prioridad ambiental a alta prioridad ya que se encuentra en un sector minero (no identificado en carta de impacto humano).
- Vegas Pircas Coloradas, Río Cachitos y Río Turbio, de media prioridad ambiental a alta prioridad ya que son sitios con una alta actividad ganadera (no bien representada en carta de impacto humano, por escala de trabajo).

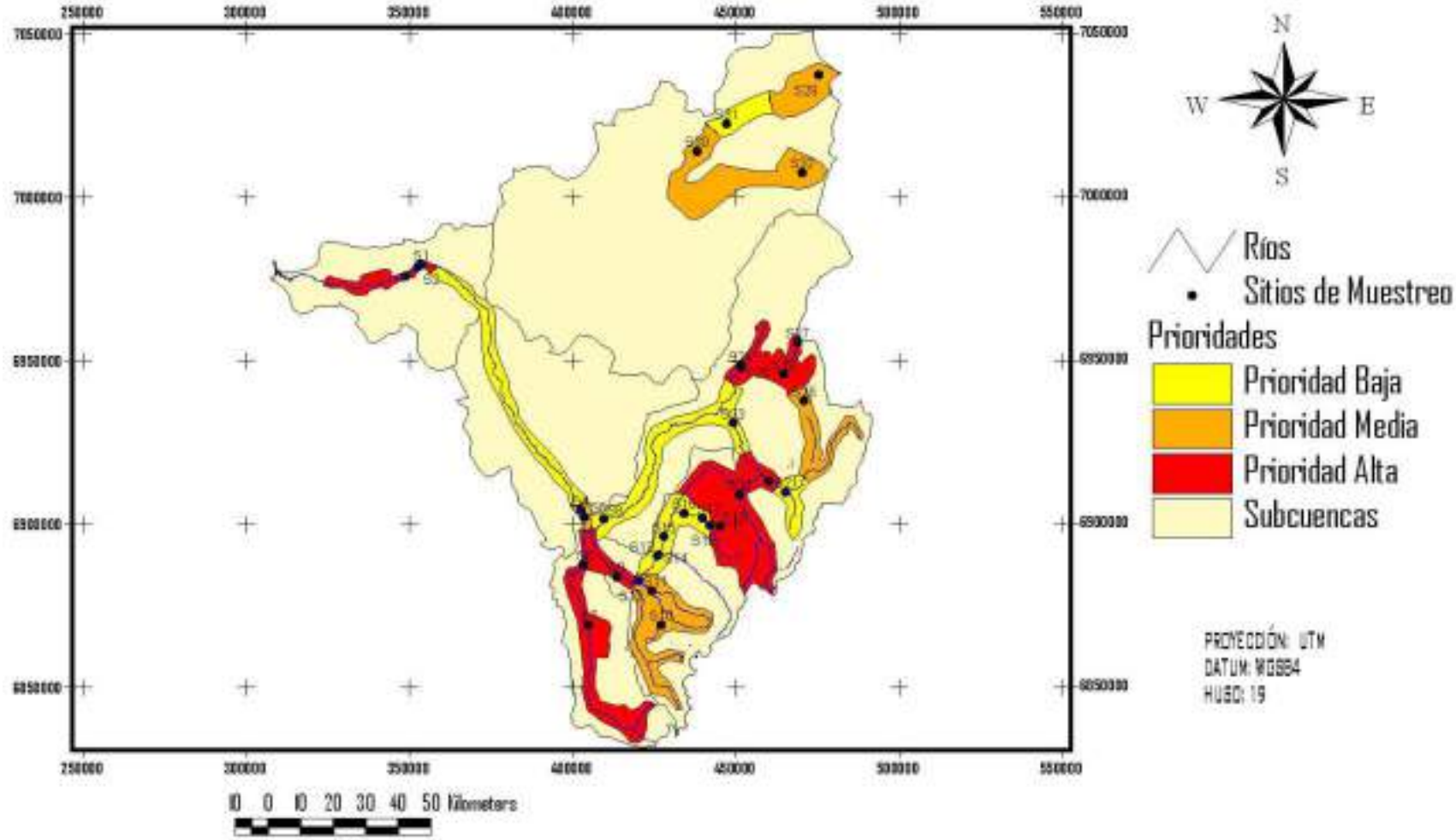


Figura 33 Prioridades ambientales para la cuenca del Río Copiapó.

3.2.2. Humedal de la desembocadura del Río Copiapó

3.2.2.1. Unidades de Fauna

Se establecieron tres unidades de fauna generales (Figura 34) para los cuales se tomó como base la clasificación vegetacional realizada por el equipo de flora y vegetación en el marco de este proyecto. A continuación se presenta una breve descripción de éstas:

- Fauna asociada a Totorales y Cuerpos de Agua: esta unidad de fauna corresponde a animales cuyo hábitat principal corresponde a vegetación dominada por totoras (*Typha angustifolia*), en los cuerpos de agua dulce y/o en las lagunas esporádicas que se forman en las salinas, ya sea porque su alimento principal se encuentra en estos sitios, porque se reproducen en éstos o los utilizan como lugares de descanso. En la Figura 34 esta unidad aparece representadas por dos sub unidades: por Totorales y por Cuerpos de Agua. En ella es posible encontrar representantes de peces como la lisa (Mugilidae), especies de aves como el siete colores (Tyrannidae), churrete y trabajador (Furnaridae), patos (Anatidae), huairavo y garzas (Ardeidae), piden y taguas (Rallidae), blanquillo y picurio (Podicipedidae), entre otros.

- Fauna asociada a Dunas y Playa: esta unidad de fauna corresponde a animales que habitan en zonas con vegetación dunaria o carentes de vegetación (como lo son las playas de arena). Está compuesta por numerosas especies que habitan, se reproducen y/o se alimenta en las dunas y playas. De las aves destacan: chorlos (Charadriidae), gaviotas y gaviotines (Laridae) playeros y zarapito (Scolopacidae), entre otros.

- Fauna asociada a Vegetación de Borde: esta unidad de fauna corresponde a animales que habitan en las zonas arbustivas del área de estudio. Esta unidad de fauna contiene las formaciones vegetacionales dominadas por *Sarcocornia fruticosa* y *Tessaria absinthioides*, incluyéndose también bosquetes de *Geoffroea decorticans* y *Prosopis chilensis.* Está compuesta por numerosas especies que habitan y se alimenta en estos arbustos, de los mamíferos destacan los zorros (Canidae), de las aves el canastero común (Furnaridae), cometocino de gay y platero (Emberizidae), de los reptiles las culebras (Culebridae), iguana chilena (Teiidae), entre otros.

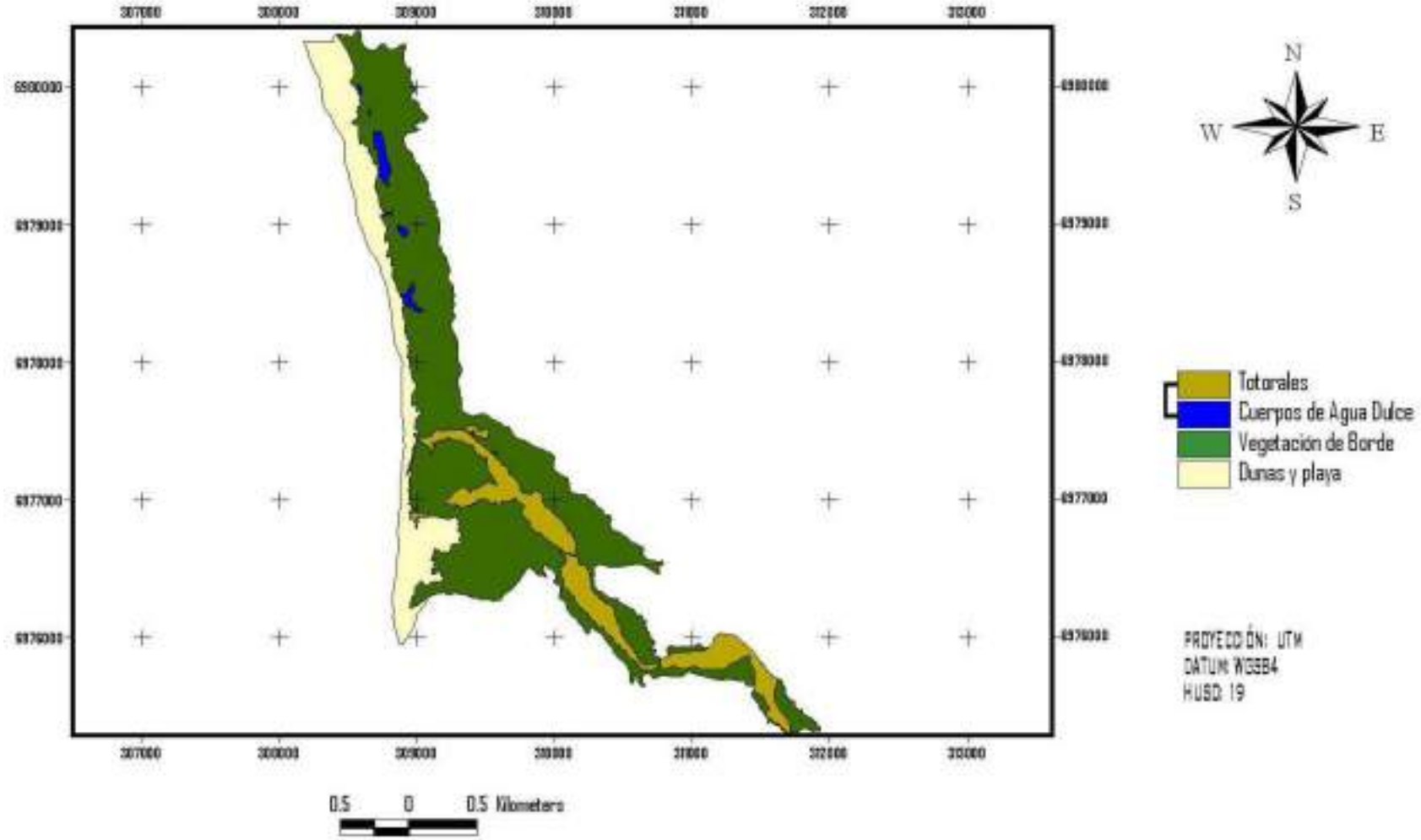


Figura 34. Unidades de fauna presentes en el humedal del estuario de la desembocadura del río Copiapó.

3.2.2.2. Riqueza de Especies y Estados de Conservación

Se reporta un total de 100 especies de vertebrados pertenecientes a cuatro Clases: Peces (Actinopterigii), Reptiles, Aves y Mamíferos, los cuales se detallan en la Tabla 38. No se detectó la presencia de Anfibios.

Las unidades de fauna Dunas-Playas y Totoral-Cuerpos de Agua Dulce presentaron cantidades de especies similares, mientras que la unidad Vegetación de Borde fue la unidad con mayor número de especies. A continuación se detalla la composición de la riqueza de especies de vertebrados presentes en el humedal.

Tabla 38. Especies de vertebrados de cada Clase presentes en las tres unidades de fauna del humedal de la desembocadura del Río Copiapó

Clase	Nº total de Especies	Unidades de Fauna		
		D y P	T y CA	VB
PECES	1	-	1	-
ANFIBIOS	0	-	-	-
REPTILES	6	2	-	6
AVES	82	43	48	46
MAMÍFEROS	11	4	-	10
Total	100	49	49	62

D y P= Dunas y Playa, T y CA= Totoral y Cuerpos de Agua, VB= Vegetación de Borde

De los peces solamente se encontró la lisa (*Mugil cephalus*) la cual se encuentra clasificada como fuera de peligro por Habit *et al*. (2006) y bajo menor preocupación por IUCN (2006).

Se encontró un total de 6 especies de reptiles pertenecientes a 3 familias, las cuales son todas de origen nativo (Tabla 39). De las especies encontradas es destacable que tres especies se encuentran en estado de conservación vulnerable, mientras que las otras tres están catalogadas como raras.

Tabla 39. Estado de conservación de los reptiles presentes en las tres unidades de fauna del humedal de la desembocadura del Río Copiapó*.

Nombre común	Nombre científico	Estados de Conservación SAG**				Unidades de Fauna		
		B	S	E	EC	D y P	T y CA	VB
COLUBRIDAE								
Culebra de cola larga	Philodryas chamissonis	B		E	R			X
Culebra de cola corta	Tachymenis chilensis	B		E	V			X
TEIIDAE								
Iguana chilena	Callopistes palluma		S	E	V			X
TROPIDURIDAE								
Lagartija de dos manchas	Liolaemus bisignatus		S	E	R	X		X
Lagartija de Plate	Liolaemus platei			E	R	X		X
Corredor de Atacama	Microlophus atacamensis		S	E	V			X

* D y P= Dunas y Playa, T y CA= Totoral y Cuerpos de Agua, VB= Vegetación de Borde

** Criterios Ley de Caza 19.473: B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria; S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas; E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales; EC= Estado de conservación, puede ser: P= En Peligro de Extinción, V= Vulnerables, R= Raras, I= Inadecuadamente conocida, F= Fuera de Peligro

La Clase Aves se encontró representada por 82 especies, pertenecientes a 26 familias (Tabla 40), siendo el grupo de vertebrados con más especies. Todas corresponden a especies de origen nativo.

Según las clasificaciones de la UICN sólo 3 especies están catalogadas bajo amenaza cercana (NT) (pelícano, guanay y gaviotín monja) y todo el resto se considera de menor preocupación (LC). Mientras que según la clasificación del SAG, para la zona norte, hay una especie catalogada en peligro (bandurria), 3 especies vulnerables (guanay, gaviota garuma y gaviotín monja), 2 especies son raras (pato gargantillo y perdicita cojón) y una inadecuadamente conocida (Nuco).

Tabla 40. Estado de conservación de las aves presentes en las tres unidades de fauna del humedal de la desembocadura del Río Copiapó

Nombre común	Nombre científico	Estados de conservación					Unidades de Fauna		
		SAG				IUCN			
		B	S	E	EC		D y P	T y CA	VB
PODICIPEDIDAE									
Blanquillo	*Podiceps occipitalis*			E		LC		X	
Picurio	*Podilymbus podiceps*		S	E		LC		X	
Huala	*Podiceps major*			E					
PELECANIDAE									
Pelícano	*Pelecanus thagus*	B		E		NT	X	X	
PHALACROCORACIDAE									
Yeco	*Phalacrocorax brasilianus*				CAC	LC	X	X	
Guanay	*Phalacrocorax bougainvillii*	B			V	NT	X		
CATHARTIDAE									
Jote de cabeza negra	*Coragyps atratus*					LC	X	X	X
Jote de cabeza colorada	*Cathartes aura*	B				LC	X	X	X
ARDEIDAE									
Garza grande	*Casmerodius albus*	B				LC		X	
Garza chica	*Egretta thula*	B				LC		X	
Garza boyera	*Bubulcus ibis*	B				LC		X	X
Huairavo	*Nycticorax nycticorax*			E		LC		X	X
THRESKIORNITIDAE									
Bandurria	*Theristicus melanopis*	B			P	LC	X	X	X
ANSERIDAE									
Pato real	*Anas sibilatrix*					LC		X	X
Pato jergón grande	*Anas georgica*					LC		X	X
Pato jergón chico	*Anas flavirostris*					LC		X	X
Pato colorado	*Anas cyanoptera*					LC		X	X
Pato gargantillo	*Anas bahamensis*		S		R	LC		X	X
ACCIPITRIDAE									
Vari	*Circus cinereus*	B		E		LC	X	X	X
Aguilucho	*Buteo polyosoma*	B		E		LC	X	X	X
FALCONIDAE									
Carancho cordillerano	*Phalcoboenus megalopterus*	B		E		LC			X
Traro	*Caracara plancus*					LC	X		X
Tiuque	*Milvago chimango*	B		E		LC	X		X
Cernícalo	*Falco sparverius*	B		E		LC			X

Tabla 40. Estado de conservación de las aves presentes en las tres unidades de fauna del humedal de la desembocadura del Río Copiapó (Continuación).

RALLIDAE									
Pidén	*Pardirallus sanguinolentus*	B				LC		X	
Tagüita del norte	*Gallinula chloropus*		S			LC		X	
Tagua	*Fulica armillata*					LC		X	
Tagua chica	*Fulica leucoptera*					LC		X	
Tagua de frente roja	*Fulica rufifrons*		S			LC		X	
CHARADRIIDAE									
Queltehue	*Vanellus chilensis*	B		E		LC			X
Chorlo ártico	*Pluvialis squatarola*	B	S			LC	X		
Chorlo nevado	*Charadrius alexandrinus*	B	S			LC	X		
HAEMATOPODIDAE									
Pilpilén	*Haematopus palliatus*			E		LC	X		
Pilpilén negro	*Haematopus ater*		S	E		LC	X		
SCOLOPACIDAE									
Pitotoy grande	*Tringa melanoleuca*	B	S			LC	X	X	
Pitotoy chico	*Tringa flavipes*	B	S			LC	X	X	
Zarapito	*Numenius phaeopus*	B				LC	X	X	
Playero vuelvepiedras	*Arenaria interpres*	B	S			LC	X		
Playero blanco	*Calidris alba*	B				LC	X		
Playero de Baird	*Calidris bairdii*	B				LC	X	X	
THINOCORIDAE									
Perdicita cojón	*Thinocorus orbignyianus*		S		R	LC	X		X
LARIDAE									
Gaviota garuma	*Larus modestus*		S		V	LC	X	X	
Gaviota peruana	*Larus belcheri*		S			LC	X	X	
Gaviota dominicana	*Larus dominicanus*			E		LC	X	X	
Gaviota de Franklin	*Larus pipixcan*	B				LC	X	X	
Gaviotín sudamericano	*Sterna hirundinacea*		S			LC	X	X	
Gaviotín boreal	*Sterna hirundo*		S			LC	X	X	
Gaviotín monja	*Larosterna inca*		S		V	NT	X	X	
RYNCHOPIDAE									
Rayador	*Rynchops niger*		S			LC	X	X	
COLUMBIDAE									
Tortolita cuyana	*Columbina picui*			E		LC			X
Tórtola	*Zenaida auriculata*					LC			X
STRIGIDAE									
Pequén	*Athene cunicularia*	B		E		LC	X		X
Nuco	*Asio flammeus*	B		E	I	LC			X
TROCHILIDAE									
Picaflor del norte	*Rhodopis vesper*	B	S	E		LC			X
FURNARIIDAE									
Minero	*Geositta cunicularia*	B				LC	X		X
Minero chico	*Geositta maritima*	B				LC	X		X
Minero grande	*Geositta isabellina*	B				LC			X
Bandurrilla	*Upucerthia dumetaria*	B	S			LC	X		X
Churrete acanelado	*Cinclodes fuscus*	B				LC		X	X
Churrete chico	*Cinclodes oustaleti*	B				LC		X	X
Tijeral	*Leptasthenura aegithaloides*	B				LC			X

Tabla 40. Estado de conservación de las aves presentes en las tres unidades de fauna del humedal de la desembocadura del Río Copiapó (Continuación).

Canastero	*Asthenes humícola*	B				LC			X
Trabajador	*Phleocryptes melanops*	B				LC		X	
TYRANNIDAE									
Mero gaucho	*Agriornis montana*		E			LC	X		X
Dormilona de nuca rojiza	*Muscisaxicola rufivertex*	B		E		LC	X	X	X
Dormilona tontita	*Muscisaxicola macloviana*	B		E		LC	X	X	X
Colegial	*Lessonia rufa*	B		E		LC	X	X	
Colegial del norte	*Lessonia oreas*	B		E		LC	X	X	
Siete-colores	*Tachuris rubrigastra*	B		E		LC		X	
Cachudito	*Anairetes parulus*	B		E		LC			X
HIRUNDINIDAE									
Golondrina chilena	*Tachycineta meyeni*	B		E		LC	X	X	X
Golondrina de dorso negro	*Pygochelidon cyanoleuca*	B		E		LC	X	X	X
Golondrina bermeja	*Hirundo rustica*	B	S	E		LC	X	X	X
TROGLODITIDAE									
Chercán	*Troglodytes aedon*	B		E		LC			X
Chercán de las vegas	*Cistothorus platensis*	B	S	E		LC		X	X
MOTACILLIDAE									
Bailarín chico	*Anthus correndera*	B	S	E		LC	X		X
EMBERIZIDAE									
Chirihue	*Sicalis luteola*					LC			X
Chincol	*Zonotrichia capensis*	B				LC	X		X
Cometocino de Gay	*Phrygilus gayi*			E		LC			X
Platero	*Phrygilus alaudinus*		S			LC			X
Diuca	*Diuca diuca*					LC			X
ICTERIDAE									
Trile	*Agelaius thilius*	B				LC		X	

D y P= Dunas y Playa, T y CA= Totoral y Cuerpos de Agua, VB= Vegetación de Borde
Criterios Ley de Caza 19.473:
B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria
S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas
E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales
EC= Estado de conservación, puede ser: P= En Peligro de Extinción, V= Vulnerables, R= Raras, I= Inadecuadamente conocida, F= Fuera de Peligro
NT= Amenaza cercana, LC= Menor preocupación

Se encontró un total de 11 especies de mamíferos pertenecientes a 8 familias (Tabla 41), de las cuales 3 corresponden a especies de origen exótico. Según las clasificaciones de la UICN todas las especies de mamíferos encontradas en el área del humedal están consideradas como de menor preocupación (LC). Mientras que según la clasificación del SAG, para la zona norte, hay una especie catalogada en peligro de extinción (guanaco), 1 especie es rara (llaca) y 2 inadecuadamente conocidas (zorro culpeo y zorro Chilla). No obstante la presencia de guanaco (Lama ganicoe) correspondería a individuos que transitan esporádicamente por la zona y no existen evidencias de un uso habitual.

Tabla 41. Estado de conservación de los mamíferos presentes en los tres hábitats del humedal de la desembocadura del Río Copiapó.

Nombre común	Nombre científico	Estados de Conservación					Unidades de Fauna		
		SAG				IUCN			
		B	S	E	EC		D y P	T y CA	VB
CAMELIDAE									
Guanaco	*Lama ganicoe*		S		P	LC			X
BOVIDAE									
Cabra	*Capra sp.*				Exótica				X
CANIDAE									
Zorro culpeo	*Pseudalopex culpaeus*			E	I	LC	X		X
Zorro chilla	*Pseudalopex griseus*			E	I	LC	X		X
DIDELPHIDAE									
Llaca	*Thylamys elegans*	B		E	R	LC			X
LEPORIDAE									
Liebre	*Lepus capensis*				Exótica		X		X
CRICETIDAE									
Laucha olivácea	*Abrothrix olivaceus*					LC			X
Ratón colilarga	*Oligoryzomys longicaudatus*					LC			X
Ratón orejudo de Darwin	*Phyllotis darwini*					LC			X
MURIDAE									
Laucha	*Mus musculus*				Exótica				X
Lobo de mar	*Otaria flavecens*						X		

D y P= Dunas y Playa, T y CA= Totoral y Cuerpos de Agua, VB= Vegetación de Borde
Criterios Ley de Caza 19.473:
B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria
S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas
E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales
EC= Estado de conservación, puede ser: P= En Peligro de Extinción, V= Vulnerables, R= Raras, I= Inadecuadamente conocida, F= Fuera de Peligro
NT= Amenaza cercana, LC= Menor preocupación

3.2.2.3. Situación geográfica e importancia del humedal para la fauna vertebrada

El humedal de la desembocadura del Río Copiapó representa una situación azonal, debido a su ubicación en uno de los desiertos más áridos del mundo, lo cual le otorga características de isla de biodiversidad, resultando muy vulnerable frente a especies invasoras. Hacia el norte del Copiapó el próximo corresponde a la desembocadura del Río Loa (altamente degradado y ubicado a 650 km del sitio). Hacia el sur del Copiapó (Chile central), específicamente a partir del humedal de Carrizal Bajo (a unos 90 km del sitio) y de la desembocadura del Río Huasco (a unos 130 km del sitio), la red de zonas húmedas es mayor, aunque con un alto grado de perturbación por la mayor ocupación humana del territorio (por ejemplo humedales costeros de Región de Coquimbo).

Esta situación dentro del desierto de Atacama, representa una ubicación estratégica desde el punto de vista de las especies migratorias. En el humedal es posible encontrar al menos 15 especies migratorias, representantes de 7 Familias, durante las distintas estaciones del año (Tabla 42), cantidad que debiera aumentar si es que se realizan estudios específicos en la escala temporal.

Tabla 42. Aves migratorias presentes en el humedal de la desembocadura del Río Copiapó

Nombre común	Nombre científico
ANSERIDAE	
Pato gargantillo	*Anas bahamensis*
CHARADRIIDAE	
Chorlo ártico	*Pluvialis squatarola*
SCOLOPACIDAE	
Pitotoy grande	*Tringa melanoleuca*
Pitotoy chico	*Tringa flavipes*
Zarapito	*Numenius phaeopus*
Playero vuelvepiedras	*Arenaria interpres*
Playero blanco	*Calidris alba*
Playero de Baird	*Calidris bairdii*
LARIDAE	
Gaviota de Franklin	*Larus pipixcan*
Gaviotín boreal	*Sterna hirundo*
RYNCHOPIDAE	
Rayador	*Rynchops niger*
TYRANNIDAE	
Dormilona de nuca rojiza	*Muscisaxicola rifivertex*
Dormilona tontita	*Muscisaxicola macloviana*
HIRUNDINIDAE	
Golondrina de dorso negro	*Pygochelidon cyanoleuca*
Golondrina bermeja	*Hirundo rustica*

Dada la alta singularidad de los humedales costeros de la región de Atacama (son pocos y se insertan en un área desértica) y su grado de amenaza, una estrategia novedosa sería incorporarlos como una red de humedales de Atacama, formada por la desembocadura del Copiapó, Humedal de Carrizal Bajo y Desembocadura del Huasco. Sin duda en su conjunto se genera una situación de mayor relevancia en torno a los criterios considerados para la definición de las IBAs (García & Díaz 2007). En el caso de la desembocadura del Huasco se cuenta con información de biodiversidad de aves (Olivares 2005) y en el caso de Carrizal Bajo habría que consultar antecedentes a CONAF dado el carácter de Parque Nacional del área de Llanos de Challe donde se inserta el humedal.

3.2.3. Análisis Bacteriológico de las aguas

Los resultados de las muestras de agua se presentan en la Tabla 43. Los requisitos bacteriológicos de la Norma Chilena Nº 1333 son: El contenido de coliformes fecales en agua de riego destinadas al cultivo de verduras y frutas que se desarrollan a ras de suelo y que habitualmente se consumen en estado crudo, debe ser menor o igual a 1000 coliformes fecales cada 100 ml. De lo cual se deduce que el Río Copiapó, a la altura de la desembocadura contiene mayor cantidad de coliformes fecales de los permitidos por dicha norma. Esto debido probablemente al uso recreativo que se hace de las pequeñas lagunas que se forman en el humedal, lo cual genera además que exista una gran cantidad de basura acumulada en ese sector.

Tabla 43. Coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* presentes en las estaciones de muestreo de agua del humedal de la desembocadura del Río Copiapó

Nombre de la Estación	Coliformes totales	Coliformes Fecales	Escherichia coli
Río en el Puente	$1{,}3 \times 10^5$	$2{,}2 \times 10^2$	$2{,}2 \times 10^2$
Río en la desembocadura	$1{,}3 \times 10^4$	$3{,}0 \times 10^3$	$3{,}0 \times 10^3$
Laguna Grande	< 2	< 2	< 2

Límite de Detección, Técnica Número Mas Probable: NMP/100ml = 2 ; NMP/ 100ml = < 2 (significa ausencia)

Niveles altos de coliformes fecales no representan necesariamente un problema directo mayor para la fauna acuática. De hecho, en algunos casos la cantidad de aves acuáticas se relaciona positivamente con la cantidad de coliformes (Hoyer et al. 2006), probablemente porque esta variable se asocia, a su vez, a los niveles de eutroficación de los humedales. Un ejemplo de esa situación en Chile es el tranque de tratamiento de aguas servidas La Cadellada en la Región Metropolitana, que posee un alta diversidad de especies de aves (Aguirre 1994).

Sin embargo, de manera indirecta, la eutroficación a la que se asocia el alto recuentro de coliformes, puede dar lugar a problemas ecosistémicos o episodios de enfermedades como botulismo.

Por otro lado, el hecho de que las aves acuáticas tienen el potencial de diseminar patógenos (Graczyk et al. 2008), hace que situaciones como la del humedal del río Copiapó representen un desafío mayor de manejo, ya que la contaminación no sólo está confinada a un área reducida sino que se está exportando a áreas vecinas. Esto implica que en áreas de concentración de aves acuáticas es mayor la necesidad de mantener un ambiente libre de contaminación.

3.2.4. Estado de Conservación del Humedal

3.2.4.1. Invasiones Biológicas

De las 99 especies de vertebrados presentes en el área de estudio, sólo 3 especies de mamíferos son de origen exótico (cabra, liebre y laucha). La mayoría de las introducciones de animales han sido negativas para la biodiversidad. En terrenos insulares o aislados como Chile, la probabilidad de éxito que tienen las especies introducidas son altas por su carácter de especies generalistas y por lo general comensales del hombre (Muñoz & Yañez 2000). Sin embargo, no se evidenció una situación grave producida por la invasión biológica de alguna de estas especies, aunque llama la atención la alta frecuencia en que fue encontrada la liebre, especie ampliamente distribuida en la cuenca (Figura 31) (se detectó también en el altiplano de la región).

Gran parte de los individuos de lauchas (*Mus musculus*) fueron encontrados en las cercanías de viviendas de personas que se dedican a la crianza de ganado caprino. Aunque no se evidenció sobrepastoreo, las cabras (*Caprus sp.*) podrían convertirse en una seria amenaza para el humedal, ya que en altas densidades pueden ser muy dañinas para la vegetación que cubre la superficie y responsables en gran medida de la erosión (Peralta, 1975).

3.3. Paisaje Turístico

Desde el punto de vista paisajístico y de atractivos turísticos, existen en la cuenca cuatro atractivos focales: el humedal de la desembocadura, el sector del río Figueroa, el río Manflas y el Parque Nacional Nevado Tres Cruces. Si bien es cierto que el último se encuentra en lo que es el comienzo del Altiplano chileno y por ende no está dentro de la cuenca hidrográfica, el Parque representa una gran oportunidad de desarrollo ecoturístico de la parte alta de la cuenca.

3.3.1. Atractivos Focales

Humedal de la Desembocadura del río Copiapó

El sector del humedal tiene una superficie aproximada de 300 ha desde el puente que va a Puerto Viejo. Es un sector de mucho contraste entre el sector bajo y húmedo, y los sectores de laderas que son secos y con escasa vegetación. Se combinan varios elementos paisajísticos interesantes (Figura 35), como sectores con árboles (principalmente chañares y algunos algarrobos), sectores abiertos donde domina la brea, el sector húmedo del totoral , las dunas, las salinas del sector norte y las terrazas en los bordes de la caja del río.

Este sector está siendo utilizado por turistas que llegan por los caminos habilitados en el sector de las lagunas, lo cual ha generado una gran acumulación de basuras (Figura 35). Se verificó también el ingreso de vehículos doble tracción a las dunas para acceder a la playa.

La desembocadura es interesante también como punto de observación de la fauna (ver sección 3.2.2 en este informe) ya que es posible observar gran cantidad de aves, principalmente en los sectores de las lagunas y las salinas. Las aves más llamativas que se pueden observar son patos gargantillos y en la playa los pelícanos, gaviotas garuma y rayadores.

Es importante hacer notar que en el sector se encontró un letrero de la Secretaría Regional Ministerial de Bienes Nacionales que indica el valor del lugar como patrimonio para futuras generaciones (ver registro fotográfico digital). Sin embargo no existe al parecer ninguna regulación del uso que el público pueda hacer de este sector.

Río Figueroa

El sector del río Figueroa (sitios 24 y 25 en Figura 33), está ubicado en la cuenca del río Jorquera y destaca como un lugar singular debido al flujo lento del agua, lo que genera un habitat propicio para las aves (Figura 36). En los sectores rocosos de las laderas abruptas es posible observar vizcachas y en los sectores bajos gran cantidad de aves, entre las que destacan el piuquén, pato jergón chico, pato juarjual y la dormilona.

Este sector tiene una alta naturalidad y se encuentra protegido por lo difícil del acceso. Sin embargo existe en el lugar una exploración minera en curso, por lo cual se debiera poner atención a su conservación y estudio de su posible uso como atractivo ecoturístico.

Río Manflas

El sector del río Manflas se enuentra en el extremo sur de la cuenca, es de propiedad privada (Hacienda Manflas), y solo se puede acceder a caballo, ya que no existen caminos habilitados para vehículos (Figura 37). El hecho de encontrarse en el extremo sur hace que la precipitación anual sea de las más altas entre las subcuencas (Tabla 1). El trazado del Sendero de Chile pasa por este sector de norte a sur.

Parque Nacional Nevado Tres Cruces

Dentro del Parque se encuentran dos sectores interesantes como atractivos, que son la laguna Santa Rosa en el Salar de Maricunga (Figura 38), y la laguna del Negro Francisco. Estos se complementan con la laguna verde (4200 m), el cerro Tres Cruces (6749 m) y el volcón Ojos del Salado para constituir una zona de gran potencial para el desarrollo de un turismo de interés especial. En ambos sectores del Parque es posible apreciar gran cantidad de fauna silvestre atractiva, como parinas (flamencos) y vicuñas, y ambos cuentan con refugios de CONAF.



Figura 35. Vistas de la desembocadura del río Copiapó.



Figura 36. Vistas del sector del río Figueroa.



Figura 37. Vista del sector del río Manflas.



Figura 38. Vista de la laguna Santa Rosa, en el Parque Nevado Tres Cruces. Se alcanza a apreciar el refugio de CONAF.

3.3.2. Atractivos secundarios

Los atractivos secundarios son principalmente sectores de remanentes de especies arbóreas nativas, las cuales se encuentran en una cobertura muy baja con respecto a lo que ocurría antes de la colonización española. Cabe recordar que la ciudad de Copiapó fue fundada con el nombre de San Francisco de la Selva. En el sector de Piedra Colgada se encuentra un remanente muy denso (Figura 39) el cual ha logrado subsistir gracias a la protección que el dueño de la propiedad (Comercial Agrícola Valle Piedra Colgada) ha decidido dar al lugar. Muy cercano al sector de bosque más denso, dentro de la misma propiedad, se encuentra un grupo de chañares de aproximadamente 10 m de altura (Figura 39).

Con menos densidad de árboles, pero muy interesante por la presencia de algarrobos de gran tamaño, es el sector de La Puerta (coordenadas 6.999.617 N y 435.202 O) (Figura 40). En el sector se encuentra intervención humada, con un tranque de acumulación que se usa para regar alfalfa.

Otro atractivo secundario es el sector de la Hacienda María Luisa (coordenadas 6.974.161 N y 324.180 O) (Figura 41), donde se encuentran remanentes de chañares en la caja del río. Lamentablemente el administrador de la hacienda no permitió al equipo técnico de este estudio visitar este sector.

Aparte de los remanentes de bosques, existen sectores muy atractivos en los Tramos Altos de la cuenca (sobre XX m), lo cual se pudo observar en los recorridos por los pasos entre Río Pulido-Río Cachitos y en Quebrada de Paipote-La Puerta (Figura 42). En estos sectores se encuentran comunidades de plantas que van variando con la altura desde árboles a arbustos y luego se observan vegas y bofedales. La diferente mineralogía de las montañas genera gran diversidad de colores, lo que contrasta con un cielo de azul intenso y los diferentes colores de la vegetación.

Un atractivo que no ha sido aprovechado es la existencia en la cuenca de gran cantidad de sitios arqueológicos y la presencia de comunidades Coya. Para estas últimas el desarrollo ecoturístico representaría una buena oportunidad de complementar sus ingresos.



Figura 39. Remanente de chañares en sector Piedra Colgada



Figura 40 Remanente de algarrobos y chañares en sector La Puerta



Figura 41 Remanente de chañares en sector Hacienda María Luisa.



Figura 42. Tramos altos de Río Pulido-Río Cachitos (arriba) y Quebrada Paipote-La Puerta (abajo).

3.3.3. Atractivos complementarios

No existe en la cuenca un desarrollo turístico importante, a pesar de encontrarse la capital regional dentro de ella. Solo en Copiapó es posible encontrar infraestructura hotelera desarrollada, la cual se encuentra bastante copada por la presencia de empresas mineras en el cuenca. Podría decirse que Puerto Viejo y especialmente Bahía Inglesa podrían permitir un desarrollo turístico en el sector de la desembocadura. De hecho el Servicio Nacional de Turismo destaca en su sitio web a la Región de Atacama como “costa y playas”, por lo cual un desarrollo ecoturístico debiera acoplarse a estos atractivos ya conocidos. En este sentido debieran habilitarse senderos, miradores y centros de interpretación que permitieran a los turistas apreciar la riqueza paisajística de la zona.

4. DISCUSIÓN Y RECOMENDACIONES

4.1 Relevancia Ambiental a Nivel de Cuenca

4.1.1. Flora y Vegetación

La cuenca del Río Copiapó corresponde a un ambiente altamente representativo de la vegetación precordillerana y alto-andina de la región de Atacama, con un buen estado de conservación. Esta vegetación se caracteriza por una marcada zonación altitudinal, en la cual las distintas asociaciones están claramente diferenciadas tanto por las especies dominantes que determinan fisonomías características, como por la flora acompañante.

La flora local detectada presenta una alta diversidad (188 esprecies) y una elevada singularidad en cada una de las asociaciones zonales (Figura 11) y azonales, lo cual determina un alto valor ambiental para cada una de ellas. Se debe tener presente que la temporada climática en la que se efectuó esta evaluación no permitió el establecimiento y desarrollo de un importante tipo de especies que dependen de un buen suministro de precipitaciones, por lo cual se estima que la diversidad de la cuenca debe ser aún mayor.

Interesante resulta la presencia del Matorral arborescente espinoso de algarrobo – churqui (*Prosopis chilensis-Acacia caven*), asociación vegetal característica de la región de los Bosques y matorrales espinosos de Chile centro norte (ambiente mediterráneo) y que en el Valle del río Copiapó encontraría actualmente su límite norte de distribución, al menos con una fisonomía característica, ya que en otros sectores de la región habría sido eliminada para plantaciones frutales o para extracción de combustible. Debido al carácter de especie vulnerable del algarrobo, el valor de esta asociación resulta aún mayor.

Del mismo modo, la asociación Matorral de retama (*Bulnesia chilensis*), se encuentra asociada a *Pintoa chilensis*, como dominante fisonómica, especie considerada con problemas de conservación, lo cual sumado al alto número de especies singulares (20), determina un alto valor ambiental al menos para el componente flora y vegetación en la región.

Respecto a los ambientes azonales, tanto los matorrales hídricos como las vegas y humedales de altura, representan zonas características en donde se interrumpen las condiciones ambientales generales del área, de una marcada aridez y temperaturas extremas, y en los cuales es posible encontrar vegetación y flora característica, que además permite el ensamble con comunidades faunísticas, principalmente por su aporte de alimentación y condiciones de hábitat, determinando sitios de elevado interés, principalmente por el manejo que de ellos debe mantenerse para conservar toda el área. Se debe tener en cuenta que el aporte hídrico casi permanente que tienen estos sistemas es fundamental para su sustentabilidad y cualquier alteración del régimen hidrológico puede llevar a su degradación, como así mismo el pastoreo que de ellos realiza la fauna herbívora, silvestre y doméstica, la cual debe mantenerse en su nivel optimo ya que en caso contrario, tanto por sobrepastoreo como por subutilización, estos sistemas, especialmente las vegas, pueden degradarse y disminuir su productividad global.

4.1.2. Fauna

La biodiversidad ha sido definida por el Convenio sobre Diversidad Biológica (CBD), como la variabilidad entre los organismos vivientes, desde todas las fuentes incluyendo ecosistemas terrestres, marinos y dulceacuícolas. Además considera todos los complejos ecológicos de los cuales ellos son parte (diversidad dentro de especies, entre especies y ecosistemas) (CBD 1992). Por ello es importante considerar para la cuenca que la mera protección de especies es

insuficiente en un contexto global (caso de los bosques de chañar y las comunidades asociadas a ella). La pérdida de biodiversidad altera el funcionamiento de los ecosistemas haciéndolos más vulnerables a los impactos y alteraciones, menos resilientes, y menos capaces de suministrar los servicios necesarios a la humanidad.

En el presente trabajo el levantamiento de datos de terreno solo pudo ser desarrollado en el mes de Diciembre del año 2008. Sin embargo se prefirió usar información real más que bibliográfica, por las limitaciones de esta última (distribuciones gruesas de especies, carencia de criterios sobre los microhábitat, actualización de la información). En este contexto, de acuerdo a Teder *et al.* (2007), el modo de aproximarse al análisis de la biodiversidad es aún poco claro, siendo prioritario consensuarlos. Sí bien en países desarrollados es posible producir datos de alta complejidad, en general hay una carencia de información básica, de la que Chile no es la excepción.

Pereira y Cooper (2006) han sugerido focalizar los análisis de biodiversidad a dos niveles: taxa (debería proveer información acerca de la condición de los ecosistemas) y ecosistemas (debería proveer información del uso de la tierra), donde se deberían pesquisar las tendencias de los cambios. En el mismo sentido Teder *et al.* (2007) han propuesto: (1) crear un registro de taxa y ecosistemas (dentro de áreas de estudios) partiendo de niveles básicos como la ausencia-presencia, (2) generar información espacial sobre la distribución de taxa y ecosistemas y (3) caracterizar el estado de las taxa y ecosistemas. En este contexto se enfocó el presente reporte de vertebrados, dentro de una región relevante por ser un área de transición entre ambientes mediterráneos, desérticos y de altura.

La fauna vertebrada de la Región de Atacama destaca por diversos atributos como la presencia de especies amenazadas y presencia de endemismos (Figura 23), y diversos orígenes biogeográficos (mediterránea, altiplánica, norteña, ver sección 3.2.1.1). Sin embargo, en algunas taxa es bastante desconocida, en las cuales por ejemplo aún no están claros los límites de distribución de varias especies. En varios casos existen dudas taxonómicas: (como el roedor *Ctenomys* de las tierras altas, el roedor *Phillotis xantophigus vacarum* y su relación con el resto del genero, presencia de otras especies de roedores, estatus taxonómico del género *Bufo* dentro de los anfibios, en especial sectores de mayor altura como Montosa y Pulido, estatus taxonómico del genero de lagartos *Liolaemus.*

Un aspecto preocupante son los altos niveles de impactos antrópicos en la subcuenca del Copiapó Medio. Entre el Tranque Lautaro (748 msnm) y la desembocadura prácticamente no existe el río, lo cual se puede apreciar en la no existencia de humedales en este sector en la Figura 10. Cei (1962) describía la presencia de anfibios en el Rió Copiapó a la salida de la ciudad del mismo nombre; en Serranía Poblete miembros de la comunidad Coya señalan recordar la presencia de anfibios en el sector, cuando el río aún fluía.

Respecto a las áreas singulares para fauna, destaca la cuenca inferior del Copiapó, en los remanentes de bosques de Chañar, donde la sensibilidad fue alta por riqueza de especies y presencia de especies amenazadas y endémicas (Figura 23). Sin embargo, el alto grado de perturbación antrópica pone en serio peligro a estos ambientes, requiriéndose de medidas de restauración urgente las que incluso son de nivel ecosistémico pues por ejemplo los bosques de chañar del sector de la Comunidad Serranía Poblete se están secando al parecer por falta de agua en los niveles freáticos. En el caso de los sectores altos de la cuenca, las principales amenazas corresponden a la minería y a la ganadería extensiva que se realiza en gran parte de las vegas de altura. De los sitios que requieren medidas de protección orientadas a la conservación y preservación destacan los sectores de Río Montosa, Río Manflas, Río Figueroa, Río Cachitos y Quebrada Guanaca en Mina Refugio. En todas ellas sería aconsejable la realización de estudios específicos y el desarrollo de un análisis estratégico orientado a su incorporación en instrumentos legales de protección.

A modo de síntesis dentro de la fauna del área destaca:

- Los cursos de agua superficiales son relevantes para la fauna estrictamente acuática (aves acuáticas, anfibios) y para la fauna terrestre que se beneficia de los aportes de los medios acuáticos (ejemplo reptiles que se alimentan de insectos cuyos ciclos ocurren en el agua).
- Un aspecto preocupante es la creciente canalización de los cursos de aguas (ejemplo Río Jorquera) y la pérdida de riberas, donde habitan fundamentalmente anfibios. Un aspecto importante de futuras restauraciones ambientales dice relación con la recreación de riberas, que son claves para la mantención de ecosistemas acuáticos (sitios de reproducción de peces y anfibios, zonas ricas en invertebrados base de la cadena trófica).
- Potencial pérdida de áreas singulares como Vega del Río Figueroa (que alberga a la población de mayor altitud conocida del sapo de cuatro ojos), y vega la Guanaca en Mina Refugio.
- Necesidad de evaluaciones ambientales integradas para áreas de la cuenca y no parcializadas como sucede con los estudios de impacto ambiental; ello es importante para fauna de mayor desplazamiento (guanacos, vicuñas) y para aquella de distribución restringida (reptiles por ejemplo).
- Posicionar en la discusión de los humedales de la Región de Atacama a todos los humedales de altura, los que aún conservan grados importantes de naturalidad. Si bien los salares altiplanicos no fueron incorporados en este estudio, ellos representan áreas de gran relevancia para la biodiversidad de la región.

4.1.3. Paisaje Turístico

La cuenca del río Copiapó es interesante desde el punto de vista turístico, a pesar que en la actualidad solo se ha explotado el sector costero. Sin embargo, este hecho representa una oportunidad, ya que puede ser utilizado como punto de partida para desarrollar el ecoturismo en la cuenca. Los atractivos focales de la cuenca son la Desembocadura, el río Manflas, el río Figueroa, y el Parque Nacional Nevado Tres Cruces. Este último a pesar de no estar dentro de la cuenca hidrográfica se incluye por su gran atractivo y porque el acceso a este parque se realiza a través de la cuenca del río Copiapó. Los atractivos secundarios están consituidos principalmente por remanentes de bosque en los sectores medio y bajo de la cuenca, donde todavía quedan algunos buenos representantes de chañares y algarrobos.

Un desarrollo ecoturístico de la cuenca representaría una valorización desde el punto de vista ambiental, ya que la comunidad tomaría razón sobre el valor de la conservación de los recursos naturales que quedan en la zona.

Aunque los atractivos culturales no alcanzaron a ser incluidos en este estudio por lo breve del plazo de ejecución, es importante resaltar en la zona la presencia de numerosos sitios arqueológicos. Además destaca la presencia de las comunidades Coya, las cuales representan una oportunidad de desarrollo del etnoturismo.

4.1.4. Priorización de sectores de relevancia ambiental

La Tabla 44 resume la valoración de los sectores más relevantes de la cuenca que pueden ubicarse en la Figura 43, según los puntos de vista de la fauna, la flora y vegetación, y el paisaje turístico. Estos tres índices parciales fueron sumados y luego se dividió en tres clases, según lo cual destacan como de relevancia alta los sectores de la Desembocadura, Hacienda María Isabel, Hacienda María Luisa-Piedra Colgada, Río Manflas, Río Cachitos y Río Figueroa. Las coordenadas de cada área se encuentran en el Anexo VI. Dentro de los sectores con relevancia ambiental media, hay dos que alcanzan la máxima relevancia desde alguno de los tres aspectos considerados.

Tabla 44. Relevancia ambiental según la sumatoria de los índices de relevancia desde los puntos de vista de fauna, flora y paisaje.

No.	Sectores	Relevancia*					
		Fauna	Flora	Paisaje	Suma	Ambiental**	Prioridad
1	Desembocadura	3	3	3	9	3	Alta
2	Hacienda María Isabel	3	3	2	8	3	Alta
3	Hacienda María Luisa-Piedra Colgada	3	3	2	8	3	Alta
4	Copiapó Medio	1	1	1	3	1	Baja
5	Embalse Lautaro	2	1	1	4	1	Media
6	Río Manflas	3	3	3	9	3	Alta
7	Río Montosa	3	2	2	7	2	Media
8	Río del Potro-Río de los Helados	2	1	1	4	1	Media
9	Río Vizcachas de Pulido	1	2	2	5	2	Baja
10	Pircas Coloradas	1	1	2	4	1	Baja
11	Río Cachitos	3	3	2	8	3	Alta
12	Río Nevado-Río de la Gallina	2	1	1	4	1	Baja
13	Río Figueroa	3	3	3	9	3	Alta
14	Río Jorquera	1	2	1	4	1	Baja
15	La Puerta	2	3	2	7	2	Media
16	Q. San Andrés	1	2	1	4	1	Baja
17	Codocedo-La Coipa	2	1	2	5	2	Media
18	Cerro Caspiche-Refugio	2	1	1	4	1	Baja

* Relevancia: 3, alta; 2, media; 1, alta. ** Relevancia ambiental: 8-9, alta; 5-7, media; 3-4, baja.

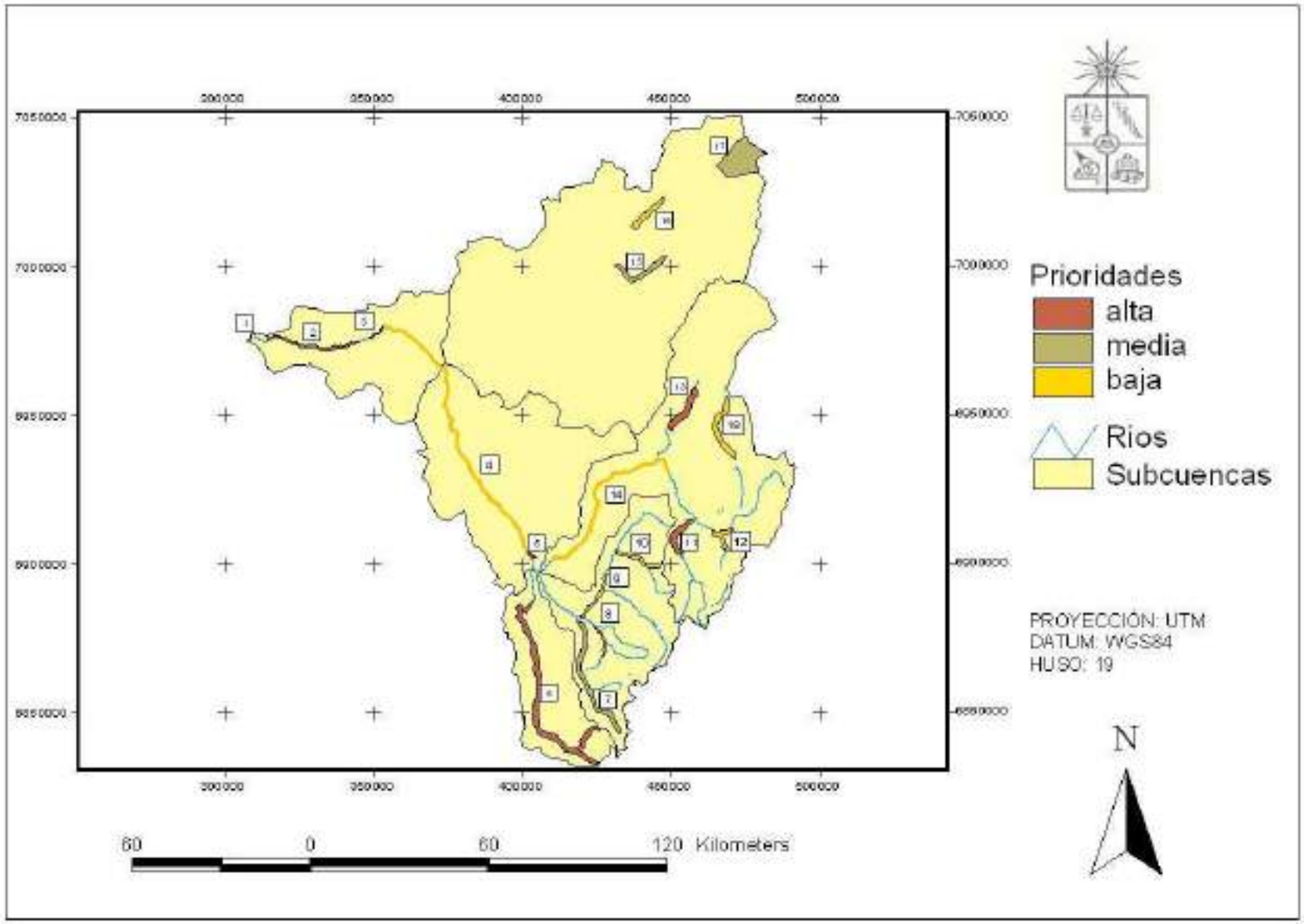


Figura 43. Areas de relevancia ambiental vinculadas al agua en la cuenca del río Copiapó. Los nombres de cada área están contenidos en la Tabla 44 y las coordenadas en el Anexo VI.

A continuación se describen las características de flora y fauna de las áreas definidas como altamente relevantes en la Tabla 44. Las características de paisaje de estas áreas se encuentran detalladas en la sección 3.3.

Desembocadura

Flora y Vegetación

La desembocadura del río Copiapó como sistema corresponde a una situación singular, en donde producto de un suministro elevado y permanente de agua, se desarrolla un tipo de vegetación, que si bien es cierto existe en prácticamente todas las desembocaduras de sistemas hidrográficos, especialmente hacia el sur del país, este es el último con una cierta conectividad con la desembocadura del río Loa, distante 650 km en línea recta hacia el norte.

Internamente, presenta formaciones hidrófilas y halófilas, con una alta variedad de cuadros de vegetación, lo que la hace heterogénea y con una mayor diversidad que los sistemas azonales hídricos de más al sur (Carrizal Bajo, Punta Teatinos[4]). Respecto a las especies componentes, se detectó una especie en Peligro a nivel nacional (*Prosopis chilensis*, algarrobo), además de dos especies vulnerables a nivel regional, *Geoffroea decorticans* (Chañar) y *Adesmia litorales*. Se debieran implementar medidas de protección de estas especies más vulnerables, junto con iniciar un programa de monitoreo de su abundancia y estado. Otras recomendaciones respecto al humedal de la Desembocadura están contenidos en la sección 4.2.1.

Fauna

El humedal de la desembocadura del Río Copiapó presenta una alta relevancia desde el punto de vista de la fauna, debido a que se trata de una situación azonal y se ubica en uno de los desiertos más áridos del mundo, lo cual le otorga características de isla de biodiversidad. Por otro lado, representa una ubicación estratégica desde el punto de vista de las especies migratorias. En el humedal es posible encontrar al menos 15 especies migratorias.

Con respecto a la fauna presente en la desembocadura, destaca su importancia por la presencia de 6 reptiles, todos nativos y con problemas de conservación, de acuerdo a la Ley de Caza 19.473. Las 6 especies están asociadas principalmente a la vegetación de borde (Figura 34). *P. chamissonis*, *L. bisignatus* y *L. platei* se encuentran clasificadas como especies Raras; *T. chilensis*, *C. palluma* y *M. atacamensis*, Vulnerables. Por otro lado, las aves estuvieron representadas en 82 especies, todas nativas, 7 especies se encuentran con problemas de conservación: *T. melanosis* está clasificada en Peligro de Extinción; *P. bougainvillii*, *L. modestus* y *L. inca*, vulnerables; *A. bahamensis* y *T. orbignyianus*, Raras y *A. flammeus,* Inadecuadamente Conocida. Con respecto a los mamíferos, se observaron 11 especies, la mayoría asociada a la vegetación de borde. De ellas, 8 son nativas y 4 se encuentran con problemas de conservación: *L. guanicoe*, se clasifica en Peligro de Extinción; *P. culpaeus* y *P. griseus*, Inadecuadamente Conocidos y *T. elegans*, especie endémica y clasificada como Rara.

Hacienda María Isabel y Hacienda María Luisa-Piedra Colgada

Flora y Vegetación Hacienda María Isabel

Esta sección del río Copiapó se presenta con amplias terrazas en donde aún persisten remanentes de formaciones de vegetación silvestre, con una estructura arbustiva alta, dominadas por *Geoffroea decorticans* (Chañar), las cuales en términos de extensión resultan representativas de esta tipología de vegetación, probablemente la original.

[4] Observaciones del autor (L.Faúndez)

Además de esta especie, la dominante del sector, clasificada regionalmente como vulnerable, existen importantes grupos de *Prosopis chilensis* en el entorno inmediato e individuos de algarrobo esporádicos, especie vulnerable a nivel nacional y en peligro a nivel regional.

Flora y Vegetación Hacienda María Luisa-Piedra Colgada

En este sector, un área con un elevado grado de intervención agrícola, se encuentra un sector con remanentes de la vegetación original, al igual que en María Isabel, pero con una estructura arbórea significativa (sobre 15 m de altura, en un pequeño grupo). La mayor proporción de esta vegetación silvestre presenta un porte arbóreo bajo (2-4 m de altura promedio) pero con sus copas con un cubrimiento completo de la superficie (100%). Ambos sectores serían altamente singulares y representativos de una situación muy cercana a la vegetación original de las terrazas de inundación del lecho del río Copiapó y en esto radica su alta relevancia, incluso como para ser prioritaria su inclusión en algún tipo de área protegida. El área del lecho del río se encuentra seca, y según comentarios del encargado del campo, el río dejó de correr en superficie hace aproximadamente 8 años. De continuar esta situación, existe un potencial impacto en este sector que se puede traducir en pérdida de estas formaciones.

En el sector de Serranía Poblete (comunidad Coya muy cercana a la hacienda María Luisa) se observó que una población de chañares de 2-3 m de alto se están secando. No fue posible en este estudio determinar la razón por la cual se estarían secando, pero esto es algo en lo que debiera ponerse gran atención en futuros estudios.

Fauna

La subcuenca del Copiapó Bajo (Hacienda María Luisa-Piedra Colgada y Hacienda María Isabel), presenta niveles de sensibilidad alta a media dentro de un área altamente intervenida. En esta área se encuentran bosques de Chañares en una zona mediterránea con una alta riqueza de especies, elevado número de especies amenazadas y especies endémicas de Chile. Actualmente los sitios estudiados son remanentes de las formaciones originales y se encuentran sometidos a una fuerte presión antrópica. Se requiere de medidas ambientales de protección y reparación como evaluación del estado de los chañares, medidas de restauración del río, riego, reforestación, incorporación de las comunidades Coyas en las estrategias de protección; reconversión en prácticas agrícolas y uso del agua.

Si bien no se pudo acceder al sector de la Hacienda María Isabel, esta localidad habría que considerarla asociada a Piedra Colgada y Serranía Poblete. En estos sitios destacó la presencia de 4 reptiles, todos ellos endémicos y con problemas de conservación, de acuerdo a la Ley de caza 19.473: *L. platei*, *L. atacamensis* y *P. chamissonis* se encuentran clasificadas como Raras y *C. palluma*, Vulnerable. Con respecto a los mamíferos, se observó la presencia de *A. bennetti*, especie endémica e Inadecuadamente Conocida de acuerdo a la Ley de Caza. Se observó 29 especies de aves, de ellas, *T. melanosis* se encuentra en Peligro de Extinción y *M. thenca* como especie endémica de Chile.

Río Manflas

Flora y Vegetación

El río Manflas en su curso desde el fin de la zona agrícola hacia arriba, sobre los 1450 m, presenta una marcada estratificación de la vegetación, desde las formaciones del desierto florido de las serranías, pasando por la estepa altoandina de Coquimbo, hasta llegar a los desiertos de altura, con las formaciones de vegetación típicas de estas ecoregiones. De este modo, en esta subcuenca es posible encontrar prácticamente toda la diversidad de la precordillera y cordillera andina, con especies con problemas de conservación a nivel regional,

tales como: *Prosopis chilensis*, *Equisetum giganteum* (en peligro); *Buddleja suaveolens*, *Geoffroea decorticans*, *Pyrrhocactus eriosyzoides*, *Salix humboltiana* (vulnerables) y *Adesmia kingii* (insuficientemente conocida).

Otra de las particularidades de esta subcuenca es el buen estado de la vegetación, ya que cuenta con un manejo conservativo, en donde no se permite la cosecha de leña ni la fabricación de carbón, el pastoreo es controlado y no existe ganado caprino, con lo cual la estructura de la vegetación alcanza sus máximos de altura y cubrimiento.

Fauna

Al igual que en los resultados obtenidos en la subcuenca del Río Copiapó bajo, el Río Manflas presenta los indicadores de sensibilidad más elevados (alta riqueza de especies, especies amenazadas y endémicas).

Probablemente por lo restringido del acceso y la heterogeneidad de hábitat es que se puede observar especies de altura, de origen mediterráneo y otras propias de la región. La presente subcuenca es de alta prioridad, por lo que se requiere acciones de protección como protección del área, manejo, generación de inventarios de fauna, análisis de biodiversidad.

Se observaron 5 especies de reptiles, todas endémicas y 4 amenazadas de acuerdo a la Ley de Caza 19.473. *L. juanortizi*, se encuentra en Peligro de Extinción; *L. rozenmanni*, *L. atacamensis* y *P. chamissonis* son consideradas Raras. *L. nitidus*, se encuentra Vulnerable en la zona central de Chile y no está clasificada en el norte. Con respecto a los mamíferos, se observaron 7 especies, de las cuales 4 están amenazadas. *L. viscacia*, *P. concolor* y *L. guanicoe*, se encuentran clasificadas en Peligro de Extinción. *P. culpaeus*, se encuentra Inadecuadamente Conocido. Se observaron 49 aves, de ellas, *A. gayi* se encuentra Rara de acuerdo a la Ley de caza y *M. thenca* es una especie endémica. De los 3 anfibios observados en toda la Cuenca del Río Copiapó, las 3 especies se encuentran en la presente subcuenca del Río Manflas. *B. atacamensis* y *P. thaul*, se clasifican en Peligro de Extinción y *B. spinulosus*, se encuentra Vulnerable. Solo *B. atacamensis* es endémica de Chile.

Río Cachitos

Flora y Vegetación

Esta porción de la cuenca superior del rio Jorquera se caracteriza por incluir la porción norte de la estepa altoandina de Coquimbo en sus fases de mayor elevación, con grandes sistemas azonales hídricos, los cuales por su estado y composición, resultan singulares y representativos, insertos en una zona de uso ganadero de la etnia Coya, por lo cual debería ser supervisado e incluirse en un programa de uso controlado. Existen importantes formaciones de *Adesmia hystrix*, *Adesmia aegiceras* y *Stipa* (=*Jarava*) *atacamensis*. Destaca la presencia de *Carex vallis-pulchrae*, especie insuficientemente conocida, a la fecha registrada en Atacama sólo para la provincia del Huasco.

Fauna

El Río Cachitos se encuentra dentro de la subcuenca del Río Jorquera donde se distinguen tres agrupamientos; uno de ellos son los sitios que presentan vegas altoandinas singulares. En este grupo se encuentra el Río Cachitos, lugar con elevada naturalidad y con bajo impacto humano. Por otro lado, en el análisis de sensibilidad, aparece como una zona relevante para vertebrados (de acuerdo a los atributos considerados en el presente estudio: riqueza de vertebrados, número de especies endémicas y el número de especies amenazadas). Por esta razón el Río Cachitos es de elevada importancia para la fauna, por lo que se recomienda la protección de sus vegas y seguimiento de las especies que ahí habitan.

Se observó una especie de reptil, *L. juanortizi*, endémica y amenazada. De acuerdo a la Ley de Caza 19.473, esta especie se clasifica en Peligro de Extinción. Con respecto a los mamíferos, se observó 5 especies, de ellas, 3 amenazadas; *L. viscacia* y *L. guanicoe*, se encuentran en Peligro de Extinción y *P. culpaeus*, Inadecuadamente Conocida. Se observaron 21 aves, ninguna de ellas con problemas de conservación.

Río Figueroa

Flora y Vegetación

Al igual que el sistema del río Cachitos, el río Figueroa contiene grandes formaciones de vegetación azonal hídrica, especialmente en su parte media, con vegas de mediana elevación, las cuales se encuentran fuertemente utilizadas, mientras que su porción superior existen vegas altoandinas y sistemas en cojín ("bofedales"), incluso es posible encontrar tramos de su curso en donde disminuye la velocidad de escurrimiento formándose espejos de agua con extensas y abundantes formaciones de macrófitas (plantas acuáticas, sumergidas y emergentes), las cuales resultan altamente singulares ya que normalmente estas especies son esporádicas, dados los regímenes lóticos de la mayoría de los sistemas hidrográficos permanentes en la región.

Fauna

Al igual que el Río Cachitos, el Río Figueroa se encuentra dentro de la subcuenca del Río Jorquera. Corresponde a un sitio que presenta una gran vega altoandina asociada a lagunas y fauna muy relevante.

En el Río Figueroa se observó una especie de reptil; *L. juanortizi*, en Peligro de Extinción de acuerdo a la Ley de Caza 19.473 y endémico. Con respecto a los mamíferos, se observaron 6 especies, 4 amenazadas; *L. viscacia*, *L. guanicoe* y *P. concolor* en Peligro de Extinción y *P. culpaeus* Inadecuadamente Conocido. Se observó 22 especies de aves, de ellas, una se encuentra amenazada; *V. gryphus*, especie Vulnerable. Finalmente cabe destacar la presencia de un anfibio, *P. thaul*, especie que se encuentra en Peligro de Extinción, por otro lado, esta especie se detectó, aproximadamente a 3.000 msnm, la que es a la fecha, la población de mayor altura detectada (Correa et al. 2007). Por lo anterior se requiere de acciones de protección para el Río Figueroa como la protección de sitios, monitoreo de la vega y planes de manejo.

Río Montosa

Fauna

Se pueden distinguir cuatro grupos de localidades en la subcuenca del Río Pulido por heterogeneidad de las comunidades vertebradas. Dentro de estas, está la subcuenca de Montosa, paralela a Manflas y que al igual que ella presenta un acceso restringido lo que ha favorecido la conservación de biodiversidad en el sector y presenta un bajo impacto humano, lo que ha favorecido a una importante comunidad de vertebrados. En el sector del rio Montosa destaca la fauna por su alta riqueza, elevado número de especies amenazadas y un nivel medio de especies endémicas. Al igual que en los sitios anteriores de alta prioridad ambiental, se requiere de acciones de protección de estas áreas, planes de manejo, generación de inventarios de fauna, y control de ganadería.

Se observó en el sector del Río Montosa 3 especies de reptiles, de ellas, dos son endémicas (*C. palluma* y *L. lorenzmuelleri*). *C. palluma* está clasificada como Vulnerable, por otro lado, *L. lorenzmuelleri* y L. vallecurensis no se encuentran clasificados en el norte de Chile por la Ley

de caza 19.473, sin embargo, en el litoral central se encuentran Vulnerable y Rara respectivamente. Con respecto a los mamíferos, se observó 7 especies, de ellas, *L. viscacia*, *L. guanicoe* y *P. concolor* en Peligro de Extinción; *P. culpaeus* Inadecuadamente Conocido y *T. elegans*, especie endémica y Rara. En aves, se observó 46 especies, 2 endémicas (*M. thenca* y *P. megapodius*) y dos especies amenazadas; *V. gryphus* clasificada Vulnerable y *A. gayi*, Rara. Con respecto a los anfibios, se observó una especie, *B. spinulosus*, especie clasificada como Vulnerable.

La Puerta

Flora y Vegetación

En este sector, en la terraza aluvial de la quebrada, se desarrolla una importante formación de *Prosopis flexuosa* (algarrobo), constituida de individuos adultos de tamaño medio (4-8 m de altura), con algunos aislados gran tamaño (12 m), acompañada de grupos de *Geoffroea decorticans* (chañar) de desarrollo variable, que en conjunto alcanzan un cubrimiento sobre el 50 % de la superficie, constituyéndose en un remanente de vegetación freatófita (que obtiene su suministro hídrico de napas subterráneas), exclusivo (singular) y que no tiene similar en la región y sólo se puede nuevamente observar en los sectores poblados del entorno del salar de San Pedro de Atacama.

Además la especie principal (*P. flexuosa*) está considerada como vulnerable a nivel nacional y en peligro a nivel regional. La especie acompañante (*G. decorticans*) está clasificada como vulnerable a nivel regional

Fauna

Cabe señalar que el equipo de fauna no muestreó el sector de La Puerta, por lo cual su relevancia desde ese aspecto es producto de una extrapolación de sitios similares. Es decir, su importancia desde el punto de vista de la fauna podría ser aún mayor.

4.1.5. Recomendaciones generales a nivel de cuenca

Como recomendación general se puede señalar la necesidad de tomar acciones para cuantificar y controlar el uso del agua por parte de la minería y la agricultura. Es importante aclarar que los caudales definidos por la legislación y calculados en este estudio son solo reglas de manejo hidráulica, que intentan preservar los ecosistemas acuáticos, los que *per se* se caracterizan por una alta complejidad ecológica. En los últimos años se ha intentado incorporar modelos de simulación de hábitat, como el desarrollado por el USGS de los Estados Unidos mediante el desarrollo del software PHABSIM, que intentan predecir los cambios en la calidad de hábitat para especies objetivos. Futuros estudios en la cuenca deberían considerar este tipo de enfoques que incluyen información biológica e hidráulica.

En los seis sectores denifidos como de alta relevancia (Tabla 44) debieran implementarse acciones de conservación ya que representan una conjunción de las mejores características ambientales de la cuenca.

El uso ganadero debiera ser controlado, por lo que se recomienda hacer estudios de capacidad de carga de caprinos y ovinos en los sectores más altos de la cuenca.

En las áreas de recarga se observó que existe extracción de leña, por lo cual se debieran emprender acciones para sensibilizar a la población sobre los perjuicios que esto representa. Si es que existen herramientas legales en este sentido debieran usarse para lograr conservar estos sectores que constituyen fundamentalmente la vegetación zonal. Especial importancia

tiene la zona del matorral de *Bulnesia chilensis* (retama) (Figura 8), la cual es una especie catalogada como Rara a nivel regional, y donde además se encuentra la *Pintoa chilensis*, catalogada como Vulnerable a nivel nacional. Esta zona coincide con la de mayor desarrollo de la actividad agrícola. A pesar de ser estas especies características de formaciones zonales, mientras la agricultura afecta principalemente a formaciones azonales (vegas), es preocupante la presión que supone la actividad antrópica sobre las zonas de laderas.

Cabe destacar que durante el recorrido por la cuenca, el equipo técnico pudo constatar a través de conversaciones con miembros de las comunidades Coya, que estas organizaciones a pesar de su reciente instauración, se encuentran desarrollando un rol muy importante en la conservación de los recursos naturales, ya que han denunciado en varias ocasiones intervenciones mineras no autorizadas. Por este motivo, sería aconsejable incluir estas organizaciones en un plan estratégico a nivel de cuenca.

4.2 Humedal de la Desembocadura del Río Copiapó

4.2.1 Flora y Vegetación

El humedal de la desembocadura del río Copiapo, al igual que muchos sistemas de vegetación azonal hídrica, corresponde a un sistema único, en una matriz desértica, constituyéndose en un hito fundamental para el funcionamiento de los sistemas biológicos del área geográfica en que se inserta. Dada la dependencia estricta del balance hídrico, la vegetación y las especies que la componen responden directamente a las variaciones tanto en el contenido de agua en el suelo o sustrato, como a la humedad relativa de la atmósfera circundante.

El contenido de sales en el sustrato es otro de los factores físicos que tienen relevancia e ingerencia directa en el estado y condición de los sistemas vegetacionales en la desembocadura del río Copiapó, el cual determina sinérgicamente con el contenido de agua del suelo, la distribución de los diferentes cuadros de vegetación que se delimitaron.

De este modo, el agua en el suelo, que depende del curso superficial del río Copiapó y de los aportes subterráneos, regula el funcionamiento de este sistema. A la fecha la vegetación hidrófila se encuentra restringida a la zona saturada y con inundación permanente, en donde la columna de agua está presente, resultando la de mayor sensibilidad ante variaciones en el contenido hídrico del sistema. Las demás formaciones de vegetación presentan una menor dependencia del nivel hídrico y una mayor resistencia a la salinidad (altos contenidos de sales solubles en el perfil).

Así los polígonos dominados por *Typha angustifolia* (totora) y/o *Phragmites australis* (carrizo) son los de mayor sensibilidad ambiental y pueden ser empleados como indicadores de cambio. Esto es, por una parte en la medida que se presenten sanos y vigorosos se encontrarán en óptimas condiciones para su desarrollo, o bien, en la medida que se presente débiles y senescentes y otras especies de las formaciones del entorno empiezen a colonizar estos sectores, significará que ha disminuido el contenido de agua y/o aumentado la salinidad. Si llegan a cambiar los límites de los polígonos, es decir si se amplía o restringe la superficie que ocupan estas formaciones, implica que los cambios son más drásticos aún.

De este modo en un programa de monitoreo y seguimiento de este sistema azonal, el sector escogido deben ser estas formaciones y sus ecotonos, sin perjuicio de establecer otros puntos de interés para otros factores físicos y/o biológicos.

4.2.2 Fauna

La zona de la desembocadura del rió Copiapó destaca por la presencia de 100 especies (82 aves, 11 mamíferos, 6 reptiles y un pez) y el bajo número de especies exóticas. Se distinguieron tres zonas (Dunas y Playa, Totoral y Cuerpos de Agua, y Vegetación de Borde), dentro de las cuales la Vegetación de Borde presentó la mayor riqueza de especies, principalmente por la presencia de mamíferos y reptiles. Sin embargo, de todos modos existe dependencia de estos grupos a la mantención de un flujo constante de agua, resultando evidente para especies como dormilonas (*Muscisaxicola sp.*) las que se alimentan de diversos invertebrados que necesitan el Totoral y los Cuerpos de Agua en sus ciclos biológicos. Por lo tanto, al igual que para la vegetación, los límites de este último sector son relevantes de considerar para un plan de monitoreo.

Muy probablemente el principal sitio de descanso y alimentación de aves migratorias de agua dulce (e.g. rayador) hacia el norte del río Copiapó es la desembocadura del río Lluta (1200 km al norte), y hacia el sur, la desembocadura del río Maipo (800 km al sur). De no existir el

humedal del río Copiapó, es probable que algunas de ellas tuvieran dificultades para recorrer de una vez los 2000 km entre estos sitios.

En el caso de las especies marinas (e.g. gaviota de Franklin), la restricción es menor ya que tienen muchas más opciones de paradas de descanso y alimentación, aunque la presencia de zonas de agua dulce son siempre atractivas ya que les permiten a las aves bañarse y quitarse la sal del plumaje.

La real relevancia del estuario del río Copiapó para las aves migratorias todavía debe evaluarse ya que los datos con que se cuenta son muy escasos. Por ejemplo, llama la atención que no se hayan registrado algunas especies migratorias importantes como el Gaviotín Elegante (Sterna elegans), aunque esto se puede deber a la falta de muestreos. Es necesaria una evaluación a lo largo del año puesto que muchas aves migratorias utilizan rutas y/o sitios distintos durante sus viajes al sur y al norte (Aparicio 2006, Myers et al. 1990)

La incorporación de la desembocadura del Copiapó dentro de alguna instancia de conservación efectiva representaría una iniciativa importante, dada la singularidad de los humedales localizados en ambientes desérticos. En este contexto, el área se ubica dentro del bioma Subtropical del Pacifico señalado como de interés de protección de áreas IBAs para Chile, y de modo más específico en una condición azonal para el área geográfica donde se ubica (desierto costero de Atacama). Según la revisión de las características del humedal y los criterios que deben cumplirse para constituir un área de importancia para las aves (AICAs o IBAs), el humedal no cumple con los criterios específicos. No obstante, existe un vacío importante de información para un análisis más específico de las aves del humedal y en especial de las variaciones temporales de ellas. Del mismo modo la trayectoria ambiental del humedal (salud del ecosistema) no fue posible de estimar debido a la carencia de información satelital (con una adecuada resolución especial) disponible para este estudio.

Desde un punto de vista de la información disponible, sería importante poder considerar el desarrollo de un programa de monitoreo temporal del mismo, que considere al menos las cuatro estaciones del año, y de modo más intensivo la época de arribo de especies migratorias (idealmente registros mensuales entre abril y junio y entre septiembre y diciembre). Otro aspecto fundamental es considerar la adopción de medidas mínimas que permitan la presencia de aves en el área (prohibición de circulación de vehículos 4×4 en la playa, uso de las lagunas por bañistas, clausurar huellas que ingresan al humedal, regulación de la ganadería, necesidad de guardaparque, entre otras). Finalmente, no deberían olvidarse otras instancias de conservación tales como la generación de áreas protegidas estatales, sitios prioritarios o lugares de interés científico, dada la mayor cercanía conceptual de nuestra legislación con estas categorías.

4.2.3 Recomendaciones generales sobre el humedal de la Desembocadura del río Copiapó

Dada la alta relevancia del humedal de la desembocadura del río Copiapó desde el punto de vista de la vegetación, la fauna y el turismo, es recomendable su conservación. A pesar de la gran cantidad de turistas que lo visitan, el sitio mantiene un alto grado de naturalidad, lo cual facilitaría su conservación.

Un monitoreo temporal del humedal desde el punto de vista de la vegetación debiera orientarse a establecer los límites de los polígonos dominados por *Typha angustifolia* (totora) y *Phragmites australis* (carrizo), las cuales son especies que crecen solo en ambientes inundados. El tamaño de esta microzona de canal determinaría en gran medida el funcionamiento del sistema completo. También muy importante dentro de la flora son la presencia de una especie con problemas a nivel nacional (*Prosopis chilensis*) y por ser este sitio el límite costero norte de *Acacia caven*.

Un monitoreo temporal del humedal desde el punto de vista de la fauna debería orientarse al estudio de los taxa presentes en el sitio y a la evolución temporal del ecosistema. Para ello se recomienda las siguientes acciones:

- Censos de aves en los biotopos definidos para el humedal, de carácter estacional por al menos 10 años. El objetivo es detectar las especies comunes y ocasionales del área, evaluar variaciones estacionales e interanuales en la desembocadura (efectos del fenómeno del Niño en las comunidad de aves)
- Monitoreo general de vertebrados (anfibios, reptiles, mamíferos), al menos estacionalmente por 10 años, en los biotopos definidos. Se deberían implementar metodologías que permitan analizar abundancias de los vertebrados de cada grupo.
- Estudio limnológico (microalgas, zoobentos, peces, variables físico – químicas) de los cuerpos de agua del humedal. Al menos estacionalmente por 10 años.
- Registro de variables ambientales por medio de estación metereólogica (temperatura, humedad, vientos, entre otros).
- Integrar monitoreos de aves en otros humedales costeros de la región (Huasco, Carrizal Bajo), de modo de poder establecer análisis comparativos entre ellos y evaluar cómo distintas situaciones afectan a las aves (diferencias en distancias a centros poblados, áreas agrícolas, caminos, etc.)
- Obtención de información satelital que permita analizar la dinámica de la vegetación del humedal (comparando las coberturas pasadas, actuales y futuras).
- Implementación de medidas que favorezcan a la biota del humedal en el corto plazo: cierre y regulación de accesos al humedal, prohibición de circulación de vehículos doble tracción en la playa, guardaparque y caseta de educación ambiental, restricción de uso de lagunas como balnearios populares, prohibición de uso del fuego en el área, señalética y basureros.

Es importante destacar la relevancia del humedal de la desembocadura tanto desde el punto de vista de la fauna como de la vegetación, dada su ubicación geográfica, ya que representa el límite norte de los valles transversales, y se encuentra a considerable distancia de otros humedales hacia el norte y el sur, por lo cual constituye un punto estratégico para las aves migratorias.

5. BIBLIOGRAFÍA

Aguirre, J. 1994. Nidificación de aves acuáticas en Tranque Fundo San Rafael. Boletín Chileno de Ornitología 1:2-7.

Aparicio, A. 2006. Abundance, distribution and migration chronology of shorebirds on exposed sandy beaches of south central Chile. En: Boere, G.C., Galbraith, C.A. & Stroud, D.A. (eds). Waterbirds around the world: 188. The Stationery Office, Edinburgh, UK.

Araya, B. y Millie, G. 1988. Guía de campo de las Aves de Chile. Editorial Universitaria, Santiago de Chile. 389 pp.

Arratia, G. 1981. Géneros de peces de aguas continentales de Chile. Publicación Ocasional Nº 34, Museo Nacional de Historia Natural, Chile. 108 p.

Baeza, M., E. Barrera, J. Flores, C. Ramirez y R. Rodríguez. 1998. Categorías de Conservación de Pteridophyta nativas de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47: 23 - 46.

Belmonte, E., L. Faúndez, J. Flores, A. Hoffmann, M. Muñoz & S. Teillier. 1998. Categorías de conservación de cactáceas nativas de Chile. Boletín Museo Nacional de Historia Natural 47: 69-89.

Benoit, I. 1989 (Ed.). Libro rojo de la flora terrestre de Chile. CONAF, Santiago, Chile. 157 p.

Bibby, CJ; Collar, NJ; Crosby, MJ; Gead, MJ; Imboden, CH; Johnson, TH; Stattersfield, AJ. & Thirgood, SJ. 1992. Putting biodiversity on the map: priority areas for global conservation. ICBP International Council for Bird Preservation, Cambridge, U.K.

CADE-IDEPE Consultores en Ingeniería. 2004. Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. Dirección general de aguas. Gobierno de Chile. 201 pp.

Campos, H. 1986. Mamíferos Terrestres de Chile. Marisa Cuneo Ediciones. Valdivia, Chile. 248 pp.

Campos, H; Dazarola, G; Dyer, B; Fuentes, L; Gavilan, J; Huaquin, L; Martinez, G; Melendez R; Pequeño, G; Ponce, F; Ruiz, V; Sielfeld, W; Soto, D; Vega, R. & Vila, I. 1998. Categorías de conservación de peces nativos de aguas continentales de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47: 101-122.

Ceballos-Lascuráin, H. 1998. Ecoturismo, naturaleza y desarrollo sostenible. Editorial Diana, D.F., México. 185p.

Cei, J.M. 1962. Batracios de Chile. Editorial Universitaria, Santiago de Chile. 128 pp.

Consultora Enviromental & Science ltda, biodiversidad y desarrollo. 2008. Proyecto de explotación Minera Purén. Programa de seguimiento ambiental para flora y fauna.
Correa, C; Sallaberry, M; Jara-Arancio, P; Lobos, G; Soto, E. & Mendez, M. 2008. Amphibia, Anura, Bufonidae, Rhinella atacamensis: Altitudinal distribution extensión, new records and Geographic distribution map. Check List. 4 (4): 478-484.

Di Castri F (1968) Equisse écologique du Chili. Biologie de l` Amerique australe. En: Debouteville Cl & D Rapaport (eds) Editions du centre national de la Recherche Scientifique: 7-52. Paris, France.

Díaz, N. 1984. Sapos y ranas, las 35 especies chilenas. Naturaleza, Chile. 3:8-13.

Dirección General de Agua (DGA). 1987. Análisis y evaluación de los recursos hidrogeológicos valle del río Copiapó - III región: modelación de los recursos hídricos. Departamento de Hidrología, Alamos y Peralta Ingenieros Consultores y IPLA e HIDRELEC.

Dirección General de Agua (DGA). 2004. Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. Cuenca del río Copiapó. Realizado por Cade-Idepe Consultores en Ingeniería.

Dirección General de Aguas (DGA). 2003. Evaluación de los recursos hídricos subterráneos del valle del río Copiapó, Departamento de Estudios y Planificación. Informe Técnico. S.I.T. Nº 87.

Dirección Meteorológica de Chile (DMC). S/a. Climas de Chile, Región de Atacama. Leido el 02 de diciembre del 2008 en http://www.meteochile.cl/climas/climas_tercera_region.html

Donoso-Barros, R. 1966. Reptiles de Chile. Ediciones Universidad de Chile. Santiago. 458 pp.

Donoso-Barros, R. 1970. Catálogo Herpetológico Chileno. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile. 31: 49-124.

Duarte, W; Feito, R; Jara, C; Moreno, C. & Orellana, A 1971. Ictiofauna del sistema hidrográfico del Río Maipo. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat., Chile 32: 227 – 268.

Dukes, JS. & Mooney, HA. 2004. Disruption of ecosystem processes in western North America by invasive species. Revista Chilena de Historia Natural 77: 411-437.

Dyer, B. 2000. Systematic review and biogeography of the freshwater fishes of Chile. Estud. Ooceanol. 19: 77 – 98.

Eigenmann, C. 1927. The fresh-water fishes of Chile. Mem. Nat. Acad. Sci. 22: 1-63.

Espíldora, B., Brown E., Cabrera, G. y P. Isensee. 1975. Elementos de Hidrología. Universidad de Chile, Facultad de Cs. Físicas y Matemáticas, Departamento de Hidrología.

Estades, C.F. 2001. Proyecto validación de procedimientos técnicos administrativos para listar especies en categoría de conservación. Informe sobre validación técnica de procedimiento. Universidad de chile. 61 pp.

Etienne M y Contreras D. 1981. Cartografía de la Vegetación y sus aplicaciones en Chile. Bol. Téc. N°46. Fac. Cs. Agrarias y Forestales, Univ. Chile 27 p. 10 cartas

Etienne M. y Prado C. 1982. Descripción de la vegetación mediante la Carta de Ocupación de Tierras. Publicaciones Misceláneas Nº9. Fac. Cs. Agrarias y Forestales, U. de Chile.

Gajardo, R. 1983. Sistema Básico de Clasificación de la Vegetación Nativa Chilena. U. de Chile-Conaf, Stgo. 316 p. 13 mapas.

Gajardo, R. 1994. La Vegetación Natural de Chile: clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria, Santiago. 165 pp.

García, S. & D. Díaz (eds) 2007. Important bird areas in Chile. Manual de referencia para la identificación de sitios. Birdlife Internacional. 42 pp.

Garreaud, R., Vuille, M., Compagnucci, R. & Marengo, J. 2007. Present day South American Climate. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 3: 1-10.

Gaymer C., Rojas U. Squeo f., Luna-Jorquera G., Cortés A., Arancio G., Dumont C., Cortéz m, Hiriart D. & David López, 2008. AMCP-MU Isla Grande de Atacama: Flora y Fauna Marina y Terrestre, 12: 223 – 249, In: Squeo F. Arancio G. & J. Gutiérrez (eds), Libro Rojo de la Flora nativa de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama, ediciones Universidad de La Serena, Chile.

GESAM Consultores, SERNAPESCA., 2006 Obtención de Información Para La Clasificación de la Fauna Acuática Continental.

Golder Associates. 2006. Diagnóstico de los Recursos Hídricos de la Cuenca del río Copiapó y Proposición de un modelo de Explotación Sustentable. INFORME FINAL.

Goodall, J.D; Johnson, A.W. y Philippi, R.A. 1946, 1951. Las Aves de Chile. Vol. I y II. Platt Establecimientos Gráfico S.A., Buenos Aires.

Goodall, J.D; Johnson, A.W. y Philippi, R.A. 1957. Suplemento de las Aves de Chile. Platt Establecimientos Gráficos S.A., Buenos Aires.

Goodall, J.D; Johnson, A.W. y Philippi, R.A. 1964. Suplemento de las Aves de Chile. Platt Establecimientos Gráficos S.A., Buenos Aires.

Graczyk, T.K. A.C. Majewska & K.J. Schwab. 2008. The role of birds in dissemination of human waterborne enteropathogens. Trends in Parasitology 24: 55-59.

Habit, E., Dyer, B. & I. Vila. 2006. Estado de conocimiento de los peces dulceacuícolas de Chile. Gayana 70 (1): 100-113 pp.

Hellmayr, C.E. 1932. The Birds of Chile. Field Museum of Natural History, Publication 308, Zoological series XIX, Estados Unidos. 472 pp.

Hoyer, M.V., J.L. Donze, E.J. Schulz, D.J. Willis & D.E. Canfield. 2006. Total coliform and Escherichia coli counts in 99 Florida lakes with relations to some common limnological factors. Lake and Reservoir Management 22:141-150.

Instituto Geográfico Militar (IGM). 1984. Geografía de Chile. Tomo VIII, Hidrografía.

Iriarte, JA; Lobos, G y Jaksic, F. 2005. Invasives vertebrates species in Chile and their control and monitoring by governmental agencies. Revista Chilena de Historia Natural 78: 143-154.

IUCN, 2006. [en línea]. 2006 IUCN Red List of Threatened Species. Disponible en el WWW: http://www.iucnredlist.org/ Citado: 10 de Enero del 2008

Jaksic F & R Medel. 1990. Objetive recognition of guilds:testing for statistically significant species cluster. Oecologia (Berl.) 82: 87-92.

Johnson, A.W. 1965,1967. The Birds of Chile and adjacent regions of Argentina, Bolivia and Peru. Vol. 1 y 2. Platt Establecimientos Gráficos S.A., Buenos Aires. 447 pp.

Johnson, A.W. 1972. Supplement to the Birds of Chile and adjacent regions of Argentina, Bolivia and Peru. Platt Establecimientos Gráficos S.A., Buenos Aires. 116 pp.

Kennedy, Naeem, S; Howe, KM; Knops, JM; Tilman, D & Reich, P. 2002. Biodiversity as a barrier to ecological invasion. Nature 417: 636-638.
Lazo, I. y Silva, E. 1993. Diagnóstico de la ornitología en Chile y recopilación de la literatura científica publicada desde 1970 a 1992. Revista Chilena de Historia Natural, Chile. 66:103-118.

Levine, J & D´Antonio, CM. 1999. Elton revisited: a review of evidence linking diversity and invasibility. Oikos 87: 15-26.
Lobos, G; Cattan, P.E y Lopez, M. 1999. Antecedentes de la ecología trófica del sapo africano *Xenopus laevis* en la zona central de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile. 48: 7-18.

Luna-Jorquera, G & M. Cortez (2007) Estudio del ensamble de aves y mamíferos marinos al interior del Área Marina y Costera Protegida de Múltiples Usos Isla Grande de Atacama. CEAZA, Coquimbo. 34 pp.

Mann, G. 1954. Vida de los Peces en Aguas Chilenas. Ministerio de Agricultura, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 342 pp.

Mann, G. 1978. Los pequeños Mamíferos de Chile. Gayana, Zoología. 40: 1-342.

Martínez, D & G. González 2004. Las Aves de Chile. La Nueva Guía de Campo. Ediciones del Naturalista, 620 pp.

Mella, J. 2005. Guía de Campo Reptiles de Chile: zona central. Ediciones del Centro de Ecología Aplicada Ltda, Chile. 147 pp.

Miller, S.D. y Rottman, J. 1976. Guía para el reconocimiento de Mamíferos Chilenos. Editorial Gabriela Mistral, Santiago.

Moreno R; Moreno J; Ortiz J.C; Victoriano P y Torres-Pérez F. 2002. Herpetofauna del Parque Nacional Llanos de Challe (III Región, Chile). Gayana 66 (1): 7-10.

Mueller-Dombois, D & H Ellemberg. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley and Sons, Inc. New York, EE.UU. 547 pp

Muñoz, A. & J Yañez (Eds.). 2000. Mamíferos de Chile. Centro de Estudios Agrarios y Ambientales (CEA) Ediciones, Valdivia, Chile. viii + 464 pp.

Myers N, R., Mittermeir, CG., Mittermeir, GA., da Fonseca & J. Kent (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403: 853-858.

Myers, J.P., Sallaberry, M., Ortiz, E., Castro, G., Gordon, L.M., Maron, J.L., Schick, C.T., Tabilo, E., Antas, P.T.Z. & Below, T. 1990. Migration routes of new world Sanderling (Calidris alba). Auk 107: 172–180.

Naturaleza educativa S/A. Geología, GEODINÁMICA INTERNA, Tectónica de placas - 6ª parte. Leído 26 de noviembre en: http://www.natureduca.com/geol_geodinint_tectonica6.php

Nuñez, H y Jaksic, F. 1992. Lista comentada de los Reptiles Terrestres de Chile Continental. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile. 43: 63-91.

Nuñez, H. 1991. Geographical data of Chilean Lizards and Snakes in the Museo Nacional de Historia Natural de Chile. Smithsonian Herpetological Information Service. 91: 1-29.

Nuñez, H; Maldonado, V. y Pérez, R. 1997. Reunión de trabajo con especialistas en herpetología para categorización de especies según estado de conservación. Noticiario Mensual del Museo Nacional de Historia Natural de Chile. 329: 12-19.

Olivares, F. 2005. Dinámica espacio temporal del ensamble avail del humedal de la desembocadura del río Huasco (28º 27'S- 71º12'O) durante el período 2004 -2005. Tesis para optar a título de biólogo marino, Iquique, Universidad Arturo Prat, Departamento Ciencias del Mar, 178 pp.
Osgood, W.H. 1943. The Mammals of Chile. Field Museum of Natural History, zoology. 30: 1-268.

Pauchard, A; Aguayo, A; Peña, E & Urrutia, R. 2006. Multiple effects of urbanization on the biodiversity of developing countries: the case of a fast-growing metropolitan area (Concepción, Chile). Biological Conservation 127: 272-281.
Paul, MJ & Meyer, JL. 2001. Streams in the urban landscape. Annual Review of Ecology and Systematics 32: 333-365.

Pequeño, G. 1995. Peces. En: Simonetti JA, MTK Arroyo, AE Spotorno & E Lozada (eds) Diversidad Biológica de Chile: 302-313. Comité Nacional de Diversidad Biológica, Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología, Santiago, Chile.

Peralta, M. 1975. Usos, clasificación y conservación de suelos. Servicio Agrícola y Ganadero. Gobierno de Chile. Santiago. 340 pp.

Pereira, HM. & COOPER, HD. 2006. Towards the global monitoring of biodiversity change. Trends in Ecology & Evolution 21: 123-129.

Philippi, R.A. 1964. Catálogo de las Aves Chilenas con su distribución geográfica. Investigaciones zoológicas Chilenas. 11: 1-79.

Pincheira-Donoso, D. & H. Núñez. 2005. Las especies chilenas del género *Liolaemus* Wiegmann. 1834 (Iguania: Tropiduridae: Liolaeminae). Taxonomía, sistemática y evolución. Publicación Ocasional, Museo Nacional de Historia Natural (Chile) 59: 1-486.

Pine, R. H; Miller, S.D y Schamberger, M.L. 1979. Contributions to the mammalogy of Chile. Mammalia. 43:339-376.

Rau J, Zuleta C, Gantz A, Saiz F, Cortes A, Yates L, Spotorno A & Couve E. 1998. Biodiversidad de artrópodos y vertebrados terrestres del Norte Grande de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 71: 527-554.

Rau, J. 1982. Situación de la bibliografía e información relativa a mamíferos Chilenos. Publicación ocasional, Museo Nacional de Historia Natural, Chile. 38: 29-51.

Ravenna, P., S. Teiller, J. Macaya, R. Rodríguez y O. Zöllner. 1998. Categorías de Conservación de las plantas bulbosas nativas de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47: 47 - 68.

Rottman, J. 1995. Guía de identificación de Aves de ambientes acuáticos. UNORCH, Chile. 80 pp.

Rottman, J. 1995. Guía de identificación de Aves de ambientes acuáticos. UNORCH, Chile. 80 pp.

Rouse, J.W., Haas, R.W., Schell, J.A., Deering, D.H. Y Harlan, J.C. (1974): Monitoring the vernal Advancement and retrogradacion (Greenwave effect) of natural vegetation. Type III Final Report. NASA/GSFCT. Geenbelt, MD. USA.

Ruiz, V. y Marchant, M. 2004. Ictiofauna de aguas continentales chilenas. Universidad de Concepción. Chile. 356 pp.

SAG, 2003. Cartilla de Caza. Servicio Agrícola y Ganadero, Departamento de los Recursos Naturales Renovables. 56 pp.

Sanderson, EW; Jaiteh, M; Levy, MA; Redford, KN; Wannebo, AV & Woolmer, G. 2002. The human footprint and the last of the wild. BioScience 52:891-904.

Sernageomin. 1999. Estudio Hidrogeológico del valle del Río Copiapó. Segmento Embalse Lautaro – Piedra Colgada.

Squeo F, Arancio G y Gutiérrez J. (Eds.). 2008. Libro rojo de la flora nativa y de los sitios prioritarios para su conservación: región de Atacama. Ed. U. de la Serena. 466 p.
Squeo, F., Arancio, G. Cortés, A. Hiriart, D. & D. López. 2006. Estudio de Línea Base de Recursos Bióticos Terrestres del AMCP Isla Grande de Atacama (Punta Morro – Desembocadura del Río Copiapó). Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas, La Serena, Chile. 111 pp.
Tamayo, M. y Frassinetti, D. 1980. Catálogo de los mamíferos fósiles y vivientes de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile. 37: 323-399.

Teder, T; Moora, M; Roosaluste, E; Zobel, C; Partel, M; Köljalg, R. & Zobel, M. 2007. Monitoring of biological diversity: a common – ground approach. Conservation Biology 21 (2): 313-317.

Valencia, J. y Veloso, A. 1981. Zoogeografía de los Saurios de Chile, proposiciones para un esquema ecológico de distribución. Medio ambiente 5. (1-2): 5-14.

Veloso, A. y Navarro, J. 1988. Lista sistemática y distribución geográfica de Anfibios y Reptiles de Chile. Bolletinodel Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino. 6: 481-539.

Vidal, M. y Labra, A. 2008. Herpetología de Chile. Editorial Science Verlage, Santiago de Chile. 600 pp.

Vila I, Fuentes L y Contreras M. 1999. Peces límnicos de Chile. Boletín del Museo de Historia Natural, Chile, 48: 61- 75.

6. ANEXOS

Anexo I. Resultados de monitoreo de calidad de aguas realizada por el SERNAGEOMIN entre 1995 y 1997. En gris mediciones fuera de norma.

Tramo	Nº Punto	Norte	Este	Fecha de muestreo	Mg	Na	Fe	Mn	SO4	Cl	B	TSD	Pb	pH	F
Río Manflas	136	6899372	403496	31-Ene_97											
	137	6895929	403820	31-Ene_97											
Río Pulido	126	6884791	415089	30-Ene_97											
	127	6886820	412367	30-Ene_97											
Río Jorquera	86	6897561	406114	08-May-96											
	135	6898713	407757	31-Ene_97											
Lautaro - La Puerta	5	6921041	391148	08-Ago-95											
	45	6907069	401081	07-Nov-95											
	46	6914110	398124	07-Nov-95											
	47	6915646	396952	08-Nov-95											
	48	6916879	394953	08-Nov-95											
	72	6905150	401450	10-Ene-96											
	73	6910006	400229	10-Ene-96											
	74	6912818	396518	10-Ene-96											
	100	6900487	404746	16-Ene-97											
	101	6906624	401052	16-Ene-97											
	102	6920132	392359	16-Ene-97											
	103	6921041	391148	16-Ene-97											
	104	6920913	390520	16-Ene-97											
	105	6920543	390848	16-Ene-97											
La Puerta - Mal Paso	10	6949936	376702	09-Ago-95											
	11	6948337	367138	09-Ago-95											
	29	6952212	375313	11-Ago-95											
	30	6946928	376634	11-Ago-95											
	31	6940988	378410	11-Ago-95											
	32	6938721	378906	11-Ago-95											
	33	6935263	381189	11-Ago-95											
	34	6929197	383953	11-Ago-95											
	35	6924682	387450	11-Ago-95											
	49	6927896	385819	08-Nov-95											
	50	6931870	382450	08-Nov-95											

Tramo	Nº Punto	Norte	Este	Fecha de muestreo	Mg	Na	Fe	Mn	SO4	Cl	B	TSD	Pb	pH	F
La Puerta - Mal Paso	51	6945315	376603	09-Nov-95											
	52	6953654	374592	09-Nov-95											
	77	6931870	382450	11-Ene-96											
	78	6946539	376437	11-Ene-96											
	83	6924253	388053	5-0ct-96											
	92	6927896	385819	08-May-96											
	106	6948059	376959	16-Ene-97											
	107	6947906	376904	16-Ene-97											
	108	6949696	376835	16-Ene-97											
	109	6952709	374810	17-Ene-97											
	110	6953189	374440	17-Ene-97											
	111	6951694	375400	17-Ene-97											
	112	6954143	374757	17-Ene-97											
	113	6954965	374891	17-Ene-97											
Mal Paso - Ciudad de Copiapó	23	6970077	368786	10-Ago-95											
	25	6968646	370892	11-Ago-95											
	26	6966981	373583	11-Ago-95											
	27	6962300	375000	11-Ago-95											
	28	6955843	375232	11-Ago-95											
	53	6958953	374512	09-Nov-95											
	54	6966344	374131	10-Nov-95											
	79	6955843	375232	11-Ene-96											
	84	6969112	370813	13-May-97											
	85	6969370	369853	13-May-97											
	89	6967055	373498	08-May-96											
	90	6959433	374223	08-May-96											
	91	6955970	375299	08-May-96											
	114	6957535	375023	28-Ene-97											
	115	6959433	374223	28-Ene-97											
	116	6967618	371861	28-Ene-97											
	117	6961201	374686	29-Ene_97											
	118	6960778	374416	29-Ene_97											
	119	6970179	366067	29-Ene_97											
	128	6968597	372453	30-Ene_97											
	129	6971623	369738	30-Ene_97											
	130	6968646	370892	30-Ene_97											
	131	6955970	375299	30-Ene_97											

	132	6970563	370403	30-Ene_97												
	133	6970999	368046	30-Ene_97												
	134	6971166	368992	30-Ene_97												

Tramo	Nº Punto	Norte	Este	Fecha de muestreo	Mg	Na	Fe	Mn	SO4	Cl	B	TSD	Pb	pH	F
Ciudad de Copiapó - Piedra Colgada	14	6977755	361399	10-Ago-95											
	16	6981063	352563	10-Ago-95											
	17	6980547	355134	10-Ago-95											
	18	6980952	358566	10-Ago-95											
	19	6980463	359484	10-Ago-95											
	20	6974386	364248	10-Ago-95											
	21	6975825	364308	10-Ago-95											
	22	6974479	365801	10-Ago-95											
	24	6972550	367050	11-Ago-95											
	55	6974995	365083	10-Nov-95											
	56	6974704	362984	10-Nov-95											
	57	6976748	361821	10-Nov-95											
	58	6976980	361650	10-Nov-95											
	59	6978449	361312	10-Nov-95											
	60	6979194	359812	10-Nov-95											
	61	6978883	358255	10-Nov-95											
	62	6979830	359770	10-Nov-95											
	63	6979911	357254	10-Nov-95											
	64	6976013	363591	10-Nov-95											
	65	6975386	364908	10-Nov-95											
	81	6979911	357254	11-Ene-96											
	88	6977328	361526	08-May-96											
	121	6974400	363258	29-Ene_97											
	122	6974704	362984	29-Ene_97											
	123	6976624	362733	29-Ene_97											
	124	6980176	360267	29-Ene_97											
	125	6980157	358311	29-Ene_97											
	138	6978608	356644	31-Ene_97											
	139	6980562	355163	31-Ene_97											

	140	6980185	354788	31-Ene_97											
Piedra Colgada - Angostura	15	6977511	352140	10-Ago-95											
	82	6977511	352140	11-Ene-96											
	87	6976563	345062	08-May-96											
	141	6977611	350182	31-Ene_97											
	142	6976009	344774	31-Ene_97											
	143	6975803	343401	01-Feb-97											

Fuente SERNAGEOMIN, 1999.

Anexo II

Sitios de muestreo para vertebrados en la cuenca del Río Copiapó.

	SITIOS	COORDENADAS (UTM, WGS 84)		
Numero		Oeste	Norte	ALTITUD
S1	Piedra Colgada 1	353894	6979282	265
S2	Piedra Colgada 2	352786	6978514	253
S3	Serranía Pobrete	349104	6975677	233
S4	Tranque Lautaro	402709	6904097	748
S5	Junta Río Manflas y Copiapó	403946	6901921	1161
S6	Río Manflas 1	403705	6887270	1470
S7	Río Manflas 2	405083	6868962	2890
S8	Río Jorquera	409933	6901230	1325
S9	Río Montosa 1	413679	6883657	1662
S10	Río Montosa 2	427305	6868848	2800
S11	Río El Potro	424384	6879332	2014
S12	Río Pulido 1	420438	6882338	2013
S13	Río Pulido 2	426249	6889941	2095
S14	Río Ramadillas	426618	6890214	2092
S15	Río Pulido 3	428157	6895891	2353
S16	Río Pulido 4	434487	6903023	2778
S17	Río Pircas Coloradas 1	440111	6901588	2999
S18	Río Pircas Coloradas 2	442304	6899444	2971
S19	Vega Pircas Coloradas	445457	6899132	3700
S20	Río Cachitos	451259	6908684	3278
S21	Junta Río de la Gallina y Pircas Negras	465366	6909647	3289
S22	Río Turbio 1	460512	6913042	3159
S23	Río Turbio 2	449300	6930640	2814
S24	Río Fiqueroa 1, roquerío	451680	6948176	3006
S25	Río Figueroa 2, vega	451928	6947724	2904
S26	Caspiche	471030	6937429	4300
S27	Mina Refugio (pancho guanaco)	469050	6955485	3900
S28	Quebrada las Guanacas	465004	6945674	3586
S29	Sector Mina La Coipa (Mina Purén)	475585	7037305	4180
S30	Quebrada San Andrés 1	438469	7013830	2398
S31	Quebrada San Andrés 2	447357	7022428	2668
S32	Sector La Pepa	470496	7007483	3327

Anexo III

Listado Florístico de la Cuenca del Río Copiapó, Provincia de Copiapó, Región de Atacama, Diciembre 2008.

DIVISIÓN						
	CLASE					
		FAMILIA				
			Especie	Nombre vernacular	Origen	Est. Conser.	Forma de Vida
POLYPODIOPHYTA							
	SPHENOPSIDA						
		EQUISETACEAE					
			Equisetum bogotense H.B.K.	yerba del platero;	Autóctona	SI (IC)	Gr
			Equisetum giganteum L.	limpia plata; canutillo	Autóctona	SI (EP)	Gr
PINOPHYTA							
	GNETOPSIDA						
		EPHEDRACEAE					
			Ephedra breana Phil.	pingo - pingo	Autóctona	SP	naF
MAGNOLIOPHYTA							
	LILIOPSIDA						
		AMARYLLIDACEAE					
			Alstroemeria andina Phil.	lirio	Autóctona	SI (FP)	Gr
		CYPERACEAE					
			Carex gayana Desv.	pasto de vega	Autóctona	SI	Gr
			Carex sp.	----	Autóctona	SI	Gr
			Eleocharis albibracteata Nees et Meyen ex Kunth	----	Autóctona	SI	Gr
			Scirpus acaulis Phil.	----	Autóctona	SI(IC)	Gr
			Scirpus asper J. et K. Presl	estoquillo; ñocha	Autóctona	SI(IC)	Gr
			Scirpus californicus (C.A. Mey.) Steud.	estoquillo; ñocha	Autóctona	SI	Gr
			Scirpus cernuus Vahl	----	Autóctona	SI	Gr
			Scirpus sp.	----	Autóctona	SI	Gr
		IRIDACEAE					
			Sisyrinchium azureum Phil..	----	Autóctona	SI(IC)	Gr
		JUNCACEAE					
			Juncus balticus Willd. var. *montanus*	junquillo	Autóctona	SI	Gr
			Juncus scheuchzerioides Gaud.	----	Autóctona	SI(NE)	Gr
			Oxychloe aff. andina Phil.	pak'o; pak'o macho	Autóctona	SI	Kc
			Patosia clandestina (Phil.) Buch.	vega en champa	Autóctona	SI	Kc
		POACEAE					
			Bromus setifolius J. Presl	----	Autóctona	SI	H
			Bromus sp.	----	Autóctona	SI	H
			Cortaderia jubata (Lemoine) Stapf	cortadera	Autóctona	SI	H
			Deschampsia caespitosa (L.) P. Beauv.	paja de agua	Autóctona	SI	H
			Deyeuxia velutina Nees et Meyen	pajonal	Autóctona	SI	H
			Festuca sp.	pajonal	Autóctona	SI	H
			Hordeum pubiflorum Hook. f.	cebadilla	Autóctona	SI(IC)	H

DIVISIÓN					
CLASE					
FAMILIA					
Especie	Nombre vernacular	Origen	Est. Conser.	Forma de Vida	
Muhlenbergia asperifolia (Nees et Meyen ex Trin.) Parodi	----	Autóctona	SI	Gr	
Pennisetum clandestinum Hochst. ex Chiov.	chepica	Alóctona	NC	Gr	
Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud.	carrizo	Autóctona	SI	Gr	
Poa pratensis L.	piojillo	Alóctona	NC	H	
Polypogon linearis Trin.	cola de ratón	Autóctona	SI	H	
Puccinellia sp.	----	Autóctona	SI	Gr	
Stipa atacamensis Parodi	paja; pajonal	Autóctona	SI	H	
Stipa chrysophylla Desv.	pajonal	Autóctona	SI	H	
Stipa pogonathera Desv.	pajonal	Autóctona	SI	H	
Stipa speciosa Trin. et Rupr.	pajonal	Autóctona	SI	H	
Stipa tortuosa Desv.	nudillo	Autóctona	SI	H	
POTAMOGETONACEAE					
Potamogeton strictus Phil.	hierba del pato	Autóctona	SI	hs	
TYPHACEAE					
Typha angustifolia L.	totora	Autóctona	SI	Gr	
MAGNOLIOPSIDA					
ANACARDIACEAE					
Schinus molle L.	pimiento boliviano	Autóctona	SP	meF	
Schinus polygamus (Cav.) Cabr.	huingán; molle	Autóctona	SP	naF	
APIACEAE					
Apium andinum Phil.	apio de cordillera	Autóctona	SI	H	
Azorella cryptantha (Clos) Reiche	llaretilla	Autóctona	SP	Cp	
Azorella madreporica Clos	llareta	Autóctona	SP	Cp	
Gymnophyton flexuosum Clos	bío-bío	Autóctona	SP	C	
ASCLEPIADACEAE					
Cynanchum viride (Phil.) Reiche	----	Autóctona	SI	K	
ASTERACEAE					
Baccharis salicifolia (R. et P.) Pers.	chilca; daín	Autóctona	SP	naF	
Centaurea cachinalensis Phil.	flor del minero	Autóctona	SP	C	
Chaetanthera acerosa (Remy) B. et H. ex Griseb.	flor de la puna	Autóctona	SI	Gc	
Chaetanthera glabrata (DC.) Meigen	chinita	Autóctona	SI	T	
Chaetanthera lanata (Phil.) Johnst.	china; chinita	Autóctona	SI	H	
Chaetanthera linearis Poepp. ex Less.	chinita	Autóctona	SI	T	
Chaetanthera minuta (Phil.) Cabr.	flor de la puna	Autóctona	SI	T	
Chaetanthera pulvinata (Phil.) Haum.	flor de la puna	Autóctona	SI	Gc	
Chaetanthera sp.	flor de la puna	Autóctona	SI	H	
Chaetanthera sphaeroidalis (Reiche) Hicken	flor de puna	Autóctona	SI	Gc	
Conyza bonariensis (L.) Cronq.	huilmo	Autóctona	SI	T	
Doniophyton patagonicum (Phil.) Hieron.	----	Autóctona	SI	T	
Gnaphalium sp.	----	Autóctona	SI	H	
Haplopappus baylahuen Remy	baylahuén	Autóctona	SP	C	
Hypochoeris acaulis (Remy) Britton	----	Autóctona	SI	H	
Leucheria polyclados (Remy) Reiche	----	Autóctona	SI	H	

DIVISIÓN					
CLASE					
FAMILIA					
Especie	Nombre vernacular	Origen	Est. Conser.	Forma de Vida	
Pachylaena rosea Johnst.	mano de león	Autóctona	SI	Gr	
Perezia atacamensis (Phil.) Reiche	marancel	Autóctona	SI	H	
Perityle emoryi Torr.	margarita; manzanilla	Autóctona	SI	T	
Polyachyrus carduoides Phil.	borlón de alforja	Autóctona	SP	C	
Proustia ilicifolia H. et A.	olivillo	Autóctona	SP	naF	
Spilanthes leiocarpa DC.	-----	Alóctona	NC	H	
Senecio johnstonianus Cabr.	pata de pajarito	Autóctona	SI	K	
Senecio oreophyton Remy	chachacoma	Autóctona	SP	C	
Senecio proteus Remy	----	Autóctona	SP	C	
Senecio sp.	----	Autóctona	SP	C	
Senecio volckmannii Phil.	----	Autóctona	SP	C	
Sonchus sp.	ñilhue	Autóctona	SI	T	
Tessaria absinthioides (H. et A.) DC.	brea	Autóctona	SI	Gr	
Werneria pygmaea Gill. ex H. et A.	----	Autóctona	SI	Gr	
BIGNONIACEAE					
Argylia potentillifolia DC.	----	Autóctona	SI	Gt	
Argylia sp.	----	Autóctona	SI	Gt	
BORAGINACEAE					
Cryptantha sp.	ortiguilla	Autóctona	SI	T	
Heliotropium chenopodiaceum (A.DC.) Clos	----	Autóctona	SP	C	
BRASSICACEAE					
Descurainia sp.	----	Autóctona	SI	T	
Hirschfeldia incana (L.) Lagrése - Fossat	mostacilla	Alóctona	NC	T	
Menonvillea cuneata (Gill. et Hook.) Rollins	----	Autóctona	SI	Gr	
Nasturtium officinale R. Br.	berro	Alóctona	NC	Gr	
Schizopetalon rupestre (Barn.) Reiche	----	Autóctona	SI	T	
BUDDLEJACEAE					
Buddleja suaveolens Kunth et Bouché	acerillo	Autóctona	SP	naF	
CACTACEAE					
Eriosyce spinibarbis Riit.	sandillón	Autóctona	SI	SK	
Opuntia glomerata Haw.	tunilla	Autóctona	SI	SK	
Pyrrhocactus vallenarensis F. Ritter	quisquito	Autóctona	IC®	SK	
CALYCERACEAE					
Nastanthus caespitosus (Phil.) Reiche	repollo de cordillera	Autóctona	SI	T	
CAMPANULACEAE					
Pratia repens Gaud.	----	Autóctona	SI	H	
CARYOPHYLLACEAE					
Arenaria serpens H.B.K.	----	Autóctona	SI	Khpr	
Spergularia pissisii (Phil.) Johnst.	----	Autóctona	SI	H	
Spergularia sp.	----	Autóctona	SI	Khpr	
CHENOPODIACEAE					
Atriplex deserticola Phil.	cachiyuyo	Autóctona	SP	naF	
Atriplex imbricata (Moq.) Dietr.	cachiyuyo chico	Autóctona	SI	naF	
Bassia hyssopifolia (Pallas) O.K.	----	Alóctona	NC	H	

DIVISIÓN					
CLASE					
FAMILIA					
	Especie	Nombre vernacular	Origen	Est. Conser.	Forma de Vida
	Chenopodium murale L.	quinhuilla	Alóctona	NC	T
CONVOLVULACEAE					
	Convolvulus arvensis L.	correhuela	Alóctona	NC	Gr
EUPHORBIACEAE					
	Euphorbia collina Phil.	pichoa	Autóctona	SI	H
FABACEAE					
	Acacia caven (Mol.) Mol.	espino; churqui	Autóctona	SP	miF
	Adesmia aegiceras Phil.	cuerno; espina de cuerno	Autóctona	SP	C
	Adesmia aphylla Clos	panza de burro	Autóctona	SP	naF
	Adesmia argyrophylla Phil.	varilla	Autóctona	SP	naF
	Adesmia bracteata H. et A.	----	Autóctona	SP	C
	Adesmia echinus K. Presl	espina de cuerno	Autóctona	SP	C
	Adesmia hystrix Phil.	varilla brava	Autóctona	SP	naF
	Adesmia kingii Phil.	----	Autóctona	SP	C
	Adesmia sp. 1	-----	Autóctona	SP	naF
	Adesmia sp. 2	----	Autóctona	SP	H
	Adesmia sp. 3		Autóctona	SP	C
	Adesmia spuma Werd. ex Burk.	----	Autóctona	SI	H
	Adesmia subterranea Clos	cuerno	Autóctona	SP	naF
	Astragalus sp.	yerba loca	Autóctona	SI	H
	Geoffroea decorticans (Gill. ex H. et A.) Burk.	chañar	Autóctona	SP	naF
	Hoffmanseggia glauca (Ort.) Eifert	----	Autóctona	SI	Gr
	Lupinus microcarpus Sims	hirba del traro	Autóctona	SI	T
	Medicago lupulina L.	lupulina	Alóctona	NC	T
	Melilotus indica (L.) All.	trevillo amarillo	Alóctona	NC	T
	Prosopis chilensis (Mol.) Stuntz	algarrobo	Autóctona	V	meF
	Senna urmenetae (Phil.) Irw. et Barneby	alcaparra	Autóctona	SP	naF
GENTIANACEAE					
	Gentiana prostrata Haenke	----	Autóctona	SI	T
	Gentianella coquimbensis (Briq.) Martic. et Quezada	----	Autóctona	SI	H
HALORAGACEAE					
	Myriophyllum aquaticum (Vell.) Verdc.	hierba del pato	Autóctona	SI	hs
HYDROPHYLLACEAE					
	Phacelia cumingii (Benth.) A. Gray	cuncuna	Autóctona	SI	T
KRAMERIACEAE					
	Krameria cistoidea H. et A.	pacul	Autóctona	SP	C
LAMIACEAE					
	Kurzamra pulchella (Clos.) O.K.	poleo de cordillera	Autóctona	SI	Gr
	Mentha citrata Ehrh.	hierba buena	Alóctona	NC	Gr
	Mentha spicata L.	menta	Alóctona	NC	Gr
LOASACEAE					
	Cajophora coronata (Gill. ex Arn.) H. et A.	ortiga caballuna	Autóctona	SI	T
LYTHRACEAE					
	Pleurophora pungens D. Don	pico de ganilla	Autóctona	SP	C

DIVISIÓN

CLASE

Especie	Nombre vernacular	Origen	Est. Conser.	Forma de Vida
MALESHERBIACEAE				
Malesherbia lactea Phil.	----	Autóctona	SI	Gr
Malesherbia lirana Gay var. *bracteata*	----	Autóctona	SI	H
Malesherbia lirana Gay	----	Autóctona	SI	H
Malesherbia multiflora Ricardi	----	Autóctona	SI	T
Malesherbia rugosa Gay	----	Autóctona	SI	H
MALPIGHIACEAE				
Dinemagonum gayanum A.H.L. Juss.	----	Autóctona	SP	C
Dinemandra glaberrima A.H.L. Juss.	----	Autóctona	SP	C
MALVACEAE				
Cristaria andicola Gay	malvilla	Autóctona	SI	H
Cristaria cyanea Phil. ex E. Baker	malvilla	Autóctona	SI	T
Nototriche holosericea A.W. Hill	----	Autóctona	SI	H
NOLANACEAE				
Nolana leptophylla (Miers) Johnst.	suspiro	Autóctona	SP	C
ONAGRACEAE				
Gayophytum micranthum H. et A.	----	Autóctona	SI	T
Ludwigia peploides (H.B.K.) Raven ssp. *montevidensis*	----	Autóctona	SI	hf
OXALIDACEAE				
Oxalis sp.	vinagrillo	Autóctona	SI	T
PLANTAGINACEAE				
Plantago australis Lam.	----	Autóctona	SI	H
Plantago major L.	llantén	Alóctona	NC	H
POLEMONIACEAE				
Gilia crassifolia Benth.	----	Autóctona	SI	T
POLYGONACEAE				
Chorizanthe commisuralis Remy	dichilla	Autóctona	SI	T
Muehlenbeckia hastulata (J.E. Sm.) Johnst.	quilo; mollaca	Autóctona	SP	Cl
Oxytheca dendroidea Nutt. ssp. *chilensis*	----	Autóctona	SI	T
PORTULACACEAE				
Calandrinia calycina Phil.	renilla	Autóctona	SI	T
Calandrinia discolor Schrad.	renilla	Autóctona	SI	K
Calandrinia picta Gill. ex Arn.	----	Autóctona	SI	Gr
Calandrinia salsoloides Barn.	aguanosa	Autóctona	SI	K
Calandrinia sericea H. et A.	----	Autóctona	SI	H
Lenzia chamaepitys Phil.	----	Autóctona	SI	Gr
PRIMULACEAE				
Anagallis alternifolia Cav.	----	Autóctona	SI	H
RANUNCULACEAE				
Ranunculus cymbalaria Pursh	botón de oro	Autóctona	SI	Khpr
ROSACEAE				
Acaena magellanica (Lam.) Vahl	pimpinela	Autóctona	SI	Cs
RUBIACEAE				

DIVISIÓN					
CLASE					
FAMILIA					
	Especie	Nombre vernacular	Origen	Est. Conser.	Forma de Vida
	Cruckshanksia hymenodon H. et A.	rosita de cordillera	Autóctona	SI	H
	Oreopolus glacialis (P. et E.) Ricardi	rosa de la cordillera	Autóctona	SI	H
SALICACEAE					
	Salix humboldtiana Willd.	sauce amargo	Autóctona	SP	meF
SAXIFRAGACEAE					
	Escallonia angustifolia K. Presl. var. *coquimbensis*	berraco	Autóctona	SP	naF
SCROPHULARIACEAE					
	Agalinis linarioides (Cham. et Schlecht.) D'Arcy	----	Autóctona	SI	K
	Calceolaria filicaulis Clos	----	Autóctona	SI	H
	Calceolaria pinifolia Cav.	capachito	Autóctona	SP	C
	Calceolaria sp.	capachito	Autóctona	SP	K
	Mimulus depressus Phil.	placa	Autóctona	SI	Gr
	Mimulus glabratus H.B.K. var. *parviflorus*	berro amarillo; placa	Autóctona	SI	Gr
	Mimulus luteus L.	----	Autóctona	SI	Gr
	Parentucellia viscosa (L.) Caruel	----	Alóctona	NC	H
	Veronica anagallis-aquatica L.	verónica	Alóctona	NC	Gr
SOLANACEAE					
	Fabiana imbricata R. et P.	tola	Autóctona	SP	naF
	Jaborosa caulescens Gill. et Hook. var. *bipinnatifida*	----	Autóctona	SI	Gr
	Lycium minutifolium Remy	carpiche	Autóctona	SP	naF
	Nicotiana acuminata (Graham) Hook.	tabaco cimarrón	Autóctona	SI	T
	Phrodus microphyllus (Miers) Miers	----	Autóctona	SP	C
	Schizanthus integrifolius Phil.	pajarito	Autóctona	SI	T
	Solanum elaeagnifolium Cav. var. *leprosum*	jaboncillo; tomatillo	Autóctona	SI	Gr
	Solanum phyllanthum Cav.	tomatillo; chavalongo	Autóctona	SI	T
	Trechonaetes laciniata Miers.	----	Autóctona	SI(IC)	H
URTICACEAE					
	Urtica mollis Steud.	ortiga	Autóctona	SI	H
VERBENACEAE					
	Junellia uniflora (Phil.) Mold.	----	Autóctona	SP	Ck
	Phyla reptans (H.B.K.) Greene	----	Alóctona	NC	Khpr
	Verbena bonariensis L.	tres esquinas	Autóctona	SI	T
VIVIANIACEAE					
	Viviania marifolia Cav.	oreganillo	Autóctona	SP	C
ZYGOPHYLLACEAE					
	Bulnesia chilensis Gay	retama	Autóctona	SP	naF
	Pintoa chilensis Gay		Autóctona	V(EP)	C

Anexo IV

Atributos de los polígonos de vegetación discriminados en el humedal de la desembocadura del río Copiapó, diciembre 2008

Nº	Vegetación Actual	Especies Dominantes	Perimetro (km)	Area (ha)
1	LB3 H3 H4	GD, ta, ds	0,43	1,48
2	H4 H4	ta, ds	0,27	0,68
3	H6	ty pa	2,11	12,06
4	LB3 H3 H3	Bs, ta, ds	0,43	1,20
5	LA3 LA2 LB2 H3 H3	GD, GD, BS Ad, ta, ds	0,37	0,96
6	LB2 LB3	GD, Sf Fc	0,58	1,13
7	LB2	Ns	1,03	4,51
8	LB2	Ns	1,21	4,30
9	ZI	Camino	0,43	0,47
10	LA H5	GD ds	0,59	1,01
11	LA5 LB3 H2 H3	GD, Bs, Ad, ta, ds	0,43	0,43
12	H3 H5	ta, ds	0,53	1,34
13	LA3 H2 H3	GD ta ds	0,21	0,11
14	LA5 H3	GD ds	0,11	0,16
15	H2	ds	0,32	0,88
16	H6	ty pa	1,64	12,32
17	H5	ty pa	3,76	18,13
18	H2 H5	ta, ds	0,28	0,61
19	H2 H5	ta, ds	0,23	0,47
20	H2 H5	ta, ds	1,10	5,87
21	H2 H5	ta, ds	0,11	0,07
22	H4 H4	ta, ds	2,79	12,98
23	H4 H4	ta, ds	0,44	0,60
24	H2 H4	ta, ds ml	0,18	0,16
25	H3 H3 H2	ja, ta, ds	0,38	1,01
26	H3 H3	ta, ds	1,38	8,09
27	LB1 H4 H4	PC, ta, ds	1,93	19,81

Atributos de los polígonos de vegetación discriminados en el humedal de la desembocadura del río Copiapó, diciembre 2008 (Continuación)

Nº	Vegetación Actual	Especies Dominantes	Perimetro (km)	Area (ha)
28	H_4 H_2	ds ta	1,53	11,90
29	LB_2	Nd	0,70	2,79
30	$(H)_4$	ta, sc, ty	0,52	1,36
31	LB_3	Nr, Su	1,00	5,27
32	$(H)_4$	ta, sc, ty	0,60	1,76
33	$\overline{LA}_4$ $[H]_3$ H_4 LB_2	GD, ta, ds ct,Sf	0,32	1,06
34	Salina	Sales	0,12	0,17
35	Salina	Sales	0,06	0,04
36	LB_4	Sf	0,20	0,42
37	LB_4 H_2	Sf, ds	1,03	3,00
38	Salina	Sales	0,21	0,21
39	Salina	Sales	0,58	2,41
40	H_3	rm ds	0,57	1,04
41	$[LB]_3$ $(H)_2$ H_3 H_5	Bs, ja, ta, ds	1,04	4,86
42	$[H]_4$ H_4	ta, ds	0,53	2,45
43	LB_4 $[H]_3$ H_5	Sf, ta, ds	1,31	4,04
44	H_5	ds	0,44	0,82
45	$\overline{LA}_5$ $[H]_2$ H_2 $(LB)_2$	GD, ta, ds, Ad, Sf	0,42	0,41
46	$\overline{LA}_4$ $(LB)_3$ H_3 H_4 LB_2	PC GD, Bs, ta, ds, Fc	0,63	3,50
47	H_4	ds ct	0,53	1,54
48	LB_4	Sf	0,17	0,42
49	H_4	ds ct	0,97	3,13
50	LB_5 H_4	Sf, ds	3,32	16,56
51	LB_3 H_2	Sf, ds	0,44	1,85
52	LB_4 H_2	Sf, ds	0,29	0,78
53	LB_4 H_2	Sf, ds	0,62	1,45
54	$[LB]_4$ H_3 H_3	Sf, ta,ds	0,38	1,49
55	LB_4 H_2 H_5	Sf, ta, ds ct	3,02	10,56
27	$(LB)_1$ $[H]_4$ H_4	PC, ta, ds	1,93	19,81

Atributos de los polígonos de vegetación discriminados en el humedal de la desembocadura del río Copiapó, diciembre 2008 (Continuación)

Nº	Vegetación Actual	Especies Dominantes	Perimetro (km)	Area (ha)
56	(LB)$_2$ LB$_3$ H$_3$	Al, Nr, cp	1,56	21,33
57	H$_3$	rm ds	0,13	0,08
58	H$_2$ H$_3$ H$_2$	ta, ds, pc	0,52	2,35
59	H$_3$ H$_3$ H$_2$	ta, ds, pc	0,48	2,11
60	(LB)$_2$ H$_4$ H$_5$ H$_2$	PC, ta, ds, pc	0,47	2,53
61	H$_4$	ds ct	0,51	1,77
62	(LB)$_2$ LB$_3$ H$_3$	Al, Nr, cp	1,08	1,58
63	LB$_3$ H$_5$	sf, ds ct	0,77	0,83
64	(LB)$_2$ LB$_3$ H$_3$	Al, Nr, cp	1,35	2,49
65	LB$_1$ [H]$_3$ H$_5$	Aa, ta, ds	0,34	1,18
66	LA$_5$ [H]$_2$ H$_2$	GD, ta, ds	0,53	0,85
67	LA$_3$ LB$_2$	GD, sf	0,50	1,25
68	LA$_3$ [LB]$_4$ H$_5$	GD, ta, ds	0,42	1,50
69	ZI	Camino	0,13	0,10
70	LB$_1$ LB$_2$ H$_3$	Nc Sf, Fc, ds	1,64	6,85
71	(H)$_5$	ty	0,07	0,03
72	LB$_3$ H$_2$	Sf, ds	2,09	7,94
73	(H)$_1$ H$_3$ H$_5$	ja,ta, ds	0,84	1,57
74	(H)$_2$ H$_3$ H$_4$	ty pa ja, ta, ds	0,36	0,86
75	(H)$_1$ H$_3$ H$_5$	ja,ta, ds	0,62	1,85
76	[H]$_2$ H$_3$ H$_4$	ja, ta, ds	0,33	0,67
77	(LB)$_5$ H$_3$ H$_4$	Al, ta, ds	0,92	2,69
78	(LB)$_2$ LB$_3$ H$_3$	Al, Nr, cp	4,12	26,56
79	ZI	Camino	7,07	4,99
80	LB$_2$ H$_3$ H$_2$	Sf, ta, ds ct	1,61	5,64
81	H$_3$ H$_5$	ta, ds	0,26	0,36
82	H$_4$ H$_5$ H$_2$	ta, ds, pc	0,81	2,49

Atributos de los polígonos de vegetación discriminados en el humedal de la desembocadura del río Copiapó, diciembre 2008 (Final).

Nº	Vegetación Actual	Especies Dominantes	Perimetro (km)	Area (ha)
83	LB$_2$ H$_2$ H$_4$	AC, ta, ds	0,70	1,39
84	Agua	Agua rio copiapo desembocadura	0,38	0,23
85	H$_3$ H$_2$	ta, cr ds	0,94	2,77
86	LB$_2$ H$_2$	Nr, Ns, ct	0,82	3,49
87	LB$_2$ H$_2$ H$_4$	AC, ta, ds	0,66	2,12
88	LB$_4$ H$_1$ H$_2$	Ps ta ds	0,38	0,97
89	LB$_2$ LB$_1$	Pf Ns, Fc	0,61	1,17
90	LB$_3$ H$_3$ H$_4$	Ns Sa, ta, ds	0,22	0,17
91	LB$_2$	Ns	0,41	1,37
92	LB$_2$ (H)$_3$ H$_5$	Sf, ja, ds,	0,87	4,44
93	ZI	Infraestructura (casa y corrales)	0,02	0,01
94	LB$_3$	Nr	1,15	3,82
95	LB$_3$	Su	0,27	0,64
96	LB$_2$ LB$_3$	GD, Sf Fc	0,06	0,04
97	LB$_2$	Nd	0,19	0,17
98	LA$_4$ H$_3$ H$_4$	GD, ta, ds	0,13	0,18
99	LB$_3$	Su	0,26	0,24
100	H$_5$	ds	0,36	0,78
101	ZI	Infraestructura (Puente)	0,14	0,19
102	LB$_2$	Ns	1,98	6,86
103	LA$_2$ (LB)$_3$ H$_3$ H$_3$	GD, Bs,ta, ds	0,81	2,43
Superficie Total Humedal de Copiapó evaluada			332,06	

Anexo V

Localidades muestreadas dentro de cada subcuenca

Río Copiapó bajo	Piedra Colgada 1
	Piedra Colgada 2
	Serranía Pobrete
Río Copiapó medio	Tranque Lautaro
	Junta Río Manflas y Copiapó
Río Manflas	Río Manflas 1
	Río Manflas 2
Río Jorquera	Río Jorquera
	Río Cachitos
	Junta Río de la Gallina y Pircas Negras
	Río Turbio 1
	Río Turbio 2
	Río Fiqueroa 1, roqueríos
	Río Figueroa 2, vega
	Caspiche
	Mina Refugio (pancho guanaco)
	Quebrada las Guanacas
Río Pulido	Río Montosa 1
	Río Montosa 2
	Río El Potro
	Río Pulido 1
	Río Pulido 2
	Río Ramadillas
	Río Pulido 3
	Río Pulido 4
	Río Pircas Coloradas 1
	Río Pircas Coloradas 2
	Vega Pircas Coloradas

Resumen de riqueza total, número de especies amenazadas, especies exóticas y endémicas por subcuencas.

subcuencas	riqueza total	especies amenazadas	Especies exóticas	especies endémicas
Río Copiapó Bajo	20	4,7	0,5	5,0
Río Copiapó Medio	14	3	4,5	3,0
Río Manflas	36	7	4	3,5
Río Jorquera	17,3	3,2	1,50	1,2
Río Pulido	12,7	2,2	0,4	2,4
Paipote	9	3,5	0,75	1,8

Anexo VI

Coordenadas UTM de los puntos de muestreo

No. Polígono	Punto	Este	Norte	ALTURA (m)
2	788	324180	6974161	109
3	773	353070	6979057	262
6	510	405083	6868962	2890
8	502	424384	6879332	2014
8	509	427305	6868848	2800
9	501	420438	6882338	2013
9	503	426618	6890214	2092
9	505	428157	6895891	2353
10	508	434487	6903023	2778
10	512	442304	6899444	2971
10	513	440111	6901588	2999
11	515	451259	6908684	3278
12	516	465366	6909647	3289
13	514	451680	6948176	3006
13	705	455058	6950443	3235
15	756	447750	7002775	2521
15	764	436701	6994941	2041
15	770	431878	7000456	1743
16	506	438469	7013830	2398
16	507	447357	7022428	2668
17	520	475585	7037305	4180
17	740	478080	7031606	4200
18	517	465004	6945674	3586
18	519	469050	6955485	3900
18	521	471030	6937429	4300

Folio013976

CATÁLOGO DIGITAL DE LA FAUNA DE LA REGIÓN DE ATACAMA

Quebrada Algarrobal – Quebrada Guamanga – Monte Amargo



AGRUPACIÓN CULTURAL RUPHAY

EDUARDO HERRERA CABALLERO

INTRODUCCIÓN

Nombre del Proyecto:

Construcción Catálogo Digital de la Fauna de Atacama, de 3 Sitios Prioritarios de Conservación del Libro Rojo

Organización Responsable: Agrupación Cultural Ruphay.

Proyecto financiado por el Gobierno Regional de Atacama, Glosa del 6% de actividades sociales y medio ambiente.

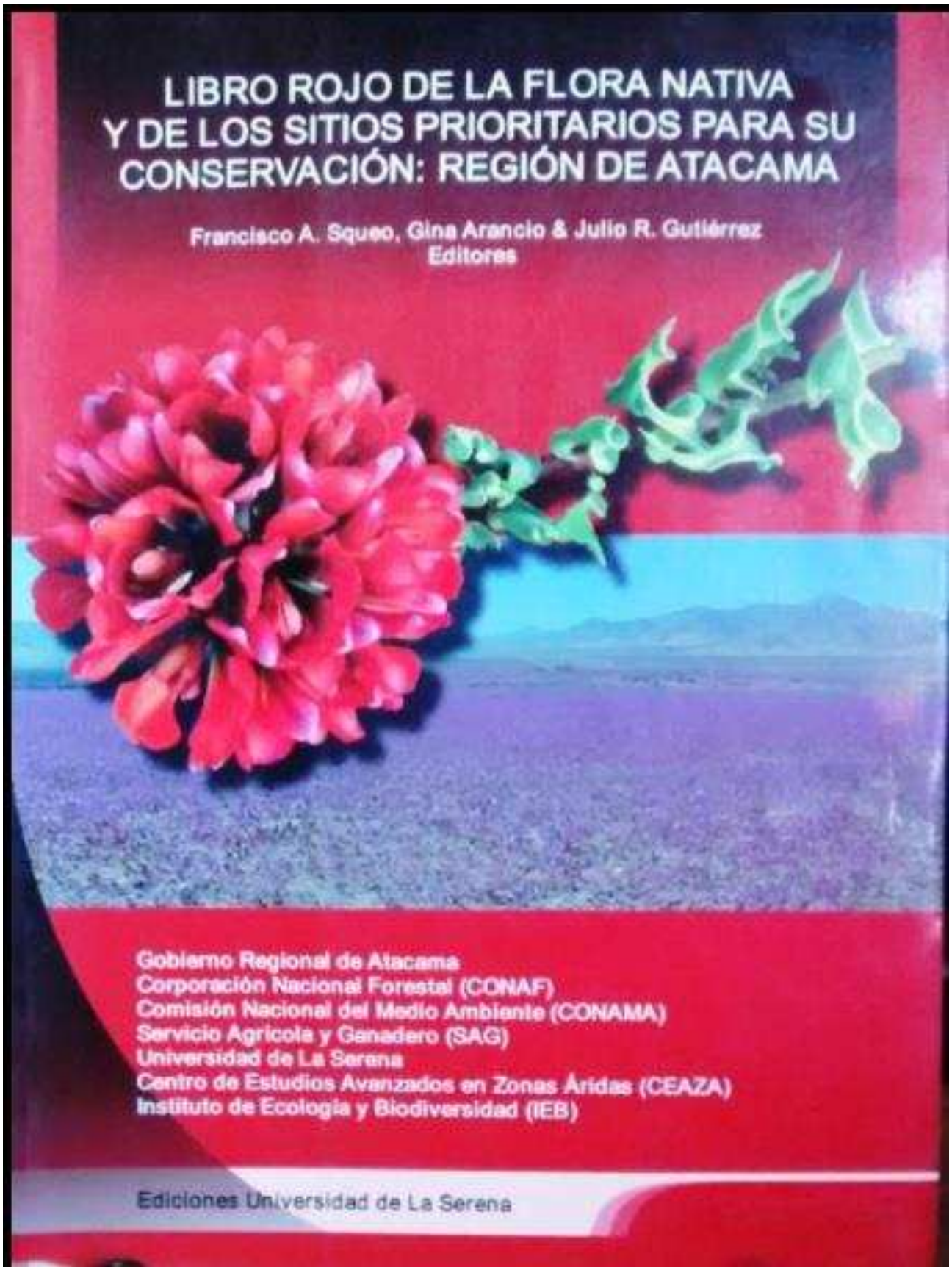
El proyecto consiste en construir un catálogo digital de la fauna vertebrada de 3 sitios prioritarios para la conservación identificados en el Libro Rojo de Atacama.

Los Sitios Prioritarios para la realización del estudio son:

- Quebrada Guamanga en la Comuna de Chañaral.
- Quebrada Algarrobal en la comuna de Vallenar
- Monte Amargo en la comuna de Copiapó que colinda con la comuna de Caldera.

Equipo:
Investigación y Redacción: Eduardo Herrera C.
Audiovisual: Kunza Producciones
Difusión: Jessica Acuña Neira
Coordinación: Raúl Miranda Silva

Libro Rojo


LIBRO ROJO DE LA FLORA NATIVA
Y DE LOS SITIOS PRIORITARIOS PARA SU
CONSERVACIÓN: REGIÓN DE ATACAMA
Francisco A. Squeo, Gina Arancio & Julio R. Gutiérrez
Editores
Gobierno Regional de Atacama
Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA)
Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)
Universidad de La Serena
Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA)
Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB)
Ediciones Universidad de La Serena

El Libro Rojo de la Flora Nativa (2008), nos entrega los antecedentes para conocer la Flora de Atacama y da cuenta de los 28 Sitios Prioritarios que, desde la perspectiva de la flora, es necesario resguardar y promover.

Señala que del total de las 980 especies de flora nativa presentes en Atacama, 94 de ellas están con problemas de conservación, en peligro de extinción o vulnerables, y es en ellas que debemos focalizar esfuerzos para su oportuna y debida protección. Asimismo, de esas 980 especies nativas resulta relevante que hay 77 especies que sólo existen en nuestra región.

En el mismo libro se sugiere avanzar en el ***Libro Rojo de la Fauna de Atacama***, una tarea pendiente de parte del Estado y esperamos que este Catálogo sea útil para su realización.

Folio013980

ESTRATEGIA Y PLAN DE ACCIÓN PARA LA CONSERVACIÓN Y USO SUSTENTABLE DE LA BIODIVERSIDAD DE ATACAMA

2010 - 2017



Comité Regional de Biodiversidad

"Conservando para Chile los ecosistemas de las Zonas Áridas"

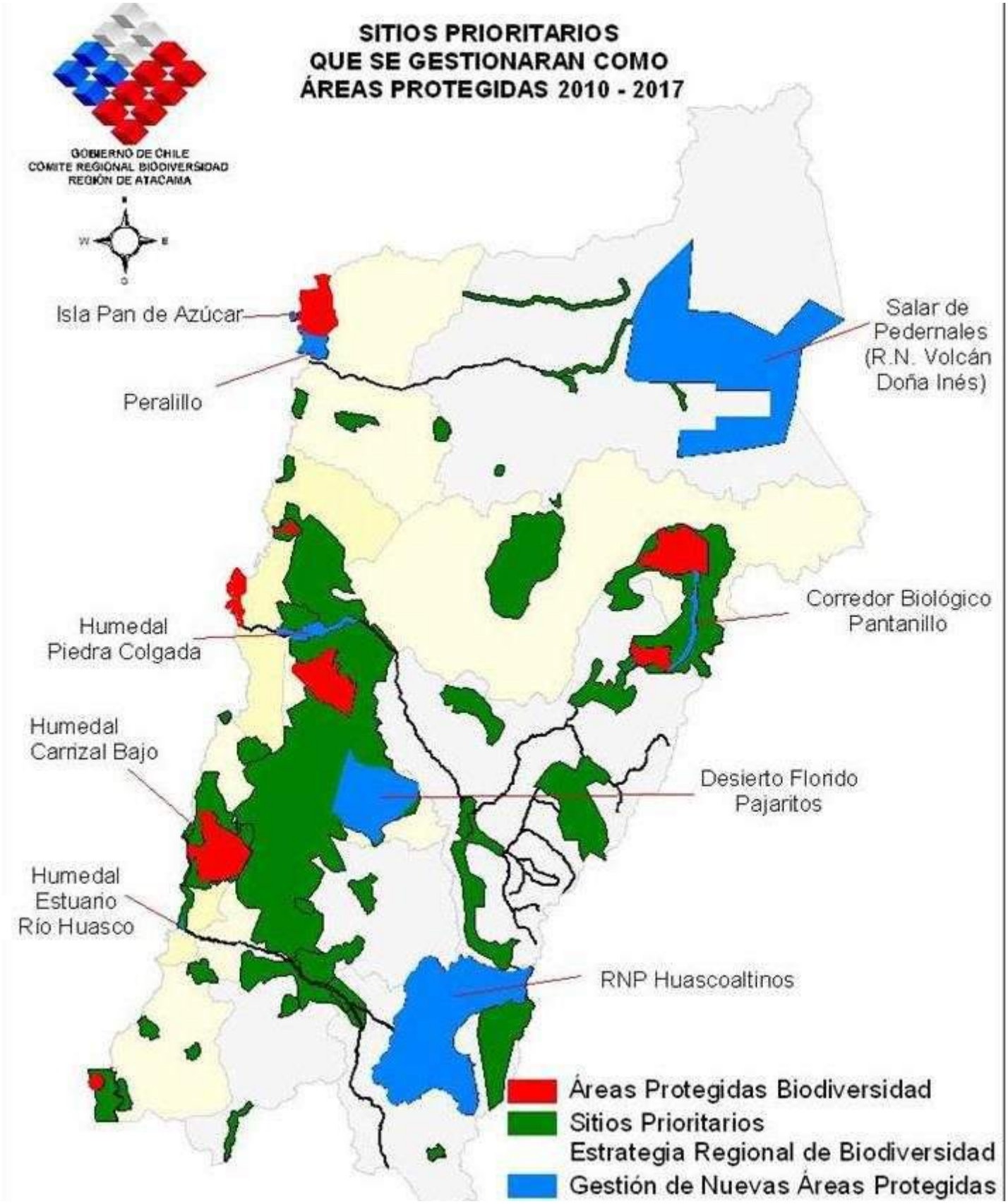
2009

Estrategia y Plan de Acción de la Biodiversidad de Atacama 2010 – 2017

La Estrategia de Biodiversidad responde a los compromisos asumidos por la Institucionalidad Ambiental en la Estrategia Regional de Desarrollo de Atacama 2008 – 2017, en el Lineamiento Estratégico N°9 de “Medio Ambiente para el Desarrollo Sustentable”, la cual está vigente actualmente, donde se describen objetivos específicos y metas como la Actualización de la Estrategia de Biodiversidad, la elaboración de un Plan de Acción, la identificación de nuevos Sitios Prioritarios y la protección efectiva del Sistema de Áreas Protegidas en Atacama.

SITIOS PRIORITARIOS QUE SE GESTIONARAN COMO ÁREAS PROTEGIDAS 2010 - 2017

GOBIERNO DE CHILE
COMITE REGIONAL BIODIVERSIDAD
REGIÓN DE ATACAMA

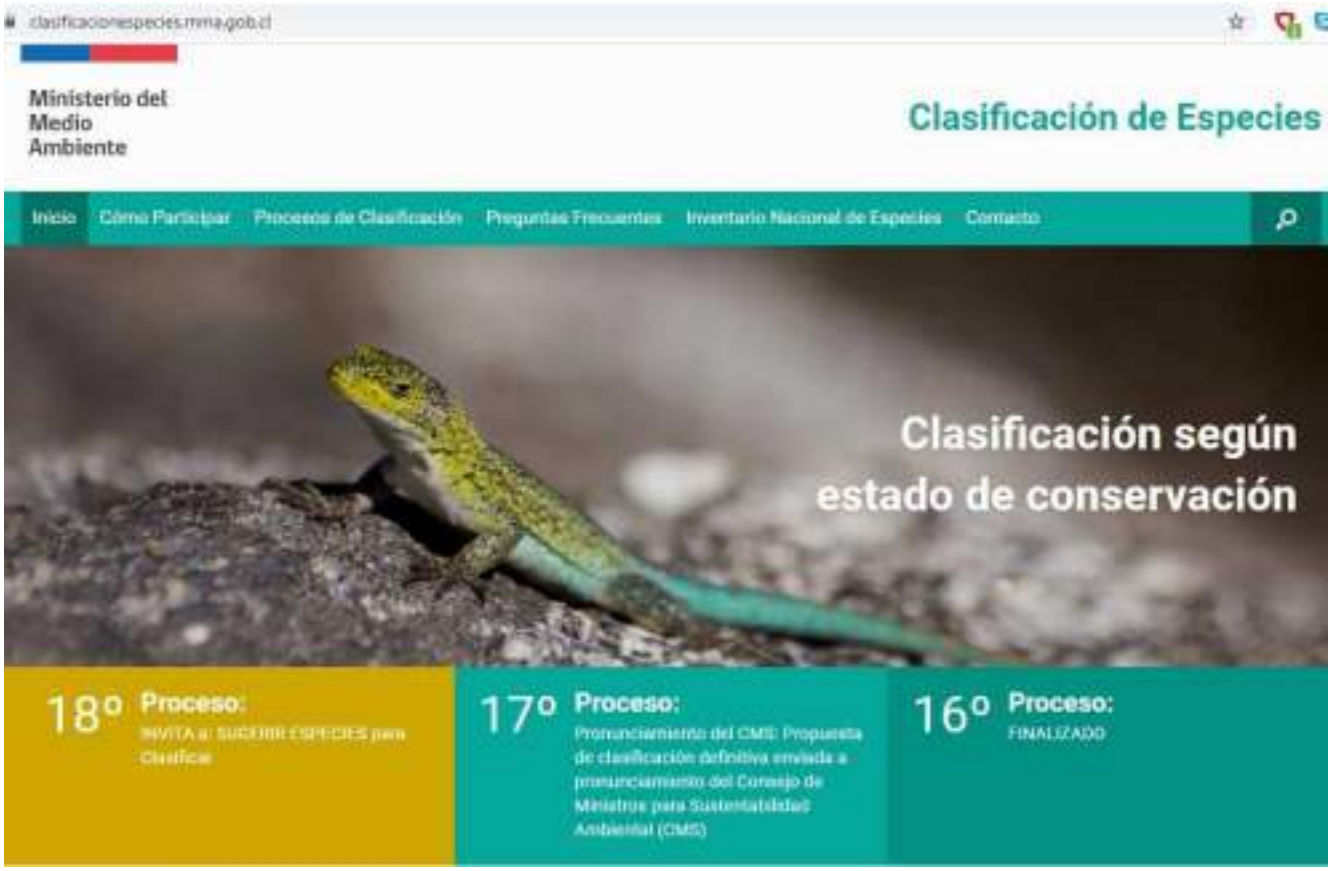


Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad

Constituyen áreas del territorio (terrestre o costero-marina) que representan características ecológicas relevantes y que, por lo mismo, se ha considerado pertinente que se le otorguen protección, a través de los instrumentos pertinentes.

Se considera que la protección de los sitios prioritarios debe hacerse a través de la creación de áreas protegidas, pero también por medio de múltiples alternativas y mecanismos de protección.

.



En Chile, entre el año 2005 y abril de 2012, esta clasificación fue efectuada en virtud del Decreto N° 75 de 2004 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia del Medio Ambiente, mediante el cual se dictó un procedimiento normalizado denominado "Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres", frecuentemente designado con la sigla RCE. El 27 de abril de 2012, este reglamento fue remplazado por el Decreto N° 29 de 2011 del Ministerio del Medio Ambiente que dictó el nuevo Reglamento para Clasificar Especies según Estado de Conservación (denominado con la sigla RCE). Si desea conocer más de este Reglamento y sus modificaciones descargue el archivo "historia de la clasificación de especies en Chile". Este Reglamento es el procedimiento oficial que Chile debe utilizar.

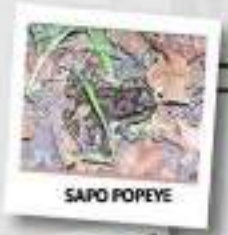
ESPECIES EN PELIGRO DE EXTINCIÓN

LAS CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN SE DEFINEN COMO

DE ACUERDO AL REGLAMENTO PARA LA CLASIFICACIÓN DE ESPECIES SILVESTRES



EXTINTA (EX):
NO QUEDA DUDA RAZONABLE DE QUE EL ÚLTIMO INDIVIDUO DE LA ESPECIE HA MUERTO.



CASI AMENAZADA (NT):
PRÓXIMO A SATISFACER LOS CRITERIOS PARA CATEGORÍAS CR, EN Y VU EN EL FUTURO CERCANO.



EX. EN ESTADO SILVESTRE (EW):
SOBREVIVE SÓLO EN CAUTIVIDAD COMPLETAMENTE FUERA DE SU DISTRIBUCIÓN ORIGINAL.



VULNERABLE (VU):
RIESGO ALTO DE EXTINCIÓN EN ESTADO SILVESTRE.



EN PELIGRO CRÍTICO (CR):
RIESGO MUY ALTO DE EXTINCIÓN EN ESTADO SILVESTRE Y ALTA PROBABILIDAD DE DESAPARECER EN EL CORTO PLAZO.



PREOCUPACIÓN MENOR (LC):
NO CUMPLE NINGUNO DE LOS CRITERIOS QUE DEFINEN LAS CATEGORÍAS DE CR, EN, VU O NT.



EN PELIGRO (EN):
RIESGO MUY ALTO DE EXTINCIÓN EN ESTADO SILVESTRE Y ALTA PROBABILIDAD DE DESAPARECER EN EL MEDIANO PLAZO.



DATOS INSUFICIENTES (DD):
NO HAY INFORMACIÓN ADECUADA PARA HACER UNA EVALUACIÓN DE SU RIESGO DE EXTINCIÓN.

EN **CHILE** SE HA EVALUADO EL **ESTADO DE CONSERVACIÓN** DE **1.111 ESPECIES** DE ACUERDO AL REGLAMENTO PARA LA CLASIFICACIÓN DE ESPECIES SILVESTRES, ESTABLECIÉNDOSE **729** DE ELLAS COMO **AMENAZADAS**, A LAS CUALES SE SUMARON 30 ESPECIES POR LOS PROCEDIMIENTOS DE CLASIFICACIÓN DE LA **LEY DE CAZA** DANDO UN TOTAL DE **759 ESPECIES AMENAZADAS**.

Fuente:
WDC.
MMA: Nomina de especies según estado de conservación.

FUDESO

Investigación de Terreno

A continuación se presenta el trabajo de investigación en terreno en los 3 Sitios Prioritarios indicados previamente.

Dicho trabajo fue realizado por Eduardo Herrera, quien además contó con el apoyo de Lucas Herrera, Raúl Miranda y Tomas Alegría.

También aprovechamos de agradecer a los profesionales que nos apoyaron con su tiempo a través de las Entrevistas realizadas:

- Alvaro Parra de la Seremía de Medio Ambiente.
- Alberto Peña, ex funcionario de la Conaf y unos de los gestores del Libro Rojo.
- Amancay Cepeda de la ONG CECPAN.
- Marcelo Olivares de la Red de Observadores de Aves (ROC).
- Carol Medrano de la ONG QARAPARA.

Técnicas de Investigación del Proyecto

Para la investigación, se realizó un viaje inicial de prospección a cada uno de los 3 Sitios, en una segunda y tercera visita se realizó el avistamiento in situ de la fauna vertebrada y un cuarto viaje de registro audiovisual.

El trabajo de campo de visualización se realizó con la configuración de cuadrantes en cada sector de parada, siguiendo líneas rectas desde un punto base en diferentes lugares de cada sitio, con tiempo de observación de 10 a 15 minutos en puntos fijos.

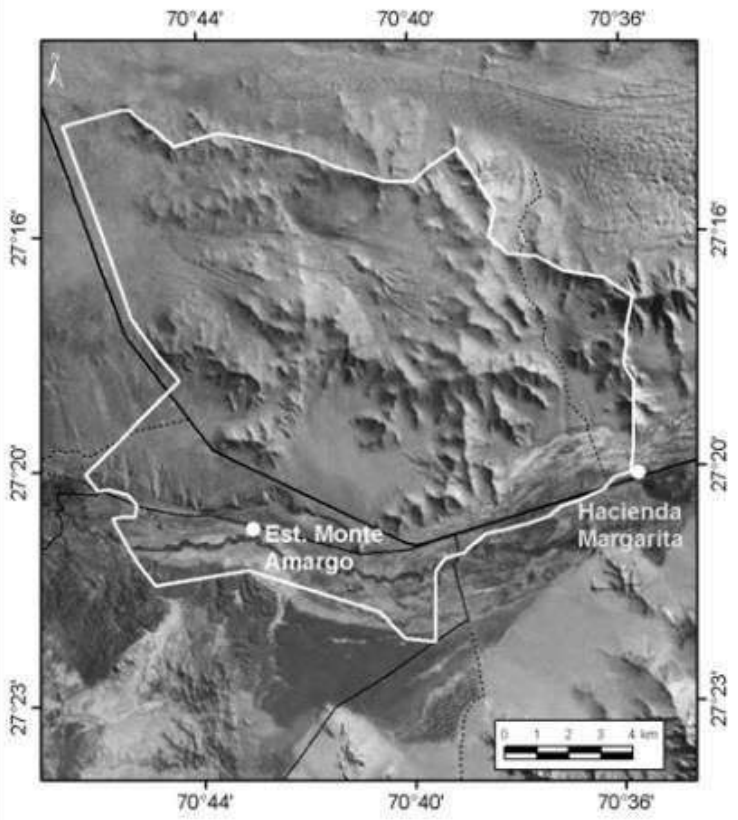
En las rutas trazadas es posible encontrarse de manera física con alguna especie que habite el sector, así como escuchar sus sonidos característicos.

Y la modalidad de mayor ocurrencia es encontrando huellas en las tierras blandas o arenas, fecas o heces, huesos, pelos o plumas, guaridas o nidos y revolcaderos.

Sitios Prioritarios Seleccionados



Monte Amargo



Se ubica en el límite de las comunas de Copiapó y Caldera, tomando parte del curso inferior del río Copiapó. Lo cruza la carretera Panamericana y el camino que va a Puerto Viejo.

Superficie = 192,6 km^2, el 64,4% es de propiedad estatal (BBNN) y del restante 35,6% no se tiene información.

Especies nativas = 75
EP= 1
VU= 4



MONTE AMARGO

Monte Amargo está al oeste de la ciudad de Copiapó y al sur este de la ciudad de Caldera.

El territorio del polígono está compuesto de dos sectores completamente diferenciables, aproximadamente un 85% corresponde al sector de **dunas** del cerro Lengua de Vaca y el otro 15% corresponde a una porción del Río Copiapó y su olla.

El sector del Sitio Prioritario tiene una extensión lineal de unos 24 km en su mayor extensión y unos 20 km en su sección más ancha. La superficie del sitio es de 192,6 km2.

La localidad más cercana es María Isabel por el este, río abajo y San Pedro por el oeste, río arriba. Aunque en el sector del río hay casas, haciendas y fundos; y cerca del peaje se está estableciendo un nuevo sector habitacional con parcelas.

La principal vía para acercarse es la Ruta 5, que atraviesa en su totalidad el sitio prioritario.

En el sector de dunas existe poca variabilidad de vegetación en cambio en el sector del Río Copiapó es bastante abundante, destacando la Totora dentro de la olla y bosques de Chañares fuera de la olla.

En el sector de Dunas existe presencia de trabajo en minería en varios cerros y en el sector del Río encontramos muchos vestigios arqueológicos.

Monte Amargo



Hallazgos en Fotografías Monte Amargo

















REGISTRO DE ESPECIES IDENTIFICADAS

Especie		Tipo de Registro						
	Nombre científico	Física	Auditiva	Huellas o rastros	Fecas o Heces	Nidos o Guaridas	Pelos o Plumas	Huesos
Guanacos	Lama guanicoe			X	X			
Zorro Culpeo	Lycalopex culpaeus			X	X	X		
Burros	Equus asinus	X		X	X			
Coruro	Spalacopus cyanus			X				
Liebre	Lepus europaeus	X		X	X	X		
Cabras	Capra aegagrus hircus	X		X	X			
Ovejas	Ovis orientalis aries	X						
Perros	Canis lupus	X		X				
Caballos	Equus caballus	X		X	X			
Jote	Cathartes aura	X						
Minero	Geositta cunicularia	X	X		X			
Chincol	Zonotrichia capensis	X						
Aguilucho	Geranoaetus polyosoma	X						
Cernícalo	Falco sparverius	X						
Tordos	Molothrus bonariensis	X						
Golondrina común	Hirundo rustica	X				X		
Garza	Egretta thula	X						
Lagartijas especie no identificada				X		X		
Ave no identificada		X						X
Roedor especie no identificada				X				
Mamífero no identificado				X				X

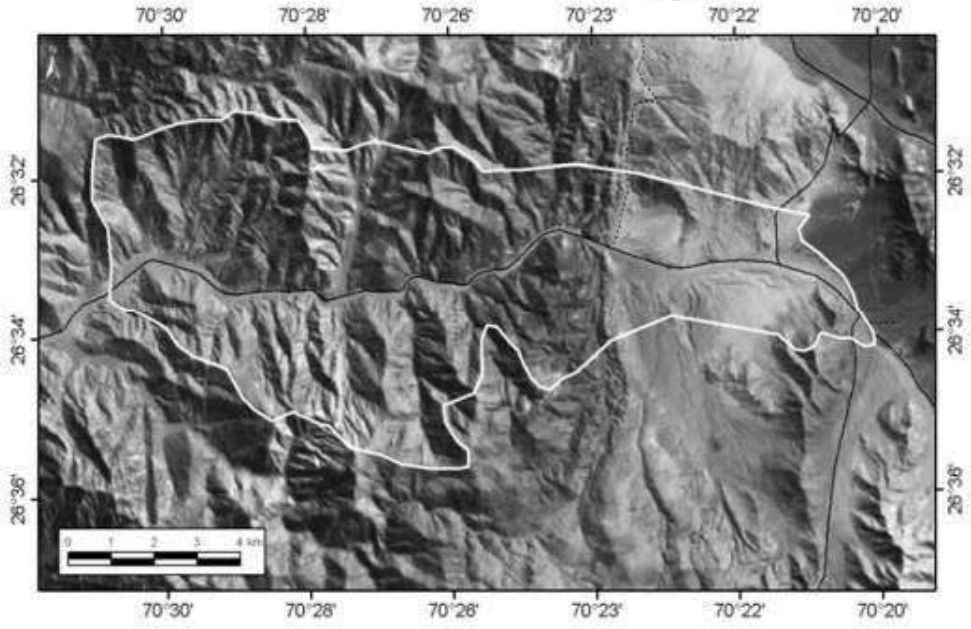
Quebrada Guamanga

Se ubica al sur-este de la ciudad de Chañaral. Se accede desde el Puerto Flamenco, por la ruta C-261 (carpeta de ripio) y la atraviesa la C-225.

Superficie = 84,2 km^2, de los cuales el 5% esta en manos de BBNN y del restante 95% no se tiene información.

Especies nativas = 14

EP= 1
VU= 2





QUEBRADA GUAMANGA

La Quebrada Guamanga está al sur de la ciudad de Chañaral y al este del balneario de Flamenco. Por el este está la faena minera de Mantos Verdes.

Lo principales cerros que rodean el sitio prioritario son los cerros San Agustín por el norte y el cerro San Carlos por el sur.

La Quebrada Guamanga tiene una distancia aproximada de 60 km desde que nace del Cerro Chivato hasta llegar al mar en Flamenco. El Sitio Prioritario tiene una extensión lineal de unos 15 km a lo largo de dicha quebrada y un ancho de unos 8 km en su sección más ancha. La superficie del sitio es de 84,2 km2.

La localidad más cercana es El Salado hacía al norte a unos 20 km aproximados. Le sigue Flamenco, la que está a unos 33 km aproximadamente.

Por el recorrido de la ruta principal es posible encontrar diferentes matorrales de la flora del sector características de una zona desértica.

También hay muchos sistemas de pircados así como la presencia de cuevas, posiblemente asociados al trabajo de la pequeña minería o que podrían haber sido usados por los pueblos originarios que hayan vivido por el sector.

Quebrada Guamanga



Hallazgos en Fotografías Quebrada Guamanga















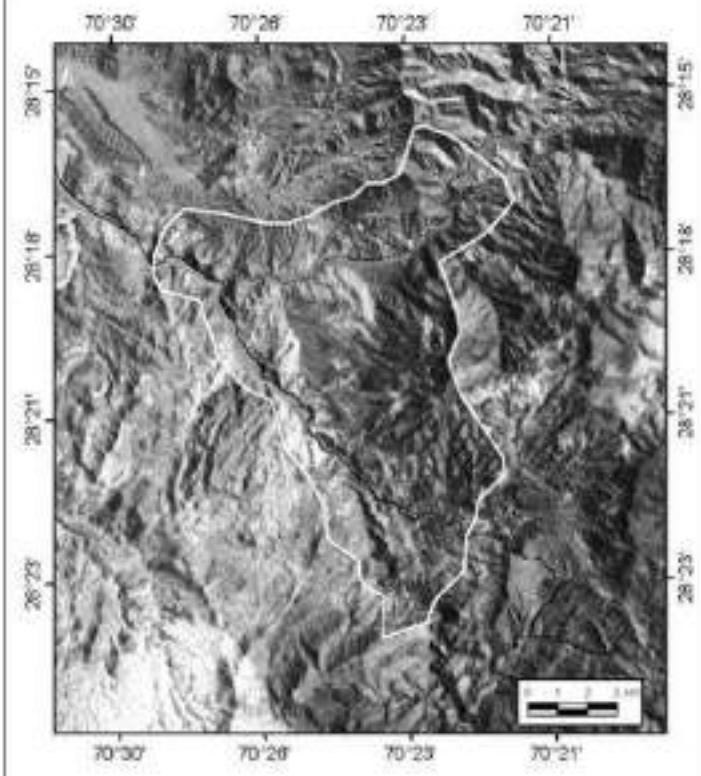




REGISTRO DE ESPECIES IDENTIFICADAS

Especie		Tipo de Registro						
	Nombre cientifico	Física	Auditiva	Huellas o rastros	Fecas o Heces	Nidos o Guarídas	Pelos o Plumas	Esqueletos
Guanacos	Lama guanicoe			X	X		X	
Zorro Culpeo	Lycalopex culpaeus	X			X	X		
Burros	Equus asinus			X				
Perros	Canis lupus			X				
Jote	Cathartes aura	X						
Minero	Geositta cunicularia	X						
Golondrina común	Hirundo rustica	X				X		
Ave no identificada		X	X		X	X		X
Mamífero no identificado				X				X
Roedor especie no identificada				X	X	X		
Lagartijas especie no identificada				X		X		

Quebrada Algarrobal



Se ubica al noreste de la ciudad de Vallenar y corresponde a la cuenca superior de la Qda. Algarrobal. Se accede desde la Carretera Panamericana por la ruta C-455.

Superficie = 103,3 km^2, el 5,3% en terrenos del estado (BBNN) y el 4,7% en terrenos privados.

Especies nativas = 56
EP= 2
VU= 6



Quebrada Algarrobal

La Quebrada Algarrobal está al sur de la ciudad de Copiapó aproximadamente a unos 100 km y al norte de la ciudad de Vallenar, a unos 50 km.

El territorio del polígono está compuesto de dos quebradas principales, la Quebrada Salitrosa y la Quebrada Algarrobal.

La Quebrada Algarrobal tiene una dirección de oeste a este con una inclinación hacia el sur, al igual que la otra quebrada, en su origen se cruza con otras.

El sector del Sitio Prioritario tiene una superficie de 103,3 km2.

La localidad más cercana es Llano del Lagarto en el sector de Canto del Agua, aunque en la ruta 5 donde se cruza con la quebrada, existen viviendas con personas habitando.

La principal vía para acercarse es la Ruta 5.

En el sector se puede considerar que hay abundante vegetación, varios piques mineros y también se encontró vestigios arqueológicos.

Quebrada Algarrobal



Hallazgos en Fotografías Quebrada Algarrobal













REGISTRO DE ESPECIES IDENTIFICADAS

Especie		Tipo de Registro						
	Nombre científico	Física	Auditiva	Huellas o rastros	Fecas o Heces	Nidos o Guaridas	Pelos o Plumas	Huesos
Guanacos	Lama guanicoe	X	X	X	X			
Zorro Culpeo	Lycalopex culpaeus			X	X	X		
Burros	Equus asinus	X		X	X			
Coruro	Spalacopus cyanus					X		
Liebre	Lepus europaeus			X		X		
Cabras	Capra aegagrus hircus	X		X				
Vizcacha	Lagidium viscacia			X		X		
Perros	Canis lupus	X						
Caballos	Equus caballus			X				
Jote	Cathartes aura	X				X		
Diuca	Diuca speculifera	X						
Aguilucho	Geranoaetus polyosoma	X						
Golondrina común	Hirundo rustica					X		
Lagartijas especie no identificada				X		X		
Ave no identificada				X				
Roedor especie no identificada				X				

FICHAS DE ESPECIES DE LA REGIÓN DE ATACAMA

FAUNA VERTEBRADA



En el presente proyectos estamos investigando la fauna vertebrada y de esta, la que corresponde a Aves, Mamíferos y Reptiles.

A continuación presentamos 3 fichas de ejemplo de las que contiene el Catálogo Digital, una de aves, una de mamíferos y una de reptiles.

BALLENA FIN



Animal con longitud entre 18 y 25 metros, siendo las hembras más grandes que los machos. Cuerpo de coloración gris oscuro en el dorso, aleta dorsal oscura y falcada de tamaño mediano. El borde anterior de la aleta dorsal forma un ángulo agudo con el dorso. La mandíbula derecha y el vientre es blanco, así como la mitad anterior de las barbas. Detrás de los ojos y de las fosas nasales se observan tres cintas de color claro característicos.



Nombre Científico: Balaenoptera physalus
Orden: Cetacea
Familia: Balaenopteridae
Origen: Nativa
Estado de Conservación: Peligro critico (CR)
Distribución: Desde Antofagasta hasta la Antártica, incluyendo el Archipiélago de Juan Fernández

Habitan en el océano, es uno de los cetáceos más rápidos, son gregarios, por lo general viven en grupos de seis a diez individuos, se alimentan de pequeños cardúmenes de peces, de calamares y de crustáceos. Se presume que las crías nacen cada dos o tres años después de una gestación cercana entre 11 a 12 meses.

IGUANA CHILENA



Es el lagarto más grande de Chile, alcanzando los 50 cm de largo. Su cuello está fuertemente plegado y su cabeza tiene forma piramidal. Posee una lengua bífida (dividida en dos). Las hembras son de menor tamaño que los machos. Es un predador activo.

Nombre Científico: Callopistes maculatus
Orden: Squamata
Familia: Teiidae
Origen: Nativa
Estado de Conservación: Casi amenazada (NT)
Distribución: Desde la Región de Atacama hasta la Región del Bío Bío

Vive en madrigueras bajo grandes rocas. Es muy común en zonas con matorrales, se distribuye en zonas geográficas con una marcada estacionalidad del clima, pero en invierno permanece inactiva dentro de una red de túneles, sobreviviendo gracias a los depósitos de grasa que guarda en su cola. Al estar activa se alimenta de la caza de insectos, pequeños mamíferos, otros reptiles y pequeñas aves.

FLAMENCO CHILENO



Su largo es de 100 cm. Normalmente tiene un plumaje blanco con un rosado suave. Tiene pico grande, ancho y encorvado hacia abajo. Sus alas primarias son rosadas y las secundarias negras. Tiene tarsos color hueso azulado con rodilla y patas rojas.

Nombre Científico: Phoenicopterus chilensis
Orden: Phoenicopteriformes
Familia: Phoenicopteridae
Origen: Nativa
Estado de Conservación: Rara, Vulnerable (VU)
Distribución: Desde Arica hasta Tierra del Fuego

Habita en zonas de agua, dulce o salada, poco profundas, desde la costa hasta aprox. 4.000 msnm. Es más abundante en los extremos del país. Se alimentan de pequeños invertebrados y vegetales acuáticos. Están ampliamente distribuido y con frecuencia numeroso. Las llamadas que se escuchan a larga distancia pueden sugerir el sonido de gansos.

A Continuación Presentamos Algunos Registros Fotográficos



Fio Fio (Por confirmar)



Delfín Gris

Delfín Nariz de Botella





Lagarto Corredor de Atacama



Pelicano



Playero Blanco y Playero Vuelvepiedras

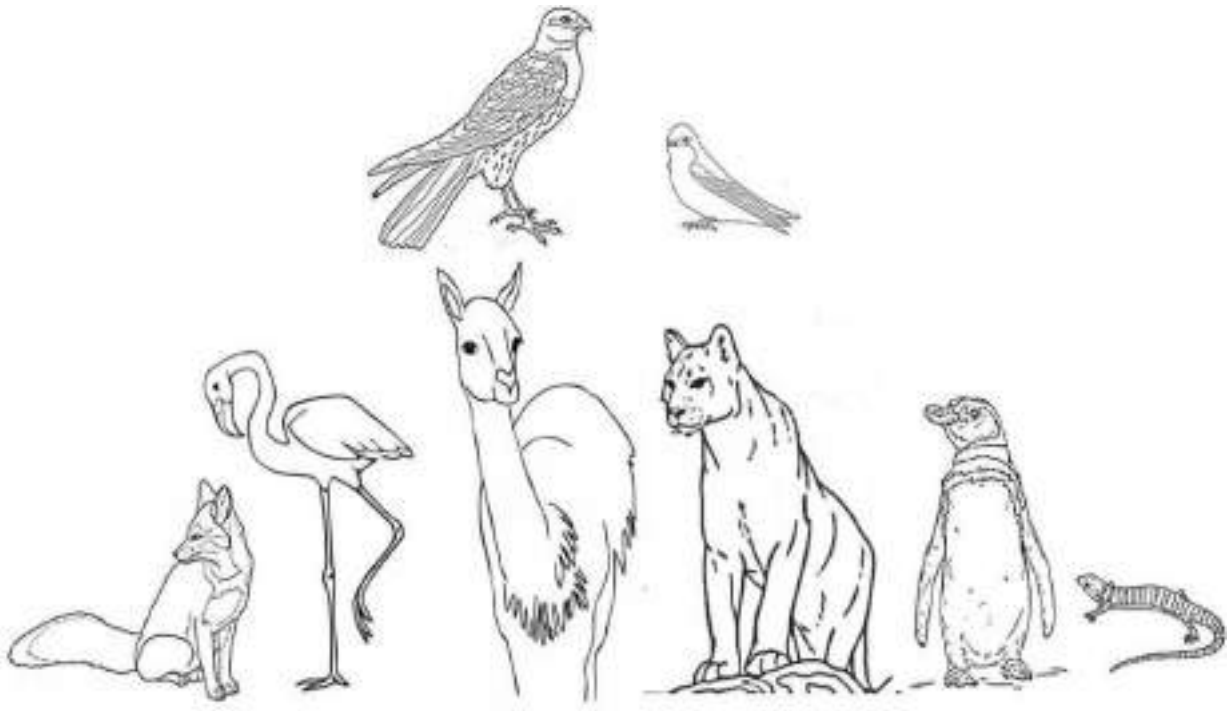


Tortuga Verde

Traro



GRACIAS



Proyecto financiado por el Fondo Nacional de Desarrollo Regional glosa del 6% de las actividades sociales, rehabilitación de drogas y medio ambiente.

Gobierno Regional de Atacama – Consejo Regional de Atacama

ESTUDIO ACTUALIZACIÓN PLAN REGULADOR COMUNAL DE VALLENAR

INFORME AMBIENTAL

PRC VALLENAR

AGOSTO 2018

SUR PLAN
ELIODORO YAÑEZ 1984 OF.405 FONOS 2222 63938-.222272019 – PROVIDENCIA- SANTIAGO
www.surplan.cl

Folio014021

ÍNDICE

I.- RESUMEN EJECUTIVO 5

II.- ACERCA DE LA ACTUALIZACIÓN DEL PRCV 7

II.1 ANTECEDENTES 7

II.2 PLAN REGULADOR VIGENTE 9

II.3 OBJETIVOS DE LA ACTUALIZACIÓN DEL PRCV 12

II.3.1.- Objetivos de la actualización del PRC 12

II.3.2.- Objetivos de planificación 12

II.4 JUSTIFICACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DEL PRCV 13

II.5 OBJETO DE LA ACTUALIZACIÓN DEL PRCV 15

II.6 ÁMBITO TERRITORIAL Y TEMPORAL DE APLICACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DEL PRCV 19

III.- MARCO DEL PROBLEMA 20

III.1 SISTEMA URBANO DE LA COMUNA DE VALLENAR 20

III.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA NATURAL 22

III.2.1.- Clima 22

III.2.2.- Geología 23

III.2.3.- Geomorfología 25

III.2.4.- Suelos 27

III.2.5.- Hidrografía 28

III.2.6.- Biodiversidad 30

III.3 SISTEMA SOCIOECONÓMICO 33

III.3.1.- Desarrollo Económico 33

III.3.2.- Empleo 35

III.3.3.- Pobreza 38

III.3.4.- Ingresos 38

III.3.5.- Proyecciones a futuro de actividades productivas en la comuna. 39

III.4 VALORES AMBIENTALES Y PATRIMONIALES 40

III.4.1.- Áreas de valor ambiental 40

III.4.2.- Patrimonio urbano paisajístico 41

III.4.3.- Elementos de valor patrimonial cultural 42

III.4.4.- Identificación de inmuebles de interés patrimonial 45

III.5 PROBLEMAS AMBIENTALES 47

III.6 CONFLICTOS SOCIOAMBIENTALES EN EL TERRITORIO 57

IV.- MARCO DE REFERENCIA ESTRATÉGICO 58

IV.1 DESCRIPCIÓN DE LAS POLITICAS DE DESARROLLO SUSTENTABLE Y MEDIO AMBIENTE QUE ENMARCAN EL PLAN 58

IV.2 INCORPORACIÓN DE ASPECTOS DE LA POLITICAS DE DESARROLLO SUSTENTABLE Y MEDIO AMBIENTE A LA ACTUALIZACIÓN DEL PLAN 74

V.- NECESIDAD DE PARTICIPACIÓN: ACTORES CLAVES DEL TERRITORIO 83

VI.- CONSIDERACIONES AMBIENTALES 84

VI.1 OBJETIVOS AMBIENTALES 85

VI.2 CRITERIOS DE DESARROLLO SUSTENTABLE 86

VII.- IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES CRÍTICOS PARA LA DECISIÓN. 87

VII.1 RELACIÓN ENTRE LAS CONSIDERACIONES AMBIENTALES Y LOS FACTORES CRÍTICOS DE DECISIÓN 89

Folio014022

VIII.- DIAGNÓSTICO AMBIENTAL ESTRATÉGICO 92
VIII.1 FCD 1. INTEGRACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS CURSOS DE AGUA DE LA CIUDAD.. 92
VIII.1.1.- Tendencia y elementos que pueden influir en el cambio del FCD 1 98
VIII.2 FCD 2. PRESENCIA DE ACTIVIDADES CONTAMINANTES ASOCIADA A LA ACTIVIDAD MINERA Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS DOMICILIARIOS. 99
VIII.2.1.- Tendencia y elementos que pueden influir en realizar un cambio del FCD 2 102
VIII.3 FCD 3. AMENAZAS NATURALES. 103
VIII.3.2.- Tendencia y elementos que pueden influir en hacer algún cambio del FCD 3 ... 106
VIII.4 FCD 4. NUEVOS PROYECTOS QUE GENERAN IMPACTOS EN EL ÁREA URBANA .. 106
VIII.4.1.- Tendencia y elementos que pueden influir en realizar un cambio del FCD 4 107
IX.- IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS OPCIONES DE DESARROLLO ... 109
IX.1 DESCRIPCIÓN DE OPCIONES DE DESARROLLO 109
IX.1.1.- Opción de desarrollo A: Reforzamiento de un sistema de polos urbanos. 111
IX.1.2.- Opción B: “reforzamiento de ejes que siguen la topografía urbana”. 112
IX.2 COHERENCIA DE LAS ALTERNATIVAS CON EL CRITERIO DE SUSTENTABILIDAD Y LOS OBJETIVOS AMBIENTALES 113
IX.3 EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS AMBIENTALES Y DE SUSTENTABILIDAD DE LAS OPCIONES DE DESARROLLO 115
IX.4 ALTERNATIVA SELECCIONADA JUNTO A CONSIDERACIONES DE CAMBIO Y RECOMENDACIONES PARA EL PROYECTO DE PLAN 120
IX.5 EL PLAN (PROYECTO) 123
IX.6 EVALUACIÓN DE LA ALTERNATIVA PREFERENTE 126
IX.7 IDENTIFICACIÓN DE DIRECTRICES 135
X.- RESULTADOS DE LA COORDINACIÓN INTERSECTORIAL 146
X.1 MESA INTERSECTORIAL 1 147
X.1.1.- Asistencia 147
X.1.2.- Metodología utilizada en presentación 150
X.1.3.- Resultados hoja de consulta 150
X.2 MESA INTERSECTORIAL 2 155
X.2.1.- Asistencia 155
X.2.2.- Metodología utilizada en presentación 157
X.2.3.- Resultados hoja de consulta 158
XI.- RESULTADOS DE INSTANCIAS DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA..... 158
XI.1 PARTICIPACIÓN CIUDADANA EN EL MARCO DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA (EAE)..... 162
XII.- PLAN DE SEGUIMIENTO 165
XII.1 CRITERIOS E INDICADORES DE REDISEÑO DEL PLAN 175
XIII.- ANEXOS 176
XIII.1 HOJAS DE CONSULTA MESA INTERSECTORIAL 1 176
XIII.2 PLANO PRC VALLENAR 202

Folio014023

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Faenas Mineras de la comuna de Vallenar. 8
Figura 2. Plan Regulador Comunal Vigente 10
Figura 3. Plan Regulador del año 1972. 20
Figura 4. Estimaciones de consumo en base a resultados preliminares Censo 2012 22
Figura 5. Precipitaciones promedio mensuales del año 2011 (mm) 23
Figura 6 Temperaturas promedio mensuales año 2011 / Estación La Compañía Vallenar 23
Figura 7 Geología en la comuna de Vallenar 24
Figura 8. Hidrogeología en la comuna de Vallenar. 25
Figura 9. Geomorfología Regional 25
Figura 10. Geomorfología comuna de Vallenar. 26
Figura 11. Distribución morfoestratigráficas de las terrazas en el sector de Vallenar 27
Figura 12. Capacidad de uso de suelo – Vallenar 28
Figura 13 Curva de desviación estacional del Río Huasco en Algodones 29
Figura 14. Subcuencas comuna de Vallenar 29
Figura 15. Principales Quebradas que rodean la Ciudad 30
Figura 16. Tipo de Vegetación 31
Figura 17. Distribución de la vegetación en el Matorral Desértico mediterráneo interior 32
Figura 18 Sitios Prioritarios 40
Figura 19. Fotografía del valle en la ciudad de Vallenar 41
Figura 20. Fotografías del río Huasco en la ciudad de Vallenar 42
Figura 21. Fotografías Estación de ferrocarriles de Cachiyuyo 43
Figura 22. Sitio identificado en Participación Ciudadana 43
Figura 23. Sitios arqueológicos catastrados por Estudio 2003 45
Figura 24 Universo evaluado 46
Figura 25. Cuenca del Río Huasco, usos principales y localidades poblada 48
Figura 26. Canales de regadio en el área urbana. 49
Figura 27. Faena Minera Comuna de Vallenar. 50
Figura 28. Superficies de Relaves en el área urbana. 51
Figura 29. Tren de Carga en Vallenar. 53
Figura 30. Microbasurales en Vallenar 53
Figura 31 Rellano Sanitario. 54
Figura 32. Basural identificado en el área urbana. 54
Figura 33. Áreas de Inundación en el área Urbana 56
Figura 34. Susceptibilidad de remoción en masa 56
Figura 35. Determinación de objetivos ambientales y criterio de sustentabilidad. 84
Figura 36. Distribución morfoestratigráficas de las terrazas en el sector de Vallenar 92
Figura 37. Áreas homogéneas según estratificación social. 93
Figura 38. Conectividad Terraza norte 94
Figura 39. Conectividad Terraza Central 95
Figura 40. Conectividad Terraza sur 95
Figura 41. Área urbana y acuíferos 97
Figura 42. Basural, sector Quebrada Cuevitas. 102
Figura 43. Vista del río Huasco en Vallenar – 25 de marzo 2015. 104
Figura 44. Catastrofe asociadas al clima en el periodo 1990 – 2016. 106
Figura 45. Opción A “Reforzamiento de un sistema de polos urbanos” 111
Figura 46. Opción B “Reforzamiento de ejes que siguen la topografía urbana” 112
Figura 47. Parametro de Centralidad mejor evaluado. Alternativa B. 121
Figura 48. Parametro de Conectividad mejor evaluado. Alternativa A 121
Figura 49. Parametro de Áreas Verdes mejor evaluado. Alternativa B. 121

Folio014024

Figura 50. Parametro de Altura de edficación mejor evaluado. Alternativa A. 121
Figura 51. Limite urbano vigente y propuesto. 123
Figura 52 Sistema de Espacios Públicos 124
Figura 53. Proyecto de Plan Regulador Comunal. (Ver plano en anexo) 134
Figura 54. Listado de Asistencia Mesa Intersectorial 1 149
Figura 55. Listado de Asistencia Mesa Intersectorial 2 156
Figura 56. Afiche utilizado en la exposición de antecedentes 164

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Zonificación PRC Vigente Vallenar 11
Cuadro 2. Descripción de Políticas de Desarrollo sustentable que enmarcan el Plan a escala nacional 60
Cuadro 3. Descripción de Políticas de Desarrollo sustentable que enmarcan el Plan a escala regional y comunal 61
Cuadro 4. Incorporación en el Plan de las políticas de desarrollo sustentable y ambientales. 74
Cuadro 5. Incorporación en el Plan de las políticas de desarrollo sustentable y ambientales (continuación) 75
Cuadro 6. Objetivos Ambientales 85
Cuadro 7. Factores Críticos de Decisión 87
Cuadro 8. Relación en tre consideraciones ambientales y factor crítico de decisión. 90
Cuadro 9. Catastro de depósitos de Relave – Comuna de Vallenar 100
Cuadro 10. Amenazas naturales en el área urbana de Vallenar. 103
Cuadro 11. Objetivos de Planificación e incorporación en opciones de desarrollo propuestas 109
Cuadro 12. Lineamientos base para configuración de alternativas. 110
Cuadro 13. Coherencia del Criterio de sustentabilidad con opciones de desarrollo. 113
Cuadro 14. Coherencia de los objetivos ambientales con opciones de desarrollo 114
Cuadro 15. Matriz de Evaluación Oportunidades y Riesgos. 115
Cuadro 16. Evaluación alterntaiva seleccionada 126
Cuadro 17. Aspectos incorporados al Plan 131
Cuadro 18. Directrices de gestión y planificación 135
Cuadro 19. Directrices de gobernabilidad 139
Cuadro 20. Mesas intersectoriales 146
Cuadro 21. Listado de Convocados a Participar de Mesa Intersectorial 1 147
Cuadro 22. Resultados Hoja de Consulta Criterio de Sustentabilidad 151
Cuadro 23. Observaciones con respecto a los Objetivos Ambientales Expuestos 151
Cuadro 24. Información recibida de Órganos de la Administración del Estado. 154
Cuadro 25.Listado de Convocados a Participar de Mesa Intersectorial 1 155
Cuadro 26. Actividades realizadas en el procedimiento de Inicio y difusión – PRC Vallenar 162
Cuadro 27. Directrices de gestión y planificación 165
Cuadro 28. Indicadores de seguimiento de Gestión y Planificación 168
Cuadro 29. Indicadores de seguimiento de Gobernabilidad 169
Cuadro 30. Plan de Seguimiento de Eficacia 171
Cuadro 31. Indicadores de Rediseño 175

Folio014025

I.- RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe corresponde al Informe Ambiental de la Actualización Plan Regulador Comunal de Vallenar (PRCV). Los resultados fueron obtenidos a lo largo del proceso de elaboración del Plan, los cuales se ordenan y presentan contemplando los títulos mínimos considerados en el reglamento de la EAE (artículo 21) aunque con modificaciones en el orden con la finalidad de entregar mayor coherencia y continuidad a los contenidos.

Los temas tratados corresponden a los siguientes:

- **Acerca de la actualización del Plan Regulador Comunal de Vallenar**. Se señala la justificación de la realización del estudio de actualización del PRCV y sus objetivos de planificación. Se destaca lo obsoleto del instrumento vigente, y la necesidad de estudiar la dinámica actual de la localidad para realizar un ordenamiento de territorio apropiado. Además, se especifica respecto del objeto de estudio del PRCV, es decir el ámbito de acción (normativo, territorial y temporal), considerado como marco de acción sobre el cual se desenvuelve el Plan y por lo tanto las acciones que propone el Informe Ambiental.
- **Marco del Problema**. Este título no es contemplado en el reglamento, sin embargo se consideró necesario de incluir antecedentes que permiten entender el contexto territorial de Vallenar. En él se abordan temas como el sistema urbano de la comuna, descripción del sistema natural, desarrollo económico, valores ambientales y patrimoniales, problemas ambientales identificados y los conflictos socioambientales.
- **Marco de referencia estratégico**. Corresponde a la descripción de políticas de desarrollo sustentable y medio ambiente que enmarcan el Plan, aquí se expone cada uno de los planes, estrategias y estudios agrupados en escalas y además luego se hace un análisis respecto de los aspectos que se incorporaron en el Plan.
- **Necesidades de participación - Actores clave del territorio**. Se expone una clasificación de los actores clave entre los cuales se encuentran agrupaciones vecinales técnicos, comunidad indígena y organismos de la administración del Estado. Todos aquellos actores que participaron y se involucraron en la elaboración del Plan.
- **Consideraciones ambientales.** En este punto se aborda el conjunto de aspectos ambientales que se incorporan al Plan, desde la perspectiva del desarrollo sustentable, para ello se explica de qué forma se llega a la obtención de los objetivos ambientales y el criterio de sustentabilidad, para posteriormente abordar los resultados obtenidos. Estas consideraciones incluyen:
    - **Criterios de sustentabilidad**. Se definen 3 criterios de sustentabilidad enfocados a: el desarrollo urbano, elementos naturales y paisajísticos, y la importancia de la conectividad local. Estos elementos serán la base para poder discriminar con posterioridad la mejor opción de desarrollo, pudiendo establecerse si apunta al mejoramiento esperado, de acuerdo a la revisión de antecedentes realizados en el diagnóstico ambiental estratégico y a las pretensiones que posee la comuna.
    - **Objetivos ambientales**. Se definen 3 objetivos ambientales enfocados a disminuir las problemáticas ambientales presentes en la localidad. Aquí destacan las siguientes problemáticas y temas necesarios de contemplar a futuro en la planificación: valoración de ambientes naturales, exposición de la población frente a amenazas naturales, la presencia de pasivos ambientales mineros, y la falta de protección de elementos patrimoniales en la ciudad.

- **Identificación de Factores Críticos de Decisión**. Se identifican elementos que permiten establecer prioridades en la toma de decisiones respecto de las opciones de desarrollo propuestas. Estas definiciones permiten discriminar en la evaluación de las alternativas, y establecer cuál es su respuesta respecto de elementos de especial interés. Entre los factores identificados se encuentra: integración y valoración de los cursos de agua de la ciudad, presencia de contaminación asociada a los pasivos mineros y presencia de basurales, amenazas naturales y nuevos proyectos que pueden generar impactos en la ciudad. Aquí además se expone un cuadro comparativo entre las consideraciones ambientales, los objetivos de planificación y los factores críticos, con la finalidad de gráficamente establecer su relación y coherencia.

- **Diagnóstico Ambiental Estratégico.** Se expone cada uno de los factores críticos de decisión y a su vez se establece la tendencia de cada uno de ellos, con la finalidad de establecer las necesidades respecto de la planificación. Se establecen además agentes de cambio respecto de la tendencia actual con la finalidad de definir acciones a contemplar por las alternativas o el Plan propuesto.

- **Identificación y Evaluación de las alternativas.** Se proponen 2 opciones de desarrollo que se diferencian en función de centralidades, distribución de áreas de densificación, sistemas de áreas verdes y conectividades. Considerando la información disponible se elaboró una matriz donde se cruzan los factores críticos de decisión para cada opción de desarrollo, en función de las oportunidades y riesgos de cada una.

  Como resultado de la evaluación, en ambas opciones se estableció que la mejor alternativa evaluada poseía igualmente limitaciones, que se refieren a la necesidad de contemplar elementos o agentes de cambio identificados en la tendencia de cada factor crítico de decisión. Por este motivo se definió una nueva alternativa, la que fue evaluada, de la misma manera que las opciones anteriores (oportunidades y riesgos), y luego se exponen las acciones que son necesarias de contemplar por el Plan.

  En este título, se desarrollan las directrices u orientaciones que encaminen a formular acciones en el ámbito de la gestión, la planificación y la gobernabilidad referidas a materas tratadas por el Plan, las cuales permiten abordar los riesgos y las oportunidades de la opción preferente. Algunas de ellas son: implementación de ordenanzas de áreas verdes y vialidades, elaboración de estudios referidos a los relaves, definir mesas de trabajo y apoyo de servicios especializados como SERNAGEOMIN, entre otras.

- **Resultados de la coordinación intersectorial.** Se exponen las dos instancias de participación con los organismos de la administración del estado, se señala la metodología de trabajo y las observaciones realizadas, las cuales fueron más extensas en el primer encuentro permitiendo realizar modificaciones a los objetivos ambientales.

- **Resultados de la participación ciudadana**. Las participaciones ciudadanas son consideradas a lo largo de todo el proceso de elaboración del Plan. En específico para este informe se consideró la participación referida a la evaluación de las alternativas, ya que las observaciones realizadas en los talleres son integradas en el anteproyecto del Plan, previa revisión de coherencia con aspectos básicos definidos al estructurar el Plan.

- **Plan de seguimiento**. Respecto de los indicadores de eficacia y rediseño, el primero de ellos se relaciona con la identificación de directrices de gestión, planificación y gobernabilidad, y el cumplimiento de los objetivos ambientales. El rediseño también es abordado a partir de dos materias relevantes para el Plan, incapacidad de recibir nuevas viviendas del área actual y la falta de consolidación de áreas productivas, situación que expresaría la necesidad de ampliación o modificación de las zonas.

Folio014027

II.- ACERCA DE LA ACTUALIZACIÓN DEL PRCV

II.1 ANTECEDENTES

La historia de Vallenar permite comprender la configuración actual del territorio urbano, ya que Vallenar surge como un asentamiento estratégico, cercano a los recursos mineros y a los potenciales insumos alimenticios de la producción agrícola del valle. Fue así como con el auge de la minería en el siglo XVIII y XIX aportó un crecimiento sinérgico entre la actividad agrícola, como fuente alimentaria para la industria minera, y el crecimiento de la ciudad, con inversiones en infraestructura a nivel regional. Gran impacto tiene la red de ferrocarril que conecta a Vallenar a principios del siglo XX, que suma inversiones referidas a la construcción de este como un espacio urbano, quedando plasmada la imagen del centro histórico de Vallenar.

La configuración actual de la ciudad pasó por muchas etapas de desarrollo, siendo un hito relevante el terremoto de 1922, el que generó graves daños en la Región y en la localidad. Vallenar fue prácticamente destruida, y desde aquí se comienza una reconstrucción planificada asísmica y moderna. Paralelamente a los progresos que se vieron en la ciudad de Vallenar, en la zona la situación económica fue variando, influida por fenómenos extra regionales y por el cierre de faenas mineras.

La segunda mitad del siglo XX trae consigo la explotación de la mina de fierro Algarrobo y Los Colorados al sur poniente de Vallenar, la desaparición del tren Longitudinal Norte y mejoras sustanciales en la ruta panamericana. Se construyen en la ciudad nuevas poblaciones masivas asociadas a la explotación del hierro y en Huasco se materializa la industria necesaria para esta nueva minería, consolidando un gran crecimiento entre los años 1965 y 1972. Esta expansión urbana se planifica en 1972 con un plan regulador a cargo de Pastor Correa.

En la actualidad la localidad de Vallenar posee un Plan Regulador, desde el año 1982, con modificaciones posteriores mediante enmiendas, pese a ello el desfase temporal que posee no permite hacer frente a las perspectivas de desarrollo que posee el Municipio respecto de su comuna y localidad urbana. Este instrumento tampoco hace frente a las principales problemáticas urbanas y ambientales, que se encuentran señaladas en el título Descripción Pormenorizada del Antecedente o Justificación del Plan.

A continuación, se exponen aspectos fundamentales, en cuanto a la configuración actual del territorio y las exigencias en el área urbana. Estas se relacionan con su ubicación o sitio, las actividades económicas actuales, y la proyección de crecimiento de la población.

Ubicación

Vallenar se emplaza sobre superficies de terrazas aluviales, identificándose 4 en torno al Río Huasco. La configuración de este territorio, por lo tanto se relaciona con las dinámicas del río en diferentes periodos geológicos (fases glaciares e interglaciares), que generaron superficies de erosión (cauce actual) y depósito de materiales.

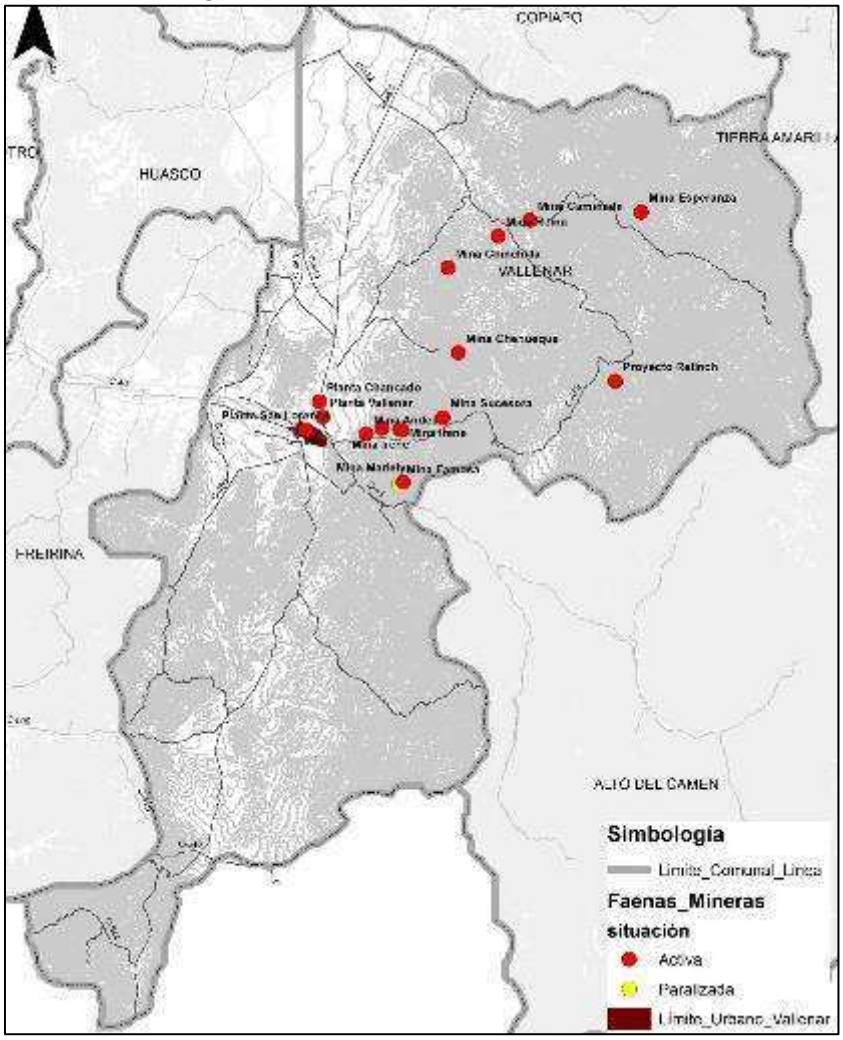
En la actualidad, las fluctuaciones que poseen el caudal del río Huasco y las quebradas tributarias continúan modificando la morfología actual, aunque a una escala infinitamente menor, lo cual genera impactos en el entorno construido. Es así como se reconocen en el área urbana peligros asociados a las crecidas del río Huasco y flujos aluvionales de las quebradas tributarias, tal situación se ha manifestado a lo largo de la historia de Vallenar, entre los hechos más patentes se encuentran: las inundaciones de 1906, inundaciones y flujos aluvionales en el año 1998 e inundaciones y flujos aluvionales del año 2015.

Actividades económicas

Las principales actividades económicas que constituyen la base productiva de Vallenar en la actualidad son[1]:

- la agricultura de olivares y uva, además de frutas y hortalizas para el consumo local, que se manifiesta en la comuna a lo largo del valle en antiguas Haciendas como Las Ventanas y La Compañía, que como fue mencionado con anterioridad su desarrollo se relacionó básicamente a la actividad minera del siglo XVIII y XIX en la Región. Existe además industrias asociadas al rubro, las cuales se localizan en torno al Río Huasco.
- La minería, principalmente ligada a la extracción de hierro, se localiza en el sector norte de Vallenar con pequeñas explotaciones mineras que gravitan en torno a la ciudad y en pequeñas localidades dentro de la comuna: Domeyko, Incahuasi y Cachiyuyo, que desarrollan actividades asociadas a la minería, además de grandes faenas como ENAMI.

Figura 1. Faenas Mineras de la comuna de Vallenar.



Fuente : elaboración propia en base a SENAGEOMIN

Respecto de la actividad más relevante en la comuna, Vallenar concentra 4 faenas mineras, 2 de Cobre que corresponden a las de Mantos del Pacífico y Dos Amigos, ambas de la Sociedad de Explotación y Desarrollo Minero; y dos de Hierro correspondientes a: Los Colorados, de la Compañía Minera Huasco S.A. y Minas El Algarrobo de C.M. del Pacífico S.A. Por otra parte, la planta de ENAMI Vallenar constituye un eje central de la actividad cuprera, como punto de recepción y procesamiento del mineral de la pequeña y mediana minería del cobre.

A futuro, de acuerdo a la Cartera de proyectos 2015-2024 de COCHILCO, se proyectan 2 proyectos mineros de importancia en la comuna de Vallenar: uno de ellos es la Minera Relincho con explotación depósitos de cobre y molibdeno, que se ubica a 50 km de Vallenar) y proyecto Productora, de la Soc. Minera El Águila Ltda., que produciría cobre y oro, y se ubica en el sector de Sierra Coyiguales, a 18 km al suroeste de

[1] Memoria Actualización Plan Regulador Comunal de Vallenar, 2018

Vallenar. Estos proyectos pueden generar cambios en la dinámica de la unidad urbana principal, en términos de crecimiento de la ciudad, por la llegada de nueva población, como también asociado a las potenciales demandas los servicios y comercio.

Otro de los grandes proyectos mineros en la comuna es el proyecto Pascua Lama, iniciativa de explotación de una gran mina de oro en el límite cordillerano con Argentina. El proyecto ha sido muy cuestionado por comunidades del valle y fue paralizado por la Justicia en enero del año 2018 debido a múltiples infracciones, algunas de ellas graves, por incumplimientos en la Resolución de Calificación Ambiental del proyecto, referidas al informe de flora y vegetación, monitoreo de glaciares y monitoreo de variables socio-culturales, entre otros. Por estos motivos la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA) determinó una sanción de clausura definitiva al proyecto.

Proyección demográfica

En Vallenar de acuerdo a las proyecciones demográficas actualizadas según los resultados provisorios del censo de 2012[2], al año 2030, se estima que contará con 4.750 nuevos habitantes en la comuna, Para la ciudad se contempla una demanda total de **1.813 nuevos hogares**, contemplando el crecimiento y el déficit de vivienda. La demanda que debe ser contemplada en relación a la superficie a utilizar no ligada al requerimiento de viviendas, sino también de equipamientos e infraestructura necesaria para la ciudad, contemplando su desarrollo a futuro, incluyendo en el análisis incluso nuevos proyectos de inversión, y nuevas superficies con destinos productivos, las que podrían influir en la dinámica actual.

Los aspectos señalados con anterioridad permiten sintetizar el contexto urbano de Vallenar como una localidad emplazada en una superficie de terrazas aluviales, que se encuentra sometida a peligros de inundaciones y flujos aluvionales, cuya historia evidencia hasta la actualidad la primacía de actividades mineras y agrícolas, las cuales de acuerdo a su dinámica han influido en el crecimiento de la ciudad y su infraestructura.

La idea de exponer estos antecedentes, es realizar un acercamiento al área urbana, comprender el sitio en el que se emplaza, el carácter histórico de las actividades que allí se desarrollan, las demandas relacionadas con futuras actividades y la proyección de crecimiento, con la finalidad de abordar el objeto en estudio, Plan Regulador Comunal, y comprender el contexto territorial, junto a las necesidades y exigencias que se requieren respecto de la planificación del territorio.

A continuación, se presentan el instrumento de planificación urbana vigente, para tener una aproximación de la situación normativa actual y la forma como se ordena el territorio, luego se abordarán los fines y metas que pretende alcanzar la actualización del Plan; la justificación de desarrollar la actualización del instrumento; el objeto principal que persigue el instrumento, que se relaciona con las normas urbanísticas que aborda el Plan bajo la regulación urbana; y este capítulo finaliza con el ámbito de aplicación territorial y temporal del Plan, que pretende expresar la dimensión en términos espaciales y proyectuales del Plan Regulador Comunal.

II.2 PLAN REGULADOR VIGENTE

El Plan Regulador Vigente fue publicado en el Diario Oficial con fecha 02-02-1982.Este instrumento define un Límite Urbano que afecta a 1.105 hectáreas con una zonificación mixta,

[2] La estimación se desarrolló en base a información preliminar del Censo 2012 que indicaba un total comunal de 52.096 habitantes, con 46.976 urbanos, en marzo de 2018 los resultados por comuna del Censo 2017 indican un total comunal de 51.917 Habitantes, sin desagregación aún de calificación rural, es así que la estimación en base a información censal es válida.

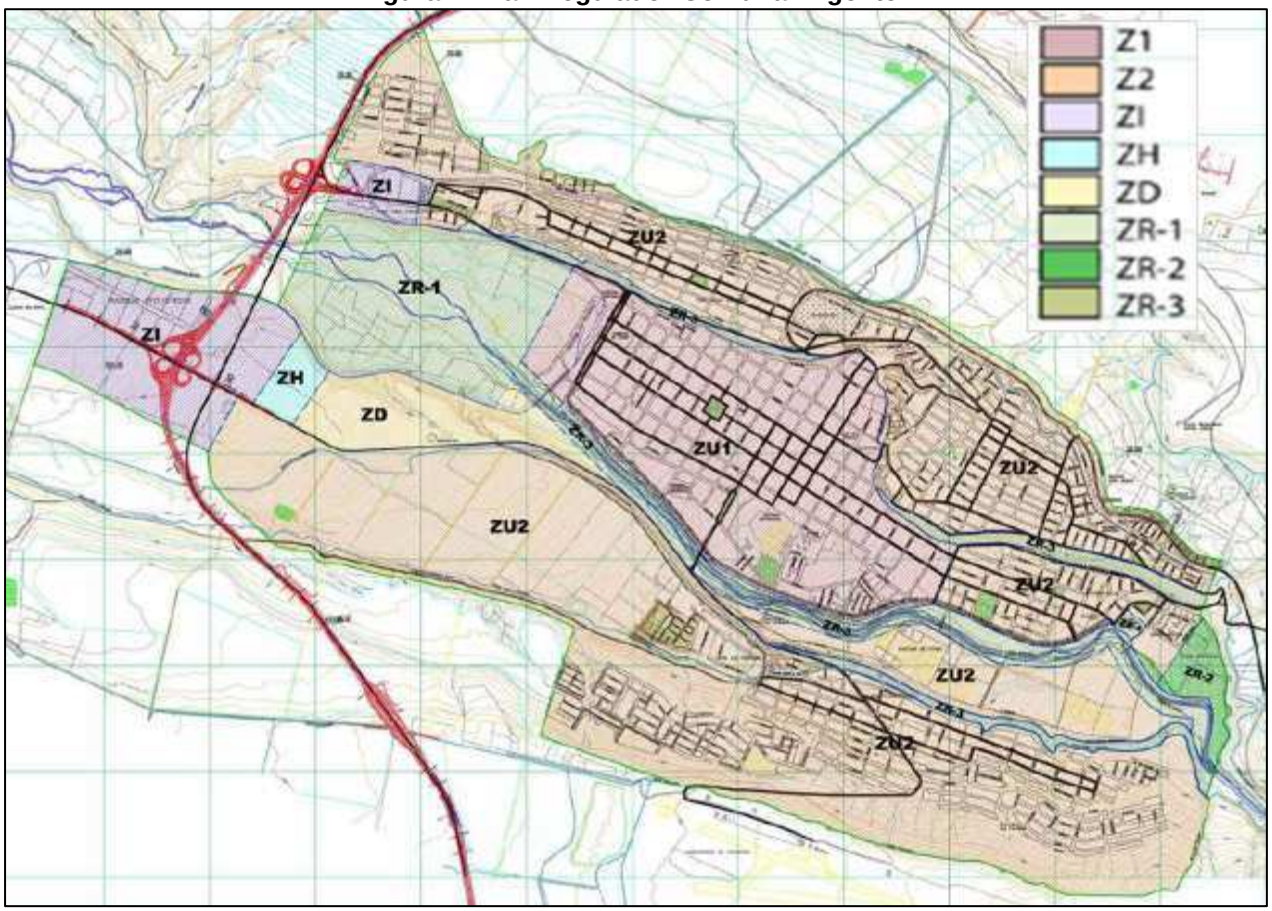
que posee modificaciones posteriores, mediante enmiendas que no representan cambios sustanciales al área urbana vigente.

El PRC reconoce el poblamiento en terrazas, se identifica un área céntrica o Z1 que corresponde a gran parte de la terraza baja ubicada en la ribera norte del Río Huasco, además de las terrazas superiores, definidas por Z2, de menor intensidad de usos que la primera. Se definen zonas de usos de suelo exclusivo industrial (ZI) ubicados al norponiente de la localidad, cercanos a la Ruta 5, con uso de equipamiento deportivo (ZD) y de salud (ZH), ambos ubicados en la segunda terraza al sur.

El instrumento identifica áreas de restricción asociada a los desbordes del río, áreas de anegamiento en sector de vegas, remoción en masa y flujos de quebradas, donde se restringe el uso exclusivamente a áreas verdes y vialidades.

A continuación, se expone el Plan Regulador Vigente, seguido de una tabla con las zonas de usos de suelo principales en el área urbana.

Figura 2. Plan Regulador Comunal Vigente



Fuente: Extraído de Estudio PRI Huasco (Memoria Explicativa).

Cuadro 1. Zonificación PRC Vigente Vallenar

ZONA	USO PERMITIDO	USO PROHIBIDO	SUBDIVISIÓN PREDIAL	ALTURA	OCUPACIÓN MÁXIMA DE SUELOS
Z1	Vivienda, Comercio y Oficinas, Equipamiento, Industrias-Bodegas Inofensivas y no Molestas, Áreas Verdes y Vialidad.	Industrias-Bodegas y/o Peligrosas	250	7 metros	50%
Z2	Vivienda, Comercio y Oficinas, Equipamiento, Industrias-Bodegas Inofensivas y no Molestas, Áreas Verdes y Vialidad	Industrias-Bodegas y/o Peligrosas	150	12 metros	50%
ZI	Talleres artesanales, Industrial-Bodegas Inofensivas y Molestas no contaminantes.	Todos los expresamente no permitidos	Las restantes condiciones estarán sujetas a reglamentación especial y a las disposiciones que sobre la materia establecen los artículos 200 al 215 y 479 de la OGUC.		
ZH	Equipamiento de salud	-	-	-	-
ZD	Equipamiento deportivo, recreativo, turístico, Áreas Verdes, Vialidad y Vivienda	Comercio y Oficinas, otros Equipamientos, Industrias-Bodegas de todo tipo.	Las restantes condiciones estarán sujetas a reglamentación especial y de acuerdo a las disposiciones pertinentes establecidas en la OGUC, en particular el Artículo 231. Vivienda, siempre que este último cumpla con una superficie predial mínima de 5.000m2, y una ocupación máxima de suelo 10%.		
Áreas especiales o de restricción (desborde de río, anegamiento y flujos de quebradas)					
ZR 1 ZR 2 ZR 3	Áreas verdes - vialidad	Vivienda, comercio y Oficinas, otros equipamientos, Industrias-Bodegas de topo tipo.	Condiciones sujetas a reglamentación especial y de acuerdo a las disposiciones pertinentes establecidas en la OGUC.		

Fuente: Elaboración propia en base a ordenanza local vigente.

El Plan vigente es un instrumento de planificación simplificado en relación a las condiciones actuales de poblamiento que posee la comuna, y desactualizado en relación a la definición de la normativa urbana vigente. Por lo tanto, este instrumento no permite hacer frente a las exigencias de la dinámica actual, asociadas a: conflictos con las actividades productivas, vialidades inconexas, falta de conectividad interna, presencia de relaves al interior del área urbana, nuevos proyectos inmobiliarios, necesidad de protección de zonas consideradas patrimoniales por sus características arquitectónicas y la dependencia de los barrios respecto del área céntrica para su abastecimiento.

En razón de ello el Municipio apoyado por SEREMI MINVU tomaron la decisión de realizar un estudio que permita Actualizar el Plan Regulador Vigente, y expresar en él intenciones y proyecciones del desarrollo futuro en el área urbana de Vallenar.

II.3 OBJETIVOS DE LA ACTUALIZACIÓN DEL PRCV

II.3.1.- Objetivos de la actualización del PRC

La actualización del Plan Regulador Comunal de Vallenar de acuerdo con lo establecido en las bases de licitación del estudio, contempla los siguientes objetivos:

- Ajustar a los requerimientos de la normativa vigente respecto de las condiciones urbanísticas y funcionales, entre ellos: establecer dotación de estacionamientos, escala urbana histórica de la ciudad y densificaciones entre otros.
- Considerar en el ordenamiento los limites naturales y determinados por su especial geografía constituida por quebradas, cursos de agua (naturales y artificiales), taludes, áreas de inundación, entre otros.
- Constituir en su totalidad, como elemento estructurante la relación espacial río - ciudad, y su conformación de borde construido.
- Garantizar la vialidad necesaria que permita las continuidades y conectividades, permitiendo la funcionalidad de los distintos movimientos de la ciudad, fundamentalmente en las transversalidades compatibilizando la escala vehicular – bicicleta-peatón, aprovechando la dimensión de la ciudad y las cercanías entre los distintos equipamientos y zonas residenciales.
- Mejorar y rescatar la imagen urbana de los bordes de los cursos de agua que atraviesan la ciudad, tanto natural como artificial.
- Prever las zonas de extensión urbana acorde a la particular geografía urbana, potenciando subcentros y reconociendo el espacio del valle versus las planicies del desierto.

II.3.2.- Objetivos de planificación

El análisis y diagnóstico permitió fijar con mayor precisión los objetivos de planificación, esto basado en la visión de la comuna, las características del territorio y las proyecciones que se esperan para el territorio urbano. A continuación, se presentan los objetivos de planificación.

- Poner en valor los elementos geográficos constitutivos de la ciudad, como son los taludes, el rio, los canales y las terrazas.
- Propiciar el acondicionamiento ambiental del desarrollo urbano en zona árida
- Generar un sistema de conectividades que reconozca diferentes modos de movilidad y la particular geografía.
- Reconocer un patrón morfológico de escalas adecuadas a las diferentes partes de la ciudad y a sus modos de vida.
- Conformar áreas verdes que reconozcan bordes dentro de la ciudad, potenciando canales, miradores/ balcones, taludes.
- Evitar la dispersión de la ocupación del suelo consolidando un área urbana eficiente y resguardando los suelos agrícolas.

Los objetivos mencionados constituyen la base que sustenta la propuesta del PRCV, por tal motivo cada uno de ellos se encuentra en coherencia respecto de las propuestas y acciones de sustentabilidad contempladas en el presente informe.

Folio014033

II.4 JUSTIFICACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DEL PRCV

Actualmente la comuna de Vallenar posee un Plan Regulador del año 1982, el cual ha tenido modificaciones o enmiendas: con cambios posteriores mediante enmiendas: el año 2003, que afecta una superficie de la zona ZD para acoger equipamiento de salud (hospital de Vallenar), luego una modificación a la Vialidad Estructurante, el 2008, y la última que modifica la Zona ZD en cuanto a coeficiente de ocupación y uso de suelo establecido. Pese a ello este instrumento en la actualidad no permite ordenar el territorio, con el paso de los años se han generado cambios en la localidad y así mismo han surgido nuevas necesidades, que el Plan vigente no contempla.

Las necesidades que expresa la actualización del Plan Regulador Comunal son:

- Existe un desfase en la planificación de 35 años, lo que evidencia una necesidad de establecer un ajuste de acuerdo a la normativa urbana vigente, con la finalidad de contar con un instrumento actualizado.
- Que es necesario expresar el interés que posee la comuna, para destacar y relevar el escenario natural en el cual se sitúa Vallenar, superficie de Valle y terrazas fluviales, destacando al Río Huasco como eje estructurante de la ciudad, otorgando un mejoramiento de la imagen urbana como un espacio público de reunión en la ciudad.
- Es necesario además ordenar el territorio urbano y los usos propuestos en función de los peligros naturales identificados en el territorio, con la finalidad de proteger a la población. Esto debido a la ocurrencia histórica de inundaciones y flujos aluvionales, que incluso han afectado a la población recientemente (aluviones y crecidas el año 2015).
- Planificar contemplando las demandas de viviendas actuales y equipamientos, protegiendo elementos patrimoniales que reflejan la historia de Vallenar, y contemplar su proyección a futuro, generando condiciones de habitabilidad.

En síntesis, se espera normar el territorio acorde a los cambios ocurridos y a los que se proyectan. Esos cambios corresponden a modificaciones sustanciales, establecidas por el Reglamento de la EAE en el artículo 29, las que otorgan obligatoriedad a la aplicación de la EAE. Entre los cambios sustanciales se encuentran:

- **Ampliación del área urbana de Vallenar**. El Plan Regulador Comunal vigente posee una superficie de 1.105 hectáreas, si bien la proyección de la demanda de 1.813 hogares es resuelta por la superficie vigentes, se consideraron demandas potenciales de iniciativas de inversión (proyectos mineros Nueva Unión y Pascualama) que podrían generar cambios en la tendencia demográfica. Por ello los cambios contemplan una superficie adicional de 1.840 hectáreas, resultando un total de 2.945 hectáreas para el área urbana, superficie que absorbe usos de suelo mixto, equipamientos, actividades productivas, superficies de áreas verdes y vialidades.
- **En el área urbana se reconoce la necesidad de contar con vialidades continuas y conectadas**, especialmente que otorguen conectividad entre el sector de valle con los altiplanos. Por esto se plantean cambios que permitan conectar las vías ya existentes, y con ello se establecen nuevas declaratorias de utilidad pública para vialidades colectoras y servicios, que permiten conectar el valle con los sectores de altiplano, entre ellos se encuentran: Matta con Continuación de Buen Esperanza y conexión del sector oriente entre extensión de calle Prat y continuación de calle España.

Folio014034

- **Necesidad de incorporar en el desarrollo de la ciudad, las nuevas demandas emergentes asociadas al desarrollo minero**, lo cual requiere de un centro urbano que incorpore actividades productivas relacionadas, provea de servicios y comercio. En este sentido se incorporan al área industrial ya existente una superficie adicional hacia el sur considerando los posibles cambios en la dinámica económica producto de la llegada de nuevas inversiones, sin embargo estas actividades no permiten actividades molestas, contaminantes ni peligrosas.
- **Se consideran cambios en las normas urbanísticas que contemplan aumentos en las alturas y coeficientes de constructibilidad,** ya que la propuesta se sustenta en un enfoque bioclimático que permite entregar condiciones de confort térmico a la comunidad. Identificándose sectores en la ciudad, que dadas sus condiciones topográficas permiten incorporar edificaciones de mayor altura, por las condiciones de vistas, ofreciendo protección contra los vientos provenientes del desierto hacia el valle.

  El Plan vigente contemplaba solo dos zonas urbanas con usos mixtos, con alturas máximas de 12 metros y coeficientes de ocupación del 50%, lo que se considera insuficiente considerando que la ciudad puede ser más compacta aún. La propuesta de Plan contempla mayor diversidad de usos, y en algunos sectores superan las alturas vigentes de 2 y 4 pisos a 6, sobre el 20%, y el coeficiente de constructibilidad vigente sobre el 30%, los que son superados. Por este motivo, se considera que existirán cambios sustanciales al PRC vigente, cambios que permitirán generar una ciudad más compacta, y por lo tanto más sustentable.

Esto evidencia la necesidad de una actualización del Plan Regulador y junto a ello la aplicación de la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE), como lo señala el Reglamento en su artículo 3[3].

[3] Carácter obligatorio de la Evaluación Ambiental Estratégica. Se someterá a evaluación ambiental estratégica las políticas y planes de carácter normativo general, así como sus modificaciones sustanciales, que tengan impacto sobre el medio ambiente o la sustentabilidad que el Presidente de la Republica, a proposición del Consejo de Ministros para la sustentabilidad, decida. En todo caso, siempre se deberán someter a EAE los PROT, PRI, PRC y Planes seccionales, PRDU y zonificación de Borde Costero, del territorio marítimo y el manejo integrado de cuencas, las modificaciones sustanciales de los señalados instrumentos o los instrumentos de ordenamiento territorial que los remplacen, o sistematicen.

II.5 OBJETO DE LA ACTUALIZACIÓN DEL PRCV

Los temas que se abordarán en el proceso de planificación y los mecanismos utilizados se exponen a continuación. Para ello se contemplan los objetivos de planificación propuestos, y en cada uno de ellos se señala la propuesta y las normas generales utilizadas para su cumplimiento.

OBJETIVOS DE PLANIFICACIÓN	MATERIAS TRATADAS
Objetivo de Planificación 1. Poner en valor los elementos geográficos constitutivos de la ciudad, como son los taludes, el rio, los canales y las terrazas.	Se propone una **zonificación de Usos Mixtos con denominación respecto de su ubicación geográfica**. Además la propuesta contemplará superficies de áreas verdes y parques, entre ellas: - Z**onas de declaratoria de Uso Público** (DUP) asociada principalmente a áreas lineales que reconocen las amenazas naturales existentes (remoción en masa en taludes) y potenciando canales y miradores, mediante una norma que restringe la construcción, con la finalidad de privilegiar espacios para recreación de parques, - **Zonas de espacio público**, donde se reconocen las plazas existentes **- zona de áreas verdes**, donde se protegen la vegas y el sector del vivero municipal, con la finalidad de proteger estos ambientes y resguardar espacios comunitarios. En este punto es relevante señalar la importancia de la definición de las **áreas de riesgo**. En el Plan se identifican 5 áreas de riesgo, 4 de ellas ligadas a las amenazas naturales y una a las amenazas antrópicas. Tanto las áreas de riesgo de remoción en masa por flujo de detritos y desprendimiento de taludes como aquellas áreas de inundación y potenciales de inundación, están respaldadas por el estudio fundado de riesgos, en la mayor parte de estas zonas se superponen con áreas verdes y declaratoria de uso público y zonas de espacio público, esto con la finalidad de evitar la posibilidad de edificaciones sobre ellas. Respecto de las **áreas de riesgo antrópico**, estas corresponden a la identificación relaves en el interior del área urbana, en ellos se fija una norma de zonas no edificables, con la finalidad de evitar su ocupación y edificación, ya que no se cuenta con una identificación específica de los contaminantes presentes en cada uno de ellos. Al reconocer mediante estudios específicos los contaminantes se pueden llegar a establecer normativas específicas acorde a lo señalado por los expertos.
Objetivo de Planificación 2. Propiciar el acondicionamiento ambiental del desarrollo urbano en zona árida.	En la **zonificación se proponen zonas de mayores alturas**, de hasta 6 pisos, con la finalidad de evitar mayor extensión y dispersión de la ocupación urbana. Las zonas clasificadas con mayores alturas en la propuesta corresponden a: Zonas residencial de densificación 1 y 2, Zona altiplano equipamiento y Zona Carretera. Se localizan en sectores que permiten mantener las vistas hacia el valle. Entre los beneficios reconocidos se encuentran: aprovechar las

	virtudes de la topografía con vistas privilegiadas a la ciudad, fusionándose con sus patrones de conformación, ofreciendo protección contra los vientos provenientes del desierto hacia el cajón del Huasco, y así también en la zona central incentivando la posibilidad de reactivar el centro urbano principal de la ciudad.
Objetivo de Planificación 3. Generar un sistema de conectividades que reconozca diferentes modos de movilidad y la particular geografía.	**Se proponen aperturas de vías y ensanches** con la finalidad de entregar una conectividad interna que permita mejorar las condiciones de conectividad y acceso, especialmente contemplando la conectividad hacia sectores en desarrollo, que favorezca la comunicación entre el altiplano y el valle, y que permita conectar el área norte y sur de la ciudad. Además las vialidades propuestas de acuerdo a su tipología, permite evitar la instalación de equipamientos mayores en lugares no deseados, existiendo zonas específicas para ello, y así evitar los impactos sobre los modos de vida, especialmente en el casco histórico donde la trama vial es angosta y los usos de mayor carga de ocupación o cantidad de estacionamientos modificaría sustancialmente el centro de provincia, lugar valorado. Las aperturas de vías en el altiplano norte, se localizan en el sector oriente y poniente cercano al límite propuesto, ya que son áreas que no cuentan en la actualidad con vías apropiadas, entre ellas se encuentran: Arturo Álvarez, Cavancha y las Dalias. Mientras que en el sector céntrico se propone una vías de continuación a Matta que cruza el río y permite conectar con el sector sur del valle, de la misma forma que hacia el sector oriente con la vía Calle 1. En el sector de altiplano sur se proponen aperturas hacia el oriente, sector industrial, y en áreas de nuevas residencia, principalmente en el sector oriente. Las vialidades en su conjunto, especialmente las vías colectoras permiten entregar una conectividad interna entre el norte y el sur, y el sector del altiplano con el valle.
Objetivo de Planificación 4. Reconocer un patrón morfológico de escalas adecuadas a las diferentes partes de la ciudad y a sus modos de vida.	En el Plan se propone el reconocimiento de una zonificación de usos mixtos, donde existen residencia, aunque en algunos sectores restringidos a partir de las densidades y alturas definidas, con esto se entrega cabida tanto a áreas en densificación como aquellos sectores de baja densidad, afectados por amenazas o como definidos como áreas de amortiguación con el entorno. Se reconocen y proponen zonas de actividades productivas, las que se localizan en el sector poniente de la localidad, entorno a las principales rutas de acceso: Ruta 5 norte, Ruta Antigua y Avenida Huasco. Con ello se otorga espacio a las actividades productivas de forma ordenada, excluyendo a aquellas molestas, contaminantes y peligrosas. En relación con el patrón morfológico del área, en la localidad se reconoce una zona con características patrimoniales, ubicada entorno a la plaza de armas y a la calle Arturo Prat al oriente de la plaza. Entendiendo la dimensión del área urbana y contemplando la necesidad de abastecer a toda su superficie de servicios, comercio y equipamientos, es que la propuesta pretende incorporar

	definición de centralidades tanto en el sector del altiplano como en el sector de valle, con ello se evita la dependencia del centro principal y la confluencia vehicular en la zona, con el deterioro que ello conlleva. Entre las centralidades se encuentran: Zona altiplano 2 y altiplano de equipamientos, esta última se ubica en el sector sur y Zona de Valle centro 1. Con ello se reconoce y se ordena la diversidad de usos que conviven en la localidad.
Objetivo de Planificación 5. Conformar áreas verdes que reconozcan bordes dentro de la ciudad, potenciando canales, miradores/ balcones, taludes.	Se propone una zona denominada **Declaratoria de Uso Público (DUP),** reconociendo en ella sistemas lineales de áreas verdes, los que se localizan en sectores vulnerables respecto de los peligros naturales, principalmente referido a remoción en masa por desprendimiento en los taludes y áreas de inundación en torno al Río Huasco, y además protegen el entorno a los canales, elementos valorados en la ciudad.
Objetivo de Planificación 6. Evitar la dispersión de la ocupación del suelo consolidando un área urbana eficiente y resguardando los suelos agrícolas.	Si bien, el límite urbano propuesto genera mayor ocupación de suelos que el límite vigente, este permite incorporar futuros crecimientos y junto con ello nueva infraestructura y equipamientos necesarios, lo permite dotar al área urbana de requerimineto básicos. Por ello la propuesta contempla **varias centralidades** que permiten, en esta escala, surtir de servicios y comercio a la localidad, tanto en el sector del altiplano norte y sur (Zona altiplano 2, altiplano de equipamientos en sector sur) como en el Valle (Zona de Valle centro 1). Además se entrega cabida a usos de **suelo mixto de densificación** (ZRD1 y ZRD2), lo que permite incorporar en la ciudad demandas de viviendas sociales. Con lo anterior, **se evita la dispersión o la presencia de ciudades satélites, que generan núcleos aislados y poco eficientes**.

A continuación se exponen aspectos relevantes del Plan, respecto de aspectos normativos referidos a la zonificación, áreas de riesgo y vialidades, materias que son objeto del Plan:

1) **Zonificación**.

- Zonas de Valle. Se establece una zonificación con tres clasificaciones distintas, por un lado se encuentran las Zonas de Valle Centro (ZVC), Zona de Valle (ZV) y Zonas de Valle Río (ZVR), la primera de ellas se asocia a sectores con un rol funcional central, las zonas de valle (ZV) se extienden de las zonas anteriores hacia el oriente, ubicándose una de ellas (ZV5) en superficies afectadas por riesgo de desbordes de río. Por último, las Zona de Valle Río (ZVR), corresponde a zonas ubicadas en torno al río Huasco, se reconocen como zonas potencialmente inundables, por lo tanto los usos permitidos son principalmente de equipamientos y usos mixtos con densidades bajas de ocupación.
- Zonas de Conservación histórica. Estas zonas se ubican en el área céntrica de Vallenar, corresponde a una zona de protección de un entorno urbano de valor patrimonial en torno a la plaza de Vallenar (ZH1) y sectores de protección en torno patrimonial de la calle Arturo Prat al oriente de la plaza de Vallenar.
- Zonas altiplano. Corresponden a zonas habitacionales de densidades variables que se localizan en las terrazas medias y altas del valle del Río Huasco. Existe una clara diferenciación de densidades desde los sectores interiores hacia el

límite urbano. En las zonas cercanas al límite urbano existen densidades más bajas, al ser esta zona considerada un área de transición.

Existe una zona de equipamiento en el sector del altiplano, esta zona tiene como objetivo principal configurar una centralidad de carácter provincial en torno al acceso poniente del área urbana.

- Zonas residenciales de densificación. Se proponen dos zonas las cuales debido a su emplazamiento y el nivel de consolidación, se configuran con un alto potencial de renovación y densificación con altura media. Una de ellas se ubica sobre superficies del altiplano (ZRD1), mientras que la otra se localiza en zonas de inundables del valle (ZRD2).
- Zona de Carretera. Se propone una zona de equipamientos y actividades productivas emplazadas en torno a la ruta 5 y al acceso del área urbana. En este sector se definen normas específicas respeto de las densidades y subdivisión predial, que permitan acogida una gran diversidad de usos incluido entre ellos el uso residencial.
- Zona Productiva. Corresponde a una zona de uso exclusiva de actividades productivas y equipamientos ubicados al poniente de la ruta 5, alejados de las áreas de mayor densidad residencial (ZPE).
- Zona de Cementerio. Se reconoce las superficies de cementerios en el área urbana. En él se establecen normas asociadas al equipamiento exclusivo. Entre las normas se encuentran, subdivisión predial, coeficiente de ocupación, constructibilidad, adosamiento y antejardín.
- Zona Declaratoria de uso público, Zona de Espacios públicos y áreas verdes. Las primeras se localizan en sectores inundables y sectores de taludes entre terrazas, la zona de espacio públicos corresponde a pequeñas superficies de plazas, y las zonas de áreas verdes se proponen en amplias superficies asociadas a el sector de vegas, con la finalidad de proteger este ambiente, y sector del vivero, debido a la importancia que representa como espacio de encuentro local.
- Áreas no edificables. Se proponen como áreas no edificables aquellas superficies en torno a la línea férrea, además de las superficies de relaves reconocidas al interior de la ciudad. Es importante señalar que estas se definen de esta manera ya que no existen estudios específicos para cada uno de ellos donde se señalen los tipos de contaminantes y recomendaciones para su uso, frente a ello se prohíbe la edificación, hasta que existe un estudio detallado.

2) **Áreas de Riesgo**:

Se identifican a través del estudio fundado de riesgos, áreas de amenazas naturales y antrópicas. Se incorporan antecedentes respecto de fenómenos de remoción en masa, referidas a desprendimientos en taludes y flujos de detritos en las principales quebradas, además el área se ve afectada por inundaciones por desborde del cauce del Río Huasco y por zonas de anegamientos.

Los riesgos antrópicos identificados se refieren a los pasivos mineros al interior de la ciudad, en estas superficies se identifica tanto el pasivo como la posible área de dispersión, de acuerdo a estudios de inspección preliminar realizados por profesionales especialistas. La superficie en su totalidad se define como área de riesgo antrópico.

Folio014039

3) Vialidades:

Se definen vialidades con la finalidad de lograr mejorar las condiciones de conectividad y acceso de la ciudad, ya así mismo generar en algunos sectores factibilidad de instalación de equipamientos acorde a las categorías de las vías.

II.6 ÁMBITO TERRITORIAL Y TEMPORAL DE APLICACIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DEL PRCV

El ámbito de acción del PRC se refiere a lo señalado en la LGUC[4] en su artículo 41, donde se señala que este instrumento norma áreas urbanas, y su ámbito de acción se restringe a su superficie y a las disposiciones referidas a: uso del suelo o zonificación, localización del equipamiento comunitario, estacionamiento, jerarquización de la estructura vial, fijación de límites urbanos, densidades y determinación de prioridades en la urbanización de terrenos para la expansión de la ciudad, en función de la factibilidad de ampliar o dotar de redes sanitarias y energéticas, y demás aspectos urbanísticos.

Por lo tanto, el PRC de Vallenar limita su acción dentro del límite urbano a actualizar o definir y a las normativas de uso asociadas a esa superficie. Con respecto a la aplicación territorial el horizonte de planificación es 30 años como máximo, ya que los antecedentes sobre los cuales se trabaja en términos de proyecciones de población se estiman en ese periodo de tiempo, lo que permite a su vez estimar la dinámica de la ciudad.

[4] Ley General de Urbanismo y Construcción.

III.- MARCO DEL PROBLEMA

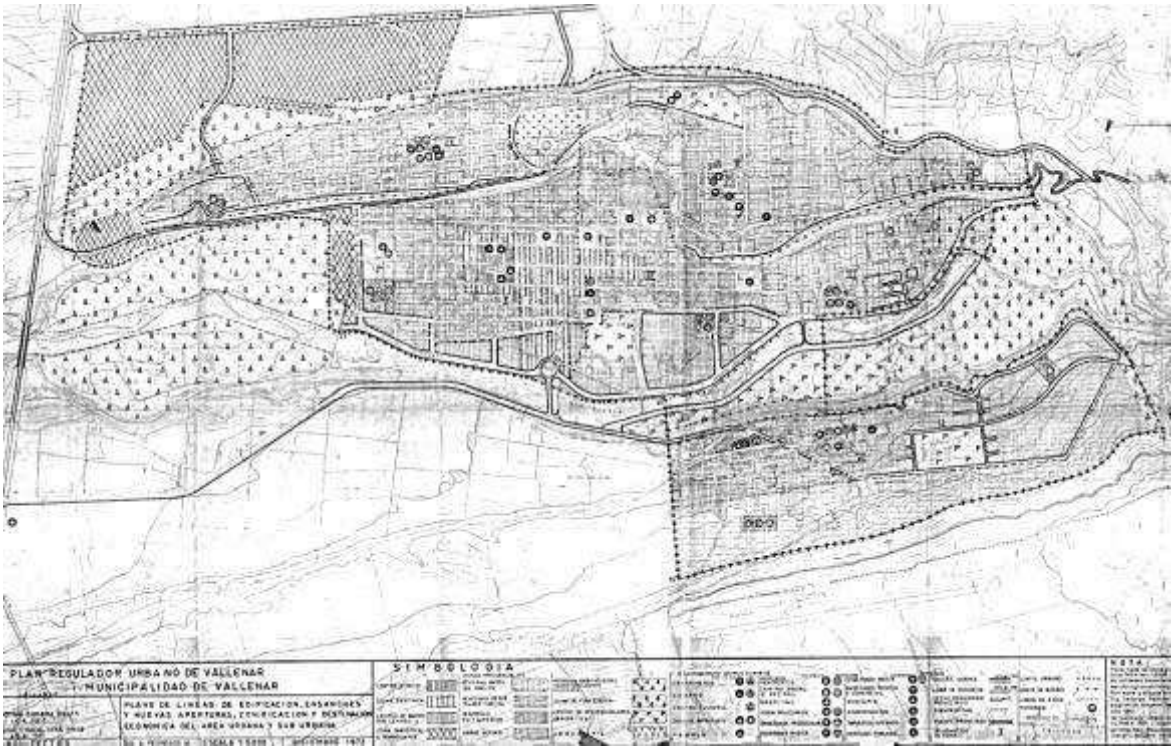
III.1 SISTEMA URBANO DE LA COMUNA DE VALLENAR

La historia urbana de la comuna se inicia cuando Ambrosio O'Higgins culmina un ciclo de organización territorial fundando 8 ciudades, entre ellas Vallenar.[5] O´Higgins llega al asiento minero de Paitanás o Pantanasa, y funda en 1789 la Villa de San Ambrosio de Ballenary, hoy ciudad de Vallenar. Es un lugar estratégico por su ubicación central en el valle, cercano a los recursos mineros y a los potenciales insumos alimenticios de la incipiente producción agrícola[6].

Entre el siglo XVIII y XIX la ciudad comienza a cambiar su paisaje y sus usos, producto del auge minero y los nuevos requerimientos por la demanda de alimentos, incorporando nuevas infraestructuras de canales de regadío, que permiten anexar pese a las condiciones climáticas del área nuevas superficies de cultivo, que junto a la llegada del ferrocarril dan un impulso a la ciudad y a la actividad minera del entorno.

La segunda mitad del siglo XX trae la reactivación de la minería del hierro[7] reflejando cambios en el aumento de población, incorporándose nuevas poblaciones masivas asociadas a la explotación minera, consolidando un gran crecimiento entre los años 1965 y 1972. Esta expansión urbana se planifica en 1972 con un plan regulador a cargo de Pastor Correa, que prefigura la mancha urbana que hoy se mantiene en términos generales, como se ve en la figura.

Figura 3. Plan Regulador del año 1972.



Fuente: Imagen escaneada de I. Municipalidad de Vallenar.

[5] BIBLIOTECA NACIONAL DE CHILE. Fundación de ciudades: siglo XVIII. Memoria Chilena. Disponible en http://www.memoriachilena.cl/602/w3-article-3428.html.
[6] Montaña Pedemonte, Arquitectura con identidad regional: el caso del valle del Huasco, CNCA, 2005
[7] Montaña Pedemonte, 2005, Op. cit

En este mismo siglo se comienza además a planificar el recurso hídrico en el área y el año 1995 se realiza la construcción del embalse Santa Juana, que tiene por principal objetivo proveer de este recurso a los agricultores del valle.

La comuna posee un valle fértil que permite desarrollar la producción agrícola de exportación, situación que convive con la residencia y la actividad minera. Sin embargo, el desarrollo minero genera impactos territoriales relevantes asociados a sus flujos de carga y a los efectos contaminantes de la actividad, que afectan en la actualidad la ciudad de Vallenar, por la manifiesta presencia de áreas en abandono, transporte de material y superficies de relave.

La condicionantes del medio natural generan especial interés, especialmente con la presencia de fenómenos climáticos extremos, que afectan zonas de extrema aridez generando amenazas, especialmente en áreas de quebradas, relacionado a inundaciones y eventos de remoción en masa (flujos aluvionales), de lo cual no está exenta la ciudad.

La configuración de la ciudad, de acuerdo a los resultados del Diagnóstico Urbano del Estudio Plan Regulador Comunal de Vallenar[8], en la actualidad puede ser descrita en base a lo siguiente:

- Centro administrativo principal de la comuna y de la provincia del Huasco, con desarrollo de servicios y comercio concentrado en el área céntrica, con convivencia de actividad minera y agrícola en el entorno y dentro de la ciudad.
- territorio con discontinuidad física entre sectores de la ciudad, sin existir un claro margen de segregación socio espacial. Por el contrario, existe una heterogeneidad social en la ocupación del suelo urbano es una gran fortaleza de Vallenar, característica decreciente en muchas ciudades intermedias y casi inexistentes en las mayores ciudades del país.
- Las condiciones morfológicas del territorio es una problemática central a abordar por el Plan, ya que limitan la continuidad de la trama urbana. Esto a su vez es un atributo relevante, ya que las terrazas fluviales, donde se emplaza la ciudad, generan espacios y vistas hacia el valle, que le entregan una característica distintiva a Vallenar.

El área urbana de Vallenar se proyecta como la cabecera urbana principal de la provincia del Huasco que como lo señala en el PROT[9] en base a su rol urbano, industrial y agrícola.

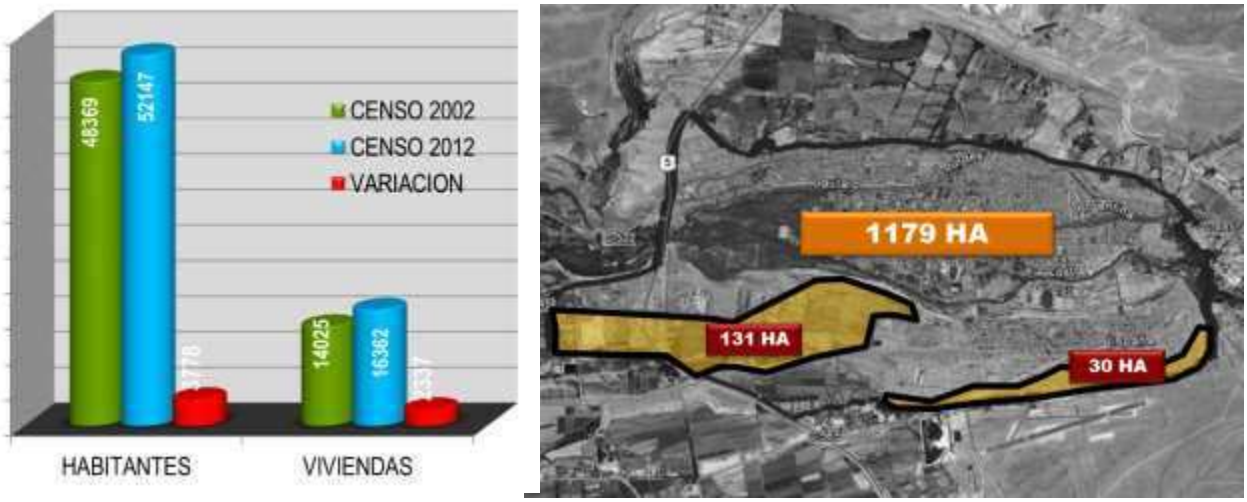
El consumo de suelo urbano para el 2010, según el estudio de Tendencias del 2004, estima un una proyección lineal de 34,72 Há, de las cuales sólo 26,87 Há corresponden a destinos habitacionales. Dicho consumo de suelo variaría en un rango desde 32,70 Há hasta 38,88 Há según se presente una disminución del PIB (Producto Interno Bruto) a un aumento más significativo a las variaciones registradas en la fecha del estudio.

Se estima de acuerdo a proyecciones del precenso 2012 que al 2030, considerando un horizonte de planificación de 15 años, se contará con 4.750 nuevos habitantes en la comuna. Suponiendo que todos estos habitantes fuesen a requerir espacio en la cabecera comunal, y que el promedio de tamaño de hogar es de 4 personas, se genera una demanda de vivienda para 1.187 familias, y este número debe sumarse al déficit habitacional, cifra estimada en 626 hogares[10]

[8] Memoria Actualización Plan Regulador Comunal de Vallenar, 2018
[9] Plan de Ordenamiento Territorial Región de Atacama. 2011. GORE.
[10] Como no se disponen de cifras de déficit habitacional actualizadas, aquí se utiliza el déficit estimado sobre la base de cifras del censo 2002 en el Análisis de Tendencias (M. I. Zapata, 2004), en el supuesto que el déficit se ha mantenido durante este lapso.

Folio014042

Figura 4. Estimaciones de consumo en base a resultados preliminares Censo 2012



Fuente: I. Municipalidad de Vallenar, SECPLAC

A la demanda de este total de 1.813 hogares se le asigna un consumo de suelo de 150 m^2 netos cada uno[11] (27,2 Há) a la que se suma un 40% de superficie adicional por urbanización (10,9 Há). El resultado global de 38 Há de demanda habitacional se estima que constituye el 60% de la demanda total de suelos. El 40% restante, 25 Há; deberá responder a la demanda por otros usos (equipamientos, productivos, etc.).

Sumada la demanda por estos otros usos, el ejercicio arroja una demanda total al año 2030 de 63,4 nuevas hectáreas de suelo urbano. Es posible ajustar esta cifra con mayor detalle en los supuestos, pero sirve de parámetro básico para afirmar que se trata de un volumen de demanda posible de acoger en un proceso de expansión y densificación del área urbana actual, sin embargo el Municipio quiere apuntar a la planificación de un área superior con la finalidad de generar un ordenamiento aun mayor a las proyecciones, en vista de posibles proyectos de inversión en el área que podrían generar mayores exigencias a la localidad.

III.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA NATURAL

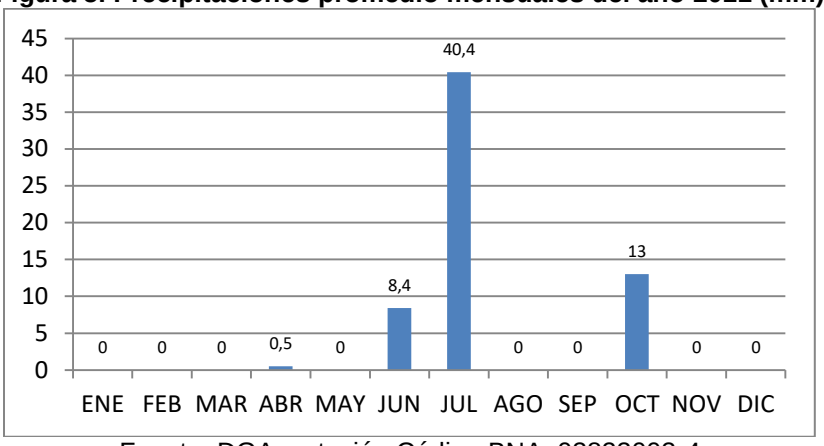
III.2.1.- Clima

La comuna de Vallenar, en específico el área que comprende la cuenca del Huasco, se encuentra bajo la influencia de un tipo bioclimático mediterráneo desértico – oceánico (DGA, 2004), cuya variación está dada por cambios de relieve desde la costa hacia el interior, cambios en términos de precipitación y temperaturas.

Las precipitaciones se originan en los frentes polares provenientes desde el sudoeste, la barrera climática de los Andes produce su acumulación en los sectores altos de la cordillera, por ello las precipitaciones tienden a concentrarse en áreas cordilleranas. Para la comuna de Vallenar, las precipitaciones tienden a ser bajas y concentrarse en los meses invernales. De acuerdo a antecedentes para el año 2011 en la estación de Vallenar DGA (vigente), la precipitación promedio mensual para ese año fue de 5 mm, concentrándose en el mes de junio (8.4 mm) – julio (40.4 mm), existiendo precipitaciones menores en abril (0.5 mm) y octubre (13 mm).

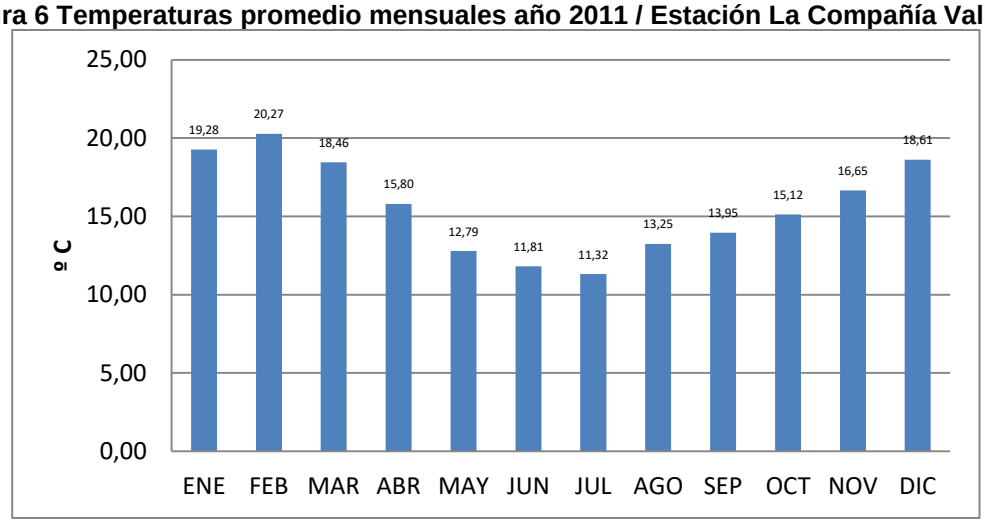
[11] Esta asignación de suelo corresponde a un consumo de suelo promedio entre distintos grupos socioeconómicos, e incluye el supuesto de que una parte de esa demanda se satisface en edificaciones en altura.

Figura 5. Precipitaciones promedio mensuales del año 2011 (mm)



Fuente: DGA, estación Código BNA: 03823003-4

Figura 6 Temperaturas promedio mensuales año 2011 / Estación La Compañía Vallenar



Fuente: Elaboración propia en base a datos DGA estación Código BNA: 03823004-2

En cuanto a las temperaturas y la oscilación térmica estas disminuyen hacia el este, debido la combinación del efecto de la altitud y del incremento de la distancia al mar, como agente moderador. En específico, para el área de los valles del río Huasco, El Tránsito y El Carmen, estos sectores se caracterizan por presentar un periodo libre de heladas de 11 meses (agosto a junio).

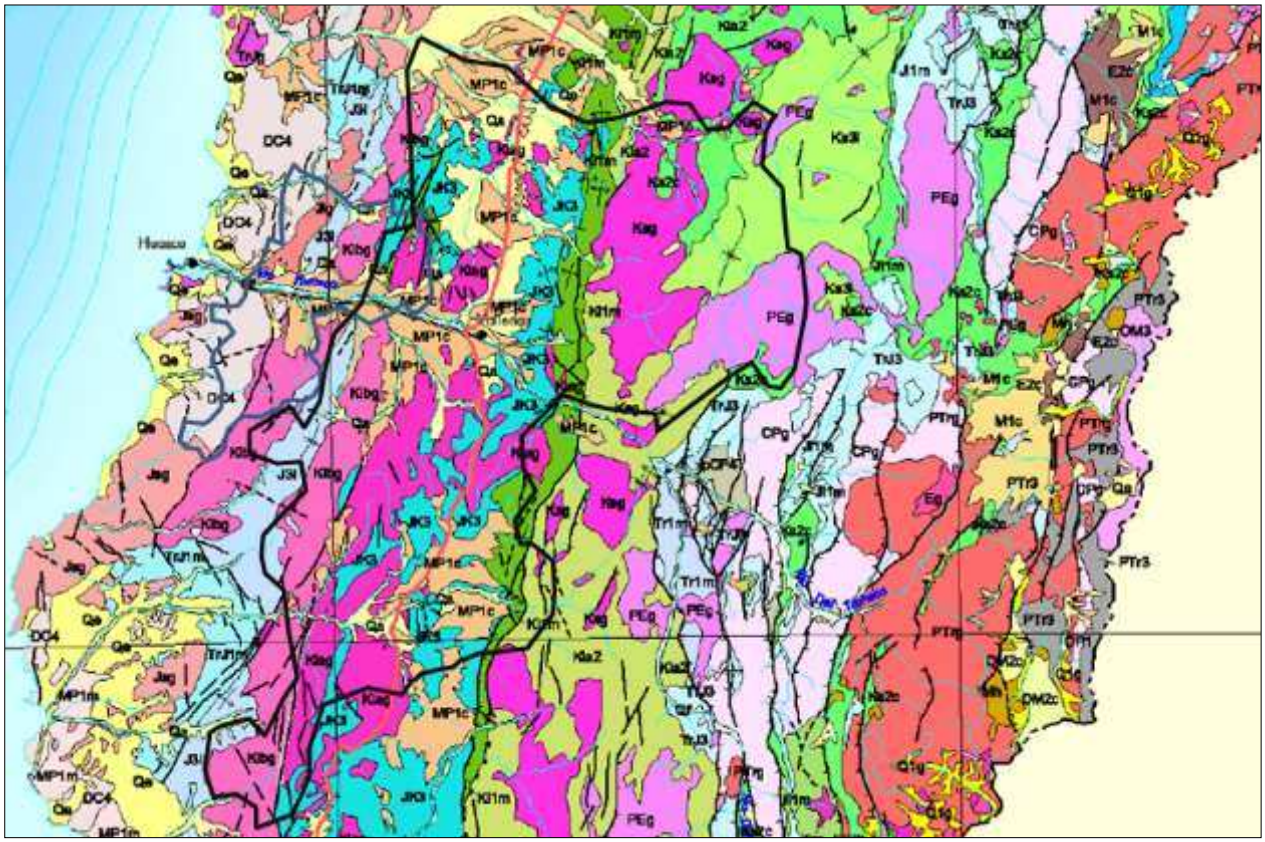
De acuerdo a los datos de la estación La Compañía (Vallenar) para el año 2011 las precipitaciones promedio mensuales más bajas se registran en los meses invernales (junio - julio), mientras que las mayores temperaturas se registran en la época estival (diciembre – enero y febrero).

III.2.2.- Geología

Todos los cauces se encuentran sobre formaciones geológicas constituida por depósitos no consolidados y rellenos de depósitos fluviales; gravas, arenas y limos del curso actual de los ríos mayores o de sus terrazas subactuales y llanuras de inundación. Estas corresponden a secuencias sedimentarias (Mp1c) donde predomina materiales clásticos de piedemonte aluviales y coluviales (conglomerados areniscas y limolitas), y depósitos aluviales que se pueden ver representados a través de abanicos aluviales (Qa).

Además de las secuencias sedimentarias mencionadas con anterioridad. en torno a los principales cauces existen secuencias volcánicas en los sectores de mayores alturas de las subcuencas (jk3). A mayor altura se sitúa una franja de secuencias sedimentarias marinas con materiales como caliza, areniscas, margas y coquinas; las cuales se encuentran junto a rocas intrusivas ubicadas en el sector oriente de la comuna, asociados algunos de ellos a mineralización de cobre – oro (Peg).

Figura 7 Geología en la comuna de Vallenar



Fuente: Elaboración propia en base a mapa geológico escala: 1: 1.000.000

En cuanto a la hidrogeología del área esta se encuentra caracterizada por la cuenca hidrogeológica del Huasco. De acuerdo a antecedentes de DGA (2004) es posible señalar lo siguiente:

- La cuenca presenta baja permeabilidad en la zona alta dela cuenca, debido a la existencia de rocas plutónicas e hipoabisales del paleozoico.
- Posee un escurrimiento sentido NNW para luego virar en las cercanías de alto del Carmen en sentido NWW
- Desde alto del Carmen aguas abajo la permeabilidad se hace media alta, lo que se relaciona con la presencia de materiales más permeables que se encajonan en torno al río Huaco (rocas sedimentarias o volcánicas no consolidadas)
- A partir de Vallenar existen recargas del río Huasco por afloramientos hasta su desembocadura.

Figura 8. Hidrogeología en la comuna de Vallenar.



Fuente: Extraída de Informe DGA Cuenca del Huasco (2004)

Figura 9. Geomorfología Regional



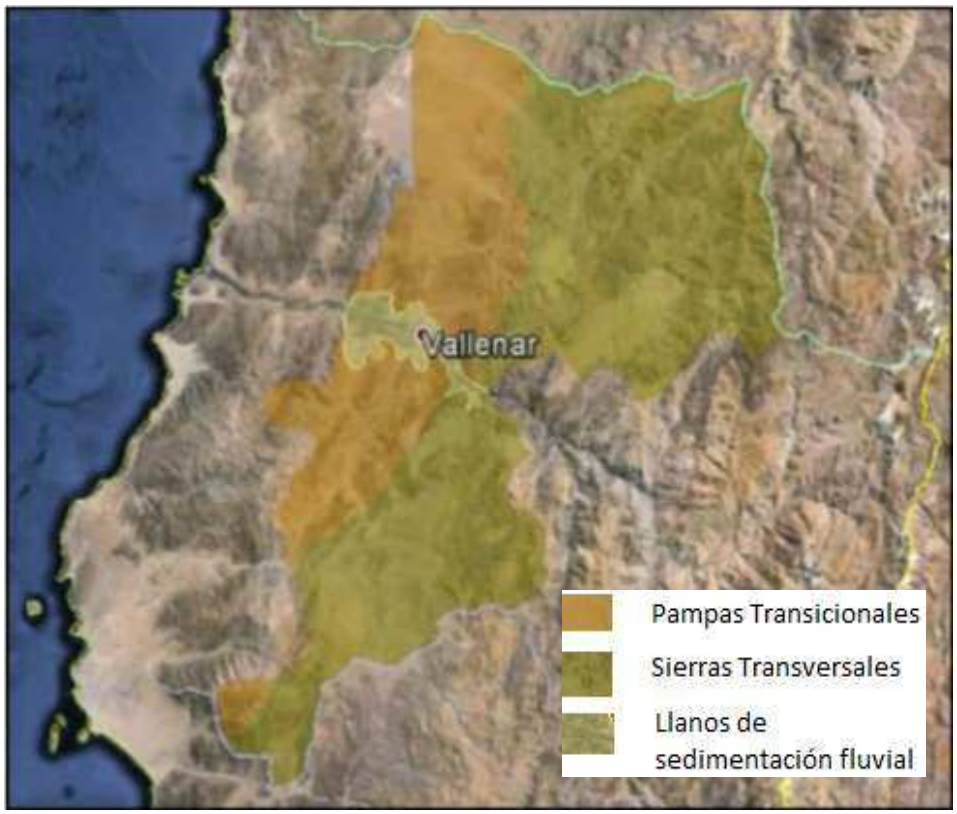
Fuente: Elaboración en base a imágenes Google Earth y antecedentes IGM.

III.2.3.- Geomorfología

En términos generales a nivel regional se identifican 4 geoformas, las cuales corresponden a: Farellón Costero y Planicies Fluviomarina, Cordillera de la Costa, Depresión Intermedia y Cordillera de los Andes. Existiendo como característica para la región un borde costero caracterizado por la presencia de farellones e interrumpidos por planicies de origen fluvial y marino, como es el caso del Valle del Huasco y Copiapó, con superficies de valles agrícolas con gran desarrollo en la depresión intermedia y una Cordillera de Los Andes Alta, con presencia de pequeños valles que drenan hacia la depresión central.

Para la comuna de Vallenar es posible identificar 3 grandes unidades geomorfológicas:

Figura 10. Geomorfología comuna de Vallenar.



Fuente: Elaboración en base a antecedentes comunales DIA (2003).

1) **Cordillera de la Costa** es discontinua, producto de la presencia de cordones transversales asociados a llanos de sedimentación fluvial, estas discontinuidades se dan en el sector de Huasco y sector de Llanos de Challe. En la figura que se muestra a continuación no se encuentra representada ya que estas superficies no se encuentran en la superficie comunal, pese a ello estas corresponden al cordón montañoso presente en forma paralela a la línea de costa.

2) **Depresión intermedia o pampa transicional**: Se extiende de los ríos Copiapó al Elqui, alcanzando una extensión de 300 km. Y un ancho (este - oeste) de 55km. Se encuentra caracterizada por la alternancia cordones montañosos y valles de sentido transversal. Es aquí donde se emplazan los valles más productivos de la comuna y de la región como los valles ubicados en torno al río Huasco desde el sector del sector de Alto del Carmen a Vallenar y al sur de Copiapó en las localidades de Paipote, tierra Amarilla y Los Loros.

   En la comuna de Vallenar se encuentran representados por las superficies de pampas transicional la que se encuentra disectada por los llanos de sedimentación fluvial, asociados en la comuna al curso hídrico del río Huasco.

3) **Sierras transversales del tronco maestro andino o Cordillera de los Andes:** En este sector se caracteriza por poseer un ancho promedio de unos 90 km, estas sierras y cordilleras forman parte de un tronco alto y tubuliforme que constituye el encadenamiento principal de la Cordillera de los Andes. En esta cordillera los afluentes superiores frente al sector de la comuna de Vallenar son: Carmen y Potrerillo hacia el

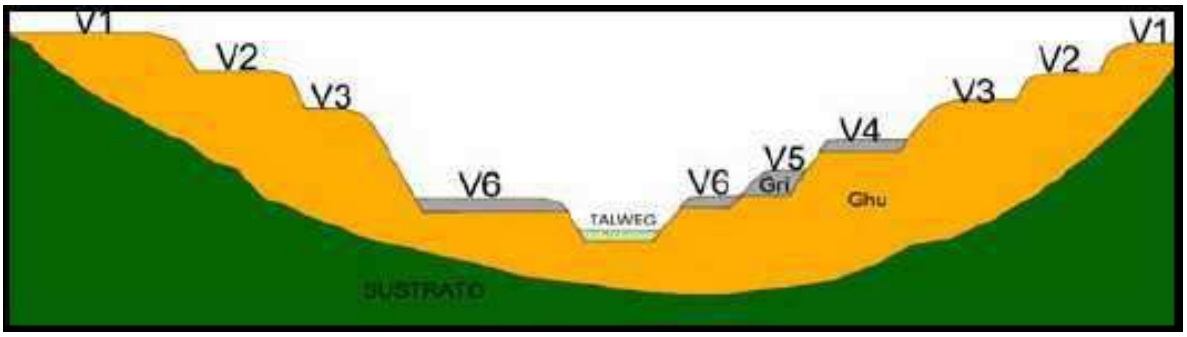
Folio014047

sur, mientras que hacia el norte se encuentra drenada por el curso del río de Valeriano tributario del río Transito y del Carmen. La cordillera en este sector posee dos grandes alturas representadas por los cerros: Cerro del Porro (5.864 msnm) y Cerro del Toro (6.168 msnm).

Para la localidad urbana de Vallenar se identifican hasta seis terrazas fluviales. Las terrazas más antiguas se encuentran más altas y corresponden a unidades de material denominada como gravas del Huasco, materiales que permiten caracterizar la acción fluvial erosiva. Por otra parte, las terrazas más jóvenes lo hacen sobre una unidad de gravas fluviales grises lo que evidencia el desplazamiento de materiales por tracción en el antiguo lecho del río. Los antecedentes anteriores corresponden a un estudio morfoestratigráfico de la cuenca del río Huasco, lo que entrega una visión general del esquema de terrazas fluviales del río.

El origen de estas formaciones, se asocia a el impacto de las variaciones glaciales cuaternarias como principal responsable del aterrazamiento de los depósitos fluviomarinos neógeno-cuaternarios en el curso inferior del valle de Huasco, y así mismo el clima y tectonismo son factores relevantes en el aterrazamiento de los depósitos fluviales neógeno-cuaternarios en el curso medio (Riveros y Riquelme (2009).

Figura 11. Distribución morfoestratigráficas de las terrazas en el sector de Vallenar.



Fuente: Riveros y Riquelme (2009)

III.2.4.- Suelos

A nivel comunal existe cerca de 11.514 hectáreas de suelo con capacidad agrícola, lo que representa un 1,6% aproximadamente de suelos de la comuna. Los suelos con aptitud agrícola son menos del 1%[12] en la región, lo que permite destacar al sector de Vallenar, y en especial el Valle del Huasco y Copiapó, como valles agrícolas para la región.

Las capacidades de uso que predominan en el entorno de la localidad de Vallenar, en específico para cada una de las terrazas fluviales identificados son:

- **Terraza 1 o Baja**: presenta suelos clasificados como una capacidad de uso IIIr. Son suelos areno-gravosos con buen drenaje e intemperización ligera, con problemas de arraigamiento y salinidad en algunos sectores, y microrelieve y pedregosidad en otros. En general son suelos con limitaciones moderadas y de productividad regular a localmente buena.
- **Terraza 2 o intermedia baja:** tiene su mayor expresión espacial en el sistema que se desarrolla al Norte del río Huasco, posee suelos de capacidad uso IIIr a IVr.
- **Terraza 3 o Intermedia alta:** Posee capacidades de uso variables, en su ribera norte concentra capacidad de uso IIr, y IIIr a IVr para el sector sur de la terraza.

[12] PROT ATACAMA.

Folio014048

- **Terraza 4 o alta:** Se le asocian suelos de capacidad VIII, es decir, suelos con serias limitaciones, en este caso principalmente por clima y textura.

La terraza baja donde en la actualidad escurre el curso del río Huasco posee capacidad de usos de suelo clase III, seguida de una terraza intermedia baja con capacidades IIIr y IVr, todas con limitaciones en cuanto a cultivos y a riesgo, así mismo la terraza intermedia alta, donde se encuentran algunas haciendas antiguas con productividad agropecuaria (leche, olivos, etc.). Finalmente, en la terraza 4 o alta presenta suelos con limitaciones y escaso desarrollo, de hecho, en estos sectores se observa escasa presencia de vegetación.

Figura 12. Capacidad de uso de suelo – Vallenar



*Línea en rojo corresponde aproximadamente al área urbana

Fuente: Extraída de MINAGRI – IDE – (datos CIREN)

III.2.5.- Hidrografía

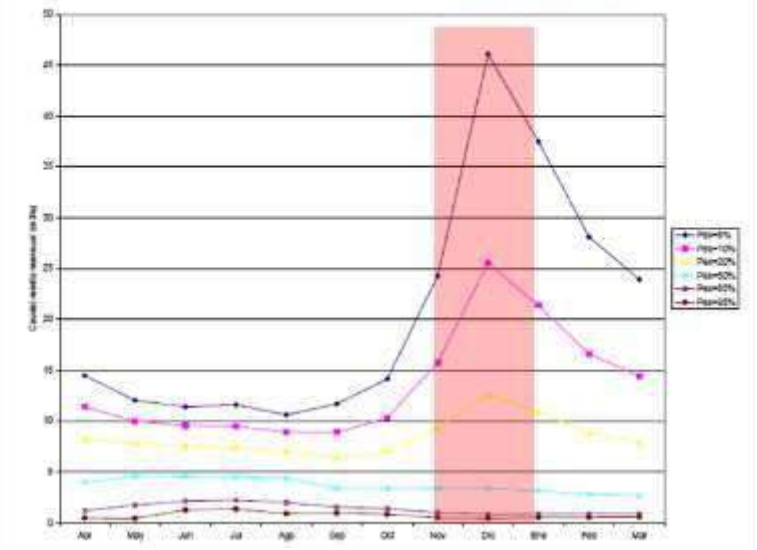
La cuenca principal de la comuna es la cuenca del río Huasco en su sección media. La cuenca del río Huasco posee una extensión de 9.850 km2, y la condición de su drenaje es exorreico de tipo andino como el río Copiapó, en la misma región, recorriendo largas distancias desde la Cordillera a la costa para desembocar en Huasco. La alimentación de la hoya del Huasco proviene de la alta cordillera Andina, es decir régimen nivel, sin embargo, esto es variable ya que en algunos años secos, los caudales de crecidas provienen de precipitaciones directas en los meses de invierno. Es frecuente, sin embargo, la presencia de dos puntas, en invierno y otro en primavera.

De acuerdo a los datos de la estación algodones ubicada a 3 km aguas arriba de Vallenar, los caudales del Río Huasco presentan las siguientes características:

- Muestra un régimen nivel y los caudales mayores son entre el mes de diciembre y enero, producto de deshielos.
- En años húmedos los caudales aumentan entre noviembre y enero, mientras que en años secos los caudales se mantienen durante todo el año sin mostrar variaciones importantes.

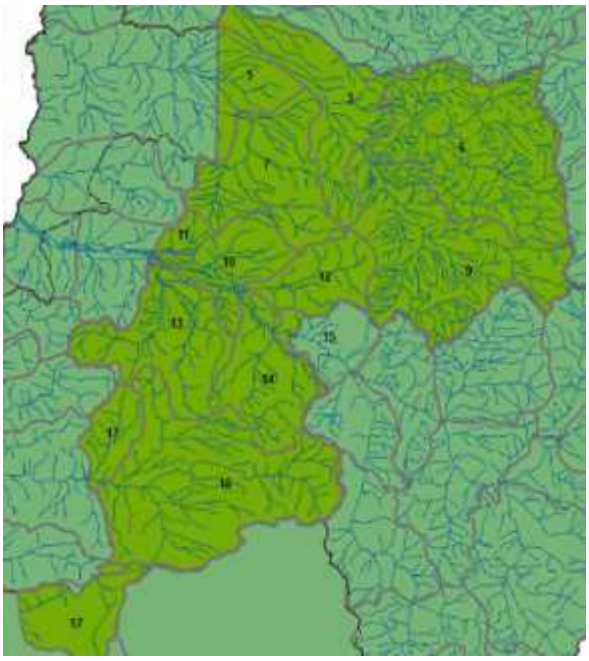
Figura 13 Curva de desviación estacional del Río Huasco en Algodones.

Pex (%)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
5	14.477	12.040	11.414	11.602	10.621	11.685	14.143	24.280	46.124	37.510	28.117	23.926
10	11.399	9.984	9.554	9.496	8.898	8.882	10.312	15.741	25.580	21.365	16.611	14.413
20	8.270	7.840	7.575	7.406	7.103	6.372	7.033	9.313	12.581	10.876	8.846	7.871
50	3.959	4.601	4.574	4.484	4.391	3.377	3.385	3.415	3.353	3.137	2.787	2.625
85	1.171	1.725	2.139	2.219	1.981	1.545	1.375	0.993	0.801	0.865	0.847	0.872
95	0.459	0.419	1.249	1.341	0.888	0.976	0.810	0.480	0.438	0.521	0.527	0.570



Fuente: DGA (2004)

Figura 14. Subcuencas comuna de Vallenar



3.- Quebrada Boqueros (Algarrobal)

5.- Quebrada Carrizal entre Chacritas y desembocadura

6.- Quebradas las Cuñas

7.- Quebrada Chacritas

9.- Quebrada Algarrobal

10.- Río Huasco entre quebrada Jilgero y Maitencillo

11.- Río Huasco entre Quebrada Maitencillo y las Tórtolas.

12.- Río Huasco entre Camarones y junta quebrada el Jilgero

13.- Quebrada Maitencillo

14.- Quebrada Carrizal entre Chacritas y desembocadura

16.- Quebrada Chañaral junta quebrada la Hoyada

17.- Quebrada Chañaral entre junta la Hoyada y desembocadura

18.- Quebrada Los Choros

Fuente: Sinia

El curso del río Huasco encuentra su naciente en la comuna de Alto del Carmen y alturas cordilleranas entre los Cerros Las Placetas y Cerros nevados al sur, los cursos principales son (desde norte a sur): Río La Laguna, Río Valeriano, Río Chollay y Río Potrerillo. Los ríos Chollay

Folio014050

y Valeriano dan origen al Río del Tránsito que junto al Río Potrerillo dan origen al río Huasco, en este sector de la junta y doce metros aguas abajo se encuentra el embalse Santa Juana, que tiene como objetivo regular el flujo del río otorgando garantías de disponibilidad de aguas para 10 mil hectáreas de riesgo a lo largo del Valle[13]. Continuando aguas abajo el curso del río se encuentra con la ciudad de Vallenar regando un valle fértil hasta su desembocadura.

En su paso por la ciudad de Vallenar, el río presenta diversos afluentes de pequeñas quebradas en su entorno. En el Sector Norte del área urbana de la ciudad de Vallenar existen tres subcuencas menores, afluentes del río Huasco. Estas son: Quebrada El Jilguero, Quebrada Valparaíso y Quebrada Membrillo. En tanto en el Sector Sur de la ciudad, se encuentra la Quebrada Romero Es importante además considerar quebradas ubicadas hacia el oriente que confluyen con el río Huasco en su ribera sur, que han tenido influencia en crecidas y fenómenos aluvionales en los últimos periodos[14], como es el caso de la quebrada el Carrizo.

Figura 15. Principales Quebradas que rodean la Ciudad



Fuente: Elaboración Propia, a partir de Google Earth.

III.2.6.- Biodiversidad

La vegetación en la comuna de Vallenar presenta una vegetación baja adaptada a las condiciones áridas de la zona, se logran diferenciar matorrales con suculentas en el entorno de quebradas al río Huasco, y matorral de praderas, con condiciones de adaptación para las áreas agropecuarias. En el área norte, hacia la precordillera, existen amplias superficies de afloramientos rocosos, mientras que entorno al río Huasco existe intervención de zonas agrícolas, debido a su buena capacidad de uso.

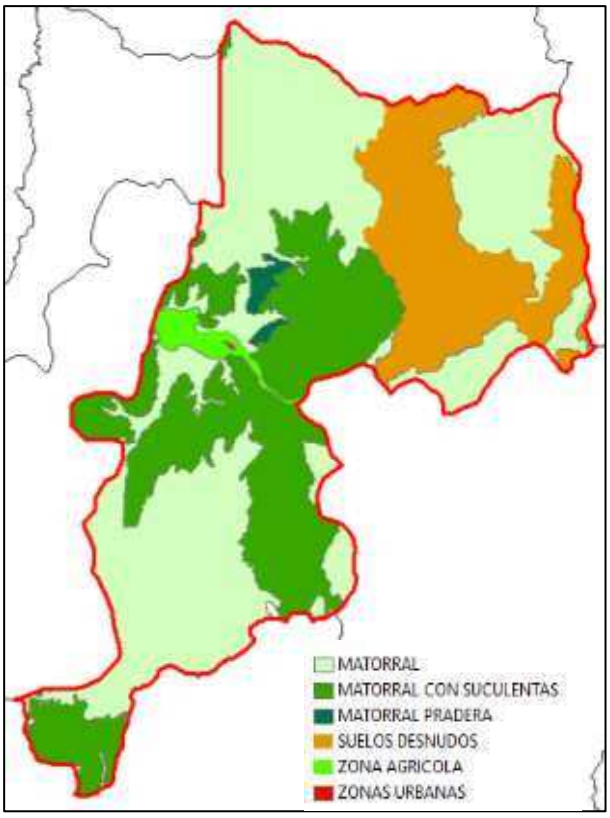
La comuna se ubica en un paisaje extremadamente árido, lo que solo cambia durante la época de invierno-primavera, especialmente cuando se conjugan precipitaciones y temperaturas adecuadas. De acuerdo a Pliscoff (2008) el tipo de vegetación distribuido en los llanos de la

[13] http://www.riohuasco.cl/embalse-santa-juana/. Junta de Vigilancia.
[14] Detallados en Estudio Fundado de Riesgos.

región de Atacama y el sur de Antofagasta, sector donde se emplaza la comuna de Vallenar, corresponde a tipo Matorral Desértico mediterráneo interior, que posee las siguientes características:

- Corresponde a un matorral abierto en el que dominan arbustos como Skitanthus acutus y Atripelex desertícola, a la que se asocian subarbustos Encelia canescens, Fagonia chilensis, Alona rostrata, Heliotropium mysotifolyum y las herbáceas argilia radiata, Nolana bocata, Clandrinia longiscapa, Tetragonia Copiapin, las que emergen en los meses más lluviosos.
- La dinámica de la vegetación: Las dos especies dominantes tienden a mantener su estructura vegetativa y generativas incluso durante los años secos, siendo en estos periodos casi las únicas especies posibles de diferencias, mientras que el resto de las plantas pierden prácticamente todos los órganos aéreos, renovándolos durante los periodos más húmedos.
- La imagen que se presenta a continuación evidencia la distribución de la vegetación del matorral desértico interior de *Skytantus acutus y Atriplex* desertícola.

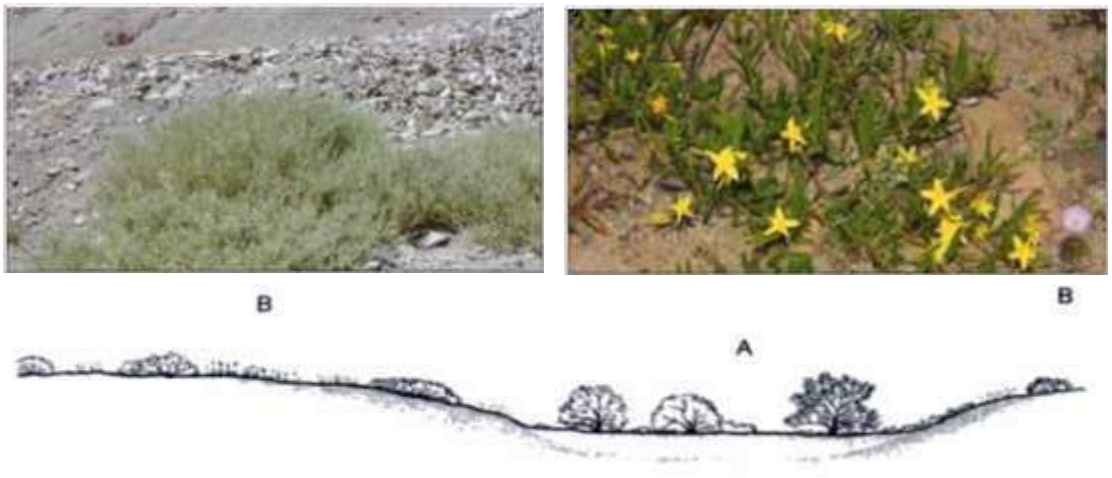
Figura 16. Tipo de Vegetación



Fuente: Catastro de Bosque Nativo (CONAF).

Se observan cambios en la vegetación en las quebradas Aluviales (A en figura siguiente) que atraviesan los llanos interiores (B en figura siguiente) de la Región de Atacama.

Figura 17. Distribución de la vegetación en el Matorral Desértico mediterráneo interior



Fuente: Pliscoff y Leubert (2008)

Flora amenazada

La comuna de Vallenar tiene una superficie de 7.230 km. En ella hay registradas 384 especies de plantas nativas. De estas especies, 6 se encuentran en la categoría de conservación En Peligro (1,6%) y 24 en Vulnerable (6,3%). (CONAF - IINFORMATIVO)[15]

En Peligro se identifican 6 especies: Atriplex vallenarensis Rosas (Cachiyuyo), Bridgesia incisifolia Bertero ex Cambess (Rumpiato), Cyphocarpus psammophilus Ricardi, Equisetum giganteum L. (Hierba del Platero), Pintoa chilensis Gay (Pyntoa), Prosopis chilensis (Molina) Stuntz (Algarrobo)

Y como especies Vulnerables se encuentran las siguientes:

Adesmia glutinosa Hook. et Arn.	Jarilla
Adiantum chilense Kaulf.	Culantrillo, Palito negro
Alstroemeria crispata Phil.	Lirio
Alstroemeria leporina Ehr.Bayer et Grau	Lirio rosado
Alstroemeria polyphylla Phil.	Lirio
Balsamocarpon brevifolium Clos	Algarrobilla
Buddleja suaveolens Kunth et Bouché	Matico del norte, Acerillo, Palquin
Chenopodium papulosum Moq.	
Cryptantha marticorenae Grau	Té de burro
Discaria trinervis (Gillies ex Hook. et Arn.) Reiche	Chacai, Trevú
Echinopsis coquimbana (Molina) Friedrich et G.D.Rowley	Quisco, Copao
Eriosyce aurata (Pfeiff.) Backeb.	Sandillón
Eriosyce confinis (F.Ritter) Katt.	
Eriosyce eriosyzoides (F.Ritter) Ferryman	
Geoffroea decorticans (Gillies ex Hook. et Arn.) Burkart	Chañar
Habenaria paucifolia Lindl.	
Heliotropium filifolium (Miers) I.M.Johnst.	Palo negro
Junellia selaginoides (Kunth ex Walp.) Moldenke	Verbena
Lippia turbinata Griseb.	Orégano
Malhueniopsis glomerata (Haw.) R.Kiesling	Leoncito
Mirabilis ovata (Ruiz et Pav.) F.Meigen	Dengue
Senecio almeidae Phil.	
Sperguiana pycnantha R.Rossbach	Té blanco
Suaeda multiflora Phil.	

ıara su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile.

Folio014053

III.3 SISTEMA SOCIOECONÓMICO

III.3.1.- Desarrollo Económico

En el año 2011 la Región de Atacama aportó el 2,36% del PIB nacional, ubicándose en la décima posición a nivel nacional, sin embargo, alcanza una tasa de crecimiento de 1,59%, siendo la región que experimenta el mayor crecimiento entre los años 2005 y 2011, incluso sobre las regiones de Antofagasta y Coquimbo (1,49% y 1,47%, respectivamente). [16] La minería representa el 40% del PIB regional[17].

La ciudad de Vallenar se perfila como un centro jerárquico del valle del Huasco, ya que es la capital provincial y en consecuencia, aglomera la mayor cantidad de servicios. En la comuna, las localidades complementarias, de escala urbana, y de nivel de actividad económica muy menor, son *Domeyko, Incahuasi y Cachiyuyo*, localidades que se articulan en torno a la Ruta 5 y que básicamente desarrollan actividades asociadas a la actividad minera. En el sector al norte de Vallenar, las pequeñas explotaciones mineras del área gravitan en torno a la ciudad de Vallenar.

Por otra parte, a lo largo del valle se presentan antiguas haciendas, como Las Ventanas y La Compañía, exponentes de un pretérito desarrollo agrícola del valle, actividad cuyo dinamismo hoy más bien se vincula a las nuevas plantaciones frutícolas de agricultura tecnificada.

Las principales actividades económicas que constituyen la base productiva de la comuna son la minería, principalmente de hierro, y la agricultura de olivares y uva, además de frutas y hortalizas para el consumo local.

Actividades Agropecuarias

La Región de Atacama, a pesar de su clima desértico, ha visto en el desarrollo agrícola, principalmente frutícola, una actividad importante y dinámica, especialmente orientada a una vocación exportadora de importancia para los ingresos locales y la oferta de empleos. Las plantaciones de frutales representan el 69% del total cultivado en la región.

Las explotaciones agropecuarias en la región alcanzan una superficie de 3.777.753 Ha, de las cuales el 92,3% se encuentran en las provincias de Copiapó y Huasco, siendo la principal producción de estos territorios la uva de mesa (490.482,50 Ha), seguida del olivo, especialmente en el Valle de Huasco.[18] Dentro del valle, además, en Vallenar se encuentra un 53% de las plantaciones de hortalizas (tomate, ají choclo, principalmente).

De hecho, el sector agrícola constituye una de las dos actividades económicas más importantes de la comuna de Vallenar. De acuerdo al Censo agropecuario de 2007 registró el 51% de la superficie plantada de la provincia de Huasco. En la comuna de Vallenar al año 1997, según el Censo Agropecuario, existía una superficie total de 6.116,2 ha con cultivos, el 20,25% de la superficie factible de explotar con cultivos en la cuenca del río Huasco.

Sin embargo, se observa que muchos suelos de uso tradicionalmente agrícola en torno a la caja del río se encuentran inexplotados, a la vez que se desarrollan nuevas plantaciones de riego tecnificado en laderas superiores, lo que habla de problemas de ineficiencia en el uso del gran recurso hídrico que representa el embalse Santa Juana. De hecho, el embalse está diseñado para abastecer el riego de una superficie superior a las 13 mil ha, sin embargo, al año 2006 solamente existían 8.087 ha cultivadas. Eso constituye un importante aumento de la superficie

[16] PROT Atacama
[17] Anuario Estadístico Regional, 2007.
[18] PROT Atacama

Folio014054

en producción: 2.075 ha más, lo que representa un incremento del 34,5% en relación a las 6.012 ha al año 1997, pero aún es significativamente menor al potencial real.

Con relación a la distribución por tamaño de explotación en el Valle del Huasco, los datos del Censo 2007 muestran que cerca de un 65% de éstas corresponden a superficies menores a 20 ha, siendo la categoría más común la de explotaciones con superficies entre 1 y 5 ha.

En cuanto a la ganadería, la comuna de Vallenar posee un número importante de caprinos, 16.244 cabezas según Censo Agropecuario de 2007, aunque representa una actividad de relevancia menor, tanto en los recursos económicos que mueve como en la generación de empleo. Vallenar registraba en 2007 un total de 589 trabajadores permanentes en el sector Silvoagropecuario, con un 31% del total de la provincia de Huasco y un 13% de la región de Atacama

Minería

La región de Atacama tiene prolongada tradición minera, pero especialmente en la última década experimentó grandes cambios: primero un importante aumento de la producción, de las exploraciones y de las inversiones mineras asociadas a un período de alto valor del cobre en el mercado internacional, lo que se tradujo en un evidente crecimiento económico. Pero en los dos últimos años la actividad minera se ha visto sensiblemente impactada por una drástica caída de los precios internacionales de los comodities, afectando en primer lugar a la minería artesanal, así como la pequeña y mediana, y también provocando la postergación de importantes proyectos de inversión. Lo señalado no pone en entredicho la importancia central de la minería en la matriz productiva de la región, pero evidencia la dependencia del resto de las actividades económicas (en especial el comercio y la actividad inmobiliaria) respecto de la evolución de la minería, la que afecta sensiblemente el conjunto de la actividad económica regional.

Gran parte de las faenas mineras están ubicadas en la comuna de Tierra Amarilla, cerca de Copiapó, concentradas en un diámetro de no más de 40 Km. Otro núcleo importante de actividad minera, con algunos de los principales proyectos de oro y plata, está la zona de Maricunga, 120 kilómetros al noreste de Copiapó.

La provincia de Huasco concentra la mayor parte de los yacimientos de Hierro del país, siendo el yacimiento más importante Minas Algarrobo, localizado a 45 km de Vallenar. Boquerón Chañar, a 60 kms al norte de la ciudad, ofrece también importantes perspectivas de explotación de mineral ferroso, así como el proyecto Cerro Blanco, cercano al puerto de Huasco, explotará un yacimiento de rutilo.

Vallenar concentra 4 faenas mineras, 2 de Cobre que corresponden a las de Mantos del Pacífico y Dos Amigos, ambas de la Sociedad de Explotación y Desarrollo Minero; y dos de Hierro correspondientes a: Los Colorados, de la Compañía Minera Huasco S.A. y Minas El Algarrobo de C.M. del Pacífico S.A. Por otra parte, la planta de ENAMI Vallenar constituye un eje central de la actividad cuprera, como punto de recepción y procesamiento del mineral de la pequeña y mediana minería del cobre.

La Cartera de proyectos 2015-2024 de COCHILCO considera 2 proyectos mineros de importancia en la comuna de Vallenar. El primero corresponde a la Minera Relincho, depósito de cobre y molibdeno ubicado a unos 50 km al Norte de Vallenar, antiguo proyecto adquirido el 2008 por Teck, con una vida útil estimada de 21 años, con una capacidad de tratamiento de 173 ktpd de mineral y una inversión estimada de MMUS$ 4.500. El segundo es el proyecto Productora, de la Soc. Minera El Águila Ltda. Se encuentra ubicado en el sector de Sierra Coyiguales, a 18 km al suroeste de Vallenar. Produciría concentrado de cobre con alrededor de 50 ktpa de cobre fino y 42 Koz/a de oro, en una vida útil de 20 años y una inversión estimada de MMUS$ 700.

Mención especial cabe al proyecto Pascua Lama, por su gran importancia económica y ambiental. Esta iniciativa de explotación de una gran mina de oro en el límite cordillerano del valle del Huasco con Argentina, ha sido cuestionada por su potencial amenaza a las fuentes de agua del valle, sustento de la agricultura de la localidad. Por esta razón el proyecto ha sido muy cuestionado por comunidades del valle y fue paralizado por la Justicia. Sin embargo, dada la importancia económica del proyecto y los montos ya invertidos, es posible que esta iniciativa de alto impacto potencial para Vallenar se reinicie a futuro.

Industria y Energía

Los principales centros industriales de la región están muy vinculados a las labores mineras, por lo que, aparte de las mencionadas instalaciones de ENAMI, se ubican preferentemente en Copiapó y Tierra Amarilla.

En Vallenar existen sólo algunas empresas medianas del rubro metal mecánica y una incipiente agroindustria que, de acuerdo a las estadísticas de fuerza de trabajo por rama de actividad (INE), al año 2004 dan empleo a 7,9% de la masa laboral.

Por otra parte, Vallenar es escenario de importantes proyectos de energías renovables no convencionales, que convierten a la comuna en un centro de categoría internacional en este tipo de generación eléctrica. En particular, destaca el proyecto Sol de Vallenar, dado a conocer como el mayor parque fotovoltaico del mundo (*www.ecoticiaschile.com*), con una extensión superior a las 2.150 hectáreas, una capacidad final de 1.000 MW y una primera fase ya iniciada de 300 MW de potencia instalada, con una inversión de más de 340millones de euros. A éste se suma el parque eólico Sarco, perteneciente a Mainstream Renewable Power. Tendrá 94 aerogeneradores de 2,5 MW de potencia cada uno e inyectará energía al Sistema Interconectado Central (SIC) a través de la subestación Maitencillo, cercana a la Ruta 5, Contempla una inversión cercana a los US$ 500 millones y una vida útil de al menos 20 años.

Al menos en su fase de construcción, estos grandes proyectos constituyen una fuente importante de absorción de mano de obra y de generación de actividad económica, alternativa a la actividad minera que vive una fase depresiva por bajos precios en el mercado internacional que podrían extenderse por varios años.

Comercio y Servicios

El sector de comercio y servicios de la comuna de Vallenar es el más importante proveedor de empleo, más aún si junto a los diversos rubros comerciales y a servicios privados (financieros, turísticos, etc.), se considera la administración pública y servicios de salud, educación, etc.

En efecto, se reconoce a Vallenar como el centro de servicios y equipamientos a nivel provincial. La oferta de comercio, recreación, cultura y servicios, se encuentra concentrada en el centro urbano. En el caso del equipamiento de educación y salud, su distribución es más extendida en el territorio.

Mención especial merece el turismo como actividad económica emergente, especialmente vinculada a atractivos naturales como el desierto florido. Esta relación permite que el turismo se diversifique en agroturismo y turismo ecológico. En menor medida, localidades menores como Domeyko y Cachiyuyo presentan atractivos vinculados a su historia minera y ferroviaria.

III.3.2.- Empleo

Las tasas de desocupación constituyen una buena medida la situación socioeconómica local, aunque pueden verse afectadas por fenómenos coyunturales que las desvirtúan como indicadores relevantes de carácter estructural. Como dato de referencia, cabe mencionar que la

Folio014056

tasa de desempleo nacional ha ido reduciéndose desde 2009, situándose en al 7,7%, según la CASEN de 2011[19]

La tasa de desocupación regional fue 6,0% en promedio el año 2011, disminuyendo en 1,5 puntos porcentuales a la tasa promedio del año 2010. Para el año 2013 La tasa de desocupación regional fue de 5,2% en el trimestre móvil octubre-diciembre, disminuyendo en 0,9 puntos porcentuales respecto del mismo trimestre de 2012. Para el mismo período en la ciudad de Vallenar la tasa de desocupación alcanzó a 6,3%, anotando una reducción de 3,5 puntos porcentuales en un año.[20]

Las cifras oficiales más recientes de distribución del empleo según rama de actividad económica en la comuna son del Censo de 2002. En ellas se puede apreciar una concentración del empleo en el sector Administración Pública, Enseñanza y Servicios sociales con un 24,1% de la población ocupada. En el segundo lugar aparecen el Comercio, Hoteles y restaurantes con un 21% y en el tercero el sector minas y canteras con un 11%.

Las cifras de desempleo obtenidas de la encuesta Casen en el año 2009 muestran una tasa mayor que el promedio regional y nacional, dejando en evidencia un fuerte impacto de la incipiente crisis económica de esos años provocada por la crisis financiera *subprime.*

Cuadro 1 Desempleo 2003 – 2006 y 2009, Región de Atacama

	2003	2006	2009
Vallenar	13,12	6,23	11,37
Región de Atacama	10,11	6,48	9,43
País	9,7	7,32	10,22

Fuente: Reportes comunales de la Biblioteca Nacional.

Sin embargo, cifras más recientes del Anuario Estadístico 2014 de la Región de Atacama, muestran que la desocupación a nivel regional en el trimestre enero-marzo de 2013 llegó al 5,2%, por debajo del promedio nacional que fue de 6,2%. Las cifras actualizadas de la comuna de Vallenar (trimestre febrero – abril 2013) indican que la tasa de desocupación es de 6,3% mayor que el promedio regional y que el de la comuna de Copiapó. A su vez, estas bajas tasas de desocupación no alcanzan a expresar la situación restrictiva –especialmente para la minería- que se observa desde 2015 por el comportamiento de los comodites en los mercados internacionales.

Cuadro 2 Fuerza de trabajo y desocupación, 2013, Región de Atacama

Nivel Geográfico	Fuerza de trabajo (miles de personas) Trimestre móvil Octubre-Diciembre 2013			Tasa de desocupación (%)
	Total	Ocupados	Desocupados	
Región de Atacama	140.690	133.330	7.360	5,2
Ciudad de Copiapó	80.340	76.240	4.100	5,1
Ciudad de Vallenar	19.660	18.430	1.230	6,3

Fuente: Anuario Estadístico 2014

Al desagregar el número de trabajadores por actividad, se observan cuatro actividades que a lo largo de la última década han brindado mayor número de plazas de trabajo en la comuna: la explotación minera, el comercio, la administración pública y la construcción, las que a partir del 2009 se ven sobrepasadas por actividades inmobiliarias y empresariales, de rápido crecimiento, las que se asocian principalmente a emprendimientos independientes y trabajos por cuenta

[19] Datos extrídos del Reporte BCN Vallenar
[20] Datos extraídos del anuario estadístico Región de Atacama 2014

propia. Por otra parte, se observa un crecimiento significativo de la actividad manufacturera metálica.

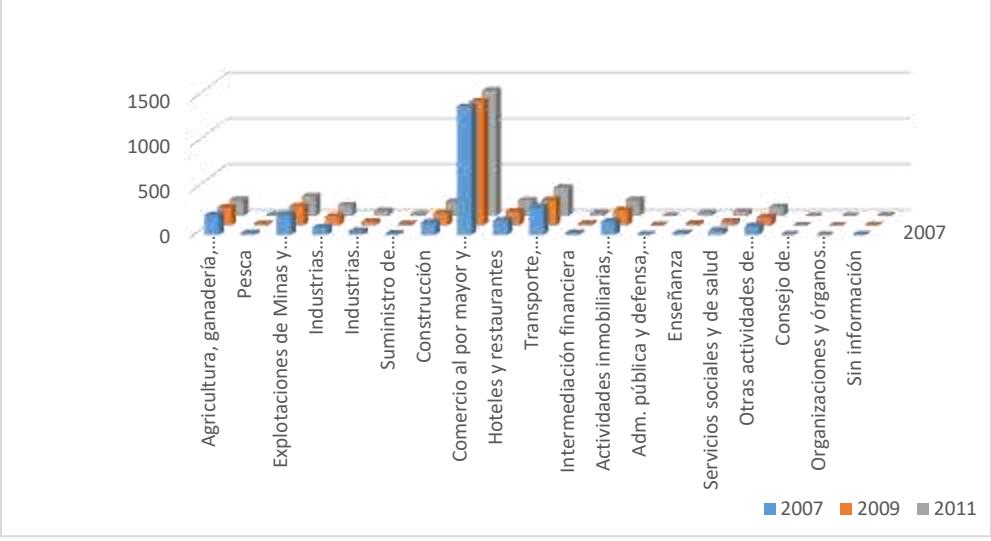
Cuadro 3. Número de trabajadores por rama de actividad, comuna de Vallenar

Origen	Comuna		
	2007	2009	2011
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	994	744	736
Pesca	72	59	76
Explotaciones de Minas y Canteras	1.705	1.470	1.469
Industrias manufactureras no metálicas	190	234	327
Industrias manufactureras metálicas	661	596	1.048
Suministro de electricidad, gas y agua	16	29	47
Construcción	1.312	1.287	1.292
Comercio al por mayor y menor, repuestos, vehículos, automotores/enseres domésticos	1.391	1.446	1.459
Hoteles y restaurantes	408	405	641
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	637	561	494
Intermediación financiera	7	50	70
Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	777	1.565	1.671
Adm. Pública y defensa, planes de seg. social afiliación obligatoria	1.330	1.430	1.455
Enseñanza	226	263	278
Servicios sociales y de salud	215	243	106
Otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales	261	248	274
Consejo de administración de edificios	3	0	0
Organizaciones y órganos extraterritoriales	0	0	0
Sin información	2	1	2
Total	**10.207**	**10.631**	**11.445**

Fuente: Reporte Comunal BCN en base a datos del SII.

Por otra parte, si estas cifras se comparan con el número de empresas por rama de actividad en los mismos años, se puede observar que el comercio registra un número muy superior de unidades económicas en comparación con el resto de las ramas de actividad, lo que demuestra un fuerte predominio del pequeño comercio.

Grafico 1. Número de empresas por rama de actividad años 2007, 2009 y 2011.



Fuente: Elaboración propia en base a Reporte Comunal BCN y el SII.

Folio014058

El fuerte predominio de una actividad económica de microescala se ratifica al examinar las Patentes Comerciales (2014). En efecto, de las 785 patentes inscritas en el municipio, sólo 79, un 10%, registran más de un trabajador. Estas 79 unidades económicas suman 829 empleos (un promedio de 10,5 trabajadores).

III.3.3.- Pobreza

La Encuesta CASEN determina la línea de pobreza como el ingreso mínimo requerido por un hogar para satisfacer las necesidades básicas de sus integrantes, tanto alimentarias como no alimentarias.

Cuadro 4. Indicadores de pobreza de Vallenar, la región y el país.

	2003	2006	2009	2011	% según Territorio (2009)			% según Territorio (2011)		
					Comuna	Región	País	Comuna	Región	País
Pobre Indigente	2.863	558	5.001	1.409	10,64	7,27	3,74	3,1	2,5	2,8
Pobre no Indigente	7.843	3.084	5.189	6.529	11,04	10,11	11,38	14.5	10,8	11.6
No Pobre	37.748	42.954	36.809	37.123	78,32	82,61	84,88	82.4	86,7	85,6
Total	48.454	46.596	46.999	45.061	100	100	100	100	100	100

Fuente: Encuesta CASEN.

En la tabla se puede observar que, hasta el año 2006, en la comuna de Vallenar este indicador se encontraba en descenso. Esta situación se revierte a partir del año 2009, cuando aumentan significativamente la pobreza indigente o extrema y la pobreza no indigente. Para el año 2011 se observa una disminución significativa de la pobreza indigente desde el 10,64% al 3,1%, no así de la pobreza no indigente que aumentó de un 11,04% a un 14,5%.

La pobreza recogida de la encuesta Casen muestra a la comuna de Vallenar con una tasa superior al promedio nacional y regional, pese a una significativa reducción de la indigencia entre 2009 y 2011.

A pesar de la mejoría observada, la pobreza en la comuna es aún un tema que afrontar, especialmente considerando la fluctuación económica de los últimos años, que ha incidido directamente en la tasa de cesantía.

III.3.4.- Ingresos

En estrecha relación con los datos anteriores se encuentran los indicadores de ingreso de la comuna. Estos, al igual que los indicadores de pobreza, presentan cifras fluctuantes. Cabe subrayar la tendencia al aumento de los subsidios en la población de la comuna. Si para el año 2003 el subsidio familiar promedio alcanzaba los 7 mil pesos, el 2011 llegó a los 24 mil, lo que muestra un aumento de casi 350% en menos de 10 años, evidenciando la existencia de una población que, con sus ingresos propios, progresivamente no alcanza a cubrir sus necesidades básicas.

Los ingresos autónomos de los hogares en Vallenar han aumentado paulatinamente entre 2003 y 2006, presentado una leve baja en el año 2009, para luego recuperarse en 2011, según lo registrado por las encuestas Casen. El promedio regional también experimentó un aumento sustancial del ingreso, pero en el año 2009 la baja fue considerablemente mayor al nivel comunal.

Ingresos Promedios	2003	2006	2009	2011
Ingreso autónomo	438.970	601.940	523.309	652.125
Subsidio monetario	7.636	11.998	19.011	24.144
Ingreso monetario	446.606	613.938	542.320	676.269

Cuadro 5. Ingresos entre 2003 y 2011, comuna de Vallenar

Fuente: Encuesta CASEN.

III.3.5.- Proyecciones a futuro de actividades productivas en la comuna.

Como se mencionaba con anterioridad en la comuna de Vallenar la actividad minera es una de las más relevantes en el área, en términos históricos y como matriz productiva a nivel regional y local, es así como nuevas inversiones de este sector pueden generar cambios en el escenario urbano especialmente debido a la demanda de equipamientos específicos para surtir de servicios a la actividad productiva y a la vez requerimientos de residencias en caso de proyectos de largo plazo, como ocurrió con el poblamiento que dio origen a Vallenar.

De acuerdo a registros noticiosos[21] recientes, existe un proyecto minero de cobre, oro y molibdeno, perteneciente a la minera Nueva Unión, que es resultado de una alianza entre El Morro y Relincho, cuyo proyecto se ubica al este de la ciudad de Vallenar a una altura que varía entre 2.000 y 4.000 metros sobre el nivel del mar. Esta situación de acuerdo a lo que señalan las empresas involucradas generará empleos a más largo plazo debido a la proyección de la extensión de la mina, con lo cual se puede proyectar cambios en términos de la población residente especialmente en la capital comunal.

La población estimada para el proyecto anteriormente mencionado corresponde a 4.000 puestos de trabajo durante el período de construcción y 1.400 empleos directos durante la fase de operación, de estos últimos empleos puede surgir nuevos residentes en la capital comunal, siempre y cuando el área cumpla con los requerimientos de equipamientos y servicio de los nuevos trabajadores.

Además del proyecto minero en la comuna, en la cuenta pública del Municipio de Vallenar realizada el año 2017[22], se dieron a conocer proyectos en el área urbana que generaran claros cambios en términos urbanos y además en términos de los empleos. De acuerdo a lo que se señala en que permitirían crear más de mil puestos de trabajo. Los proyectos esperados en la comuna a fines del 2018 y 2019 son: Homecenter Sodimac en el terreno ubicado frente al Hospital Provincial del Huasco, supermercado Tottus en el sector de calle Brasil y supermercados Lider el cual se ubicará frente a la ex discoteca El Castillo. Estos proyectos de acuerdo a declaraciones del alcalde en la cuenta pública señalada, estas inversiones son una parte de las inversiones que se vienen a futuro con la inversión de la minera Nueva Unión.

Estos antecedentes expuestos referidos al desarrollo económico de la comuna y la proyección de proyectos en el área, especialmente la dinámica de la minería, poseen una fuerte influencia en la ciudad de Vallenar, por este motivo estos son datos relevantes de considerar a la hora de planificar, incluso revierten un papel vital y necesario de considerar en la planificación por la fuerte influencia que ejercen nuevos proyectos de inversión minera en el área, entre ellos Nueva Unión y como fue hace algunos años Pascualama, este último proyecto se encuentra detenido debido al fallo de la Superintendencia de Medio Ambiente y el Servicios de Evaluación

[21] http://www.diarioeldia.cl/economia/mineria/proyecto-minero-en-vallenar-entraria-estudio-ambiental-seria-mas-grande-que-dominga

[22] http://www.atacamaviva.cl/tres-grandes-proyectos-generaran-mas-de-mil-plazas-de-trabajo-en-vallenar/

Ambiental (SEA), sin embargo de acuerdo a comunicados de la empresa[23] esta continua evaluando posibilidades de optimización de las obras para disminuir el daño señalado por el fallo, con un posible proyecto subterráneo, situación que evidencia posibilidades de reiniciar sus obras a futuro.

III.4 VALORES AMBIENTALES Y PATRIMONIALES

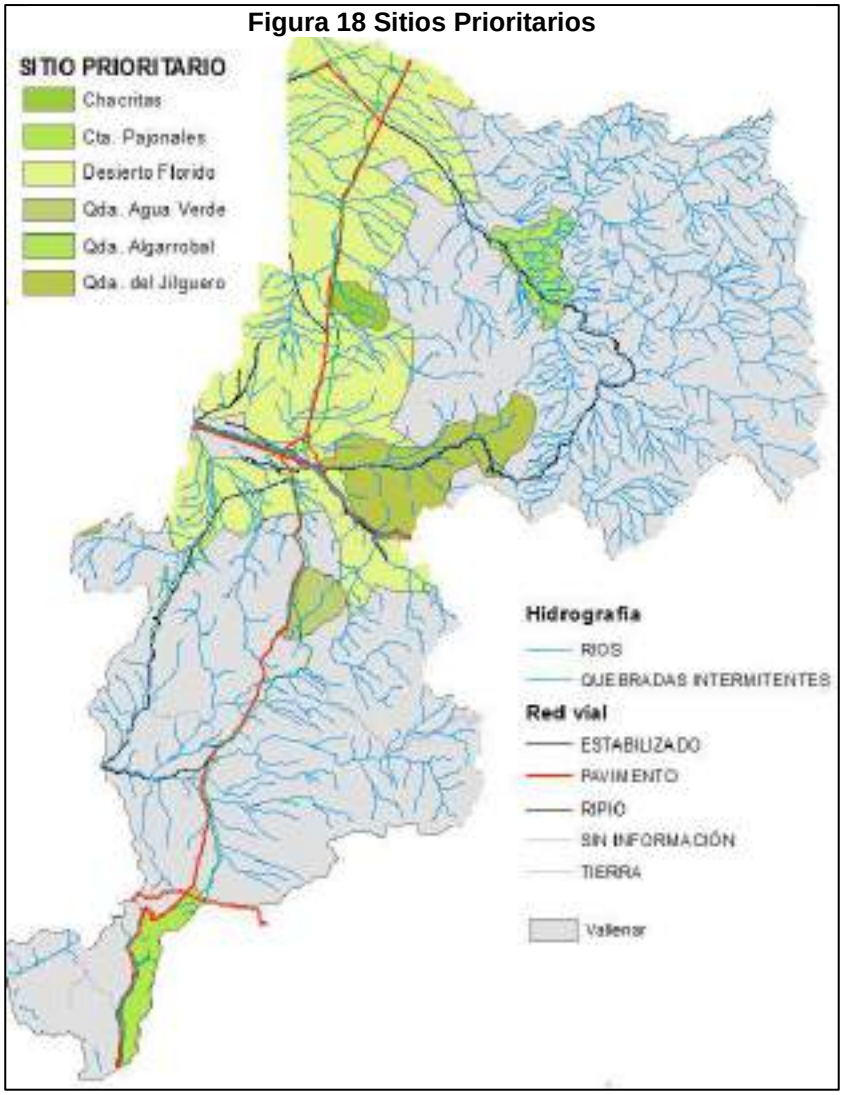
A continuación, se exponen aquellos valores ambientales y patrimoniales identificados en el área, que son relevantes en términos de la planificación con la finalidad de proteger y resguardar.

III.4.1.- Áreas de valor ambiental

A.- Área Comunal

En el Libro Rojo se proponen Sitios Prioritarios propuestos protegen al 96% de las especies con problemas de conservación de la Región de Atacama. Adicionalmente, contienen al 82,5% del total de especies nativas que habitan la Región de Atacama, independiente de su categoría de conservación. En la comuna de Vallenar se identifican 6 sitios prioritarios destacando el sector que se encuentra la quebrada el Jilguero por su cercanía a la ciudad de Vallenar.

Figura 18 Sitios Prioritarios



En la actualidad en la comuna de Vallenar existe un sitio prioritario[24] reconocido en la Estrategia de Conservación de la biodiversidad, corresponde a la Zona del Desierto Florido.

La zona de Desierto Florido, posee una superficie de 671.000 hectáreas que abarca desde Caldera hasta Vallenar, y 75.986 hectáreas en la comuna de Vallenar, esta superficie pretende conservar el área donde se desarrolla el fenómeno del Desierto Florido, en la zona comprendida entre el nivel del mar y los 800 msnm. En esta zona existen ecosistemas con presencia de flora única y singular. Pristinidad media.

[23] https://barricklatam.com/barrick/presencia/pascua-lama/noticias/corte-suprema-desestimo-acusaciones-contra-pascua-lama-por-supuesto-dano/2017-12-13/153117.html

[24] Destacándose aquellos sitios que reúnan características ecosistemicas relevantes junto con consideraciones importantes para los habitantes de cada Región.

Folio014061

Además del sitio prioritario de conservación a nivel regional, en la comuna se identifican 5 sitios prioritarios de conservación, estos son:

1. Quebrada Algarrobal: El sitio prioritario tiene una superficie de 103,3 Km^2 y se ubica al norte de la Comuna. En él hay registradas 56 especies de plantas nativas. En categorías de amenaza se encuentran 2 especies en peligro y 6 vulnerables.
2. Chacritas: Chacritas tiene una superficie de 37,6 km^2, se ubica en superficies del territorio cordillerano costero al norte de Vallenar. En él hay 16 especies de plantas nativas. En categorías de amenaza se encuentran 1 especie en peligro y 1 vulnerable.
3. Quebrada el Jilguero: Esta quebrada se ul[illegible] cercano al área urbana. Posee una superfi[illegible] especies de plantas nativas, en categoría d[illegible] peligro y 10 vulnerables. Este sitio es de es[illegible], debido a su cercanía e influencia en procesos aluvionales.

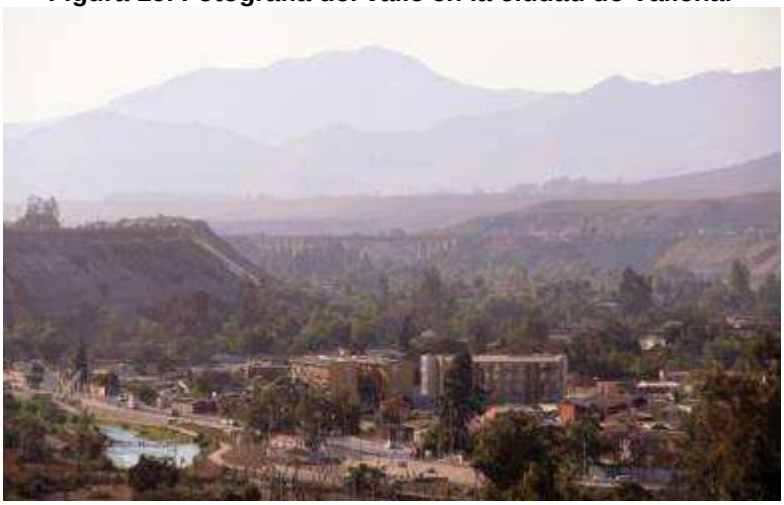
Fuente: elaboración propia en base a cartografía SNIT e información de estudio PRC 2003

4. Quebrada Agua Verde: Tiene una superficie de 55,6 Km^2 y se ubica hacia el sur de Vallenar. En esta quebrada se registran 40 especies de plantas nativas, en categoría de amenaza se encuentran 2 especies en peligro y 1 vulnerable.
5. Cuesta Pajonales: Se encuentra hacia el sur de la comuna posee una superficie de 78,9 Km^2. En él se registran 49 especies de plantas nativas, con categorías de amenaza se encuentra una especie en peligro y 5 vulnerables.

III.4.2.- Patrimonio urbano paisajístico

En el sitio del área urbana de Vallenar, se reconocen componentes del paisaje que representan valores ambientales para la localidad y la comuna. Estos corresponden a las superficie del valle, que se extiende principalmente hacia el norte del curso de agua y por el río Huasco que corre a lo largo de la ciudad. Esta condición define también la abundancia de vegetación de la parte baja de la ciudad que contrasta con el paisaje desértico del contexto.

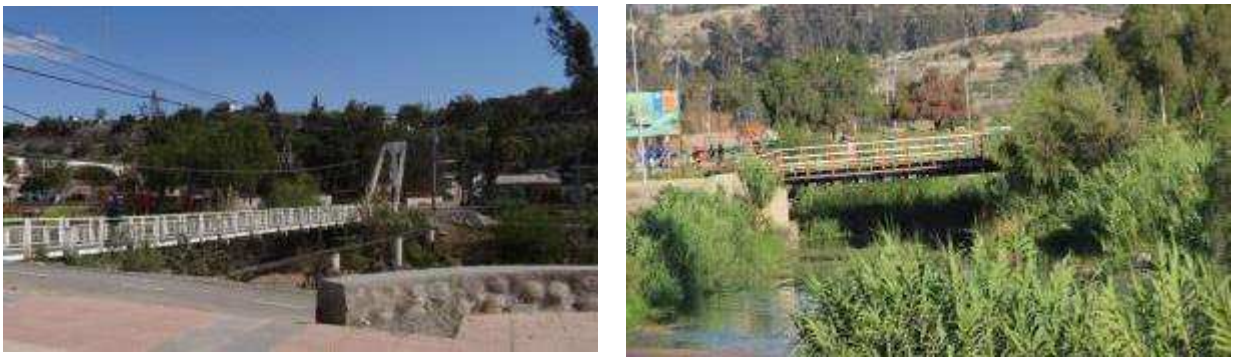
Figura 19. Fotografía del valle en la ciudad de Vallenar



Fuente. Fotos Surplan, Febrero 2016.

El río en su paso por la ciudad conforma un espacio público primordial para la ciudad, como se ve en la fotografía siguiente:

Figura 20. Fotografías del río Huasco en la ciudad de Vallenar



Fuente. Fotos Surplan Febrero 2016

El particular sitio de Vallenar está contenido por barrancos paralelos y definido por sus terrazas, determinando un soporte que otorga grandes potencialidades para miradores y paseos, pero también implica una sensibilidad ante el impacto que genera en el paisaje la intervención de la ciudad. Las terrazas superiores conforman anfiteatros, definiéndose “dos pisos altitudinales”, los primeros desarrollan entre 30 y 40 metros por sobre el valle, y hacia el norte, se distingue con mayor claridad una tercera terraza 80m más arriba que la zona baja.

En este contexto geográfico se distinguen elementos construidos que configuran la ciudad, como son los canales de regadío, que aún conservan la arborización lineal materializada gracias a las filtraciones, la línea del ferrocarril que irrumpe en las terrazas sur y finalmente numerosas pircas, visibles aún en diferentes áreas periféricas de la ciudad.

III.4.3.- Elementos de valor patrimonial cultural

De acuerdo a antecedentes del Estudio de Patrimonial del Plan Regulador Comunal, se identifican elementos patrimoniales en la comuna, estos se refieren a Monumento Nacional y patrimonio arqueológico. Respecto de ambos es importante señalar que corresponden a elementos ubicados en la comuna de Vallenar, y no específicamente en el área urbana.

A.- Monumento Nacional

Existe en la comuna de Vallenar un inmueble declarado Monumento Nacional en la categoría de Monumento Histórico, localizado en la localidad rural de Cachiyuyo:

DENOMINACIÓN OFICIAL	DECRETO Y FECHA	USO
Estación de ferrocarriles de Cachiyuyo	DE 00478 27 agosto 1996	Infraestructura

Se encuentra en estado de abandono, vive allí una familia y se ha instalado en ella una animita, según se registró en las fotografías siguientes:

Figura 21. Fotografías Estación de ferrocarriles de Cachiyuyo





Fuente: Fotos Surplan Febrero de 2016

B.- Patrimonio Arqueológico.

La información del proceso de participación ciudadana identifica dentro de la ciudad un sitio con pinturas rupestres en la ladera sur de la ciudad, según se ilustra en la fotografía el sitio está rodeado por la ciudad y no está cercado. Un recorrido en terreno e investigación bibliográfica no arrojó resultados que validaran esta información.

Figura 22. Sitio identificado en Participación Ciudadana



Fuente: Foto Surplan febrero 2016

El patrimonio arqueológico de la comuna fue reconocido por el Estudio de Plan Regulador Comunal realizado en 2003, identificando 25 sitios arqueológicos en la comuna, no incluye el sitio precedentemente indicado y se destaca que la cantidad de sitios depende de los avances de la investigación científica arqueológica en la zona, que no es abundante, como coinciden otros autores. De ellos, todos presentan una relativa alta fragilidad y algunos han sido objeto de diferentes niveles de intervención antrópica y daño por causas naturales.

El catastro de ese estudio[25] incluye los siguientes sitios:

ID	NOMBRE	TIPO	CRONOLOGIA	ESTADIO
0	TUMULOS DE QUEBRADA	CEMENTERIO SIN CLASIFICAR (al	0 - 700 D.C.	COMPLEJO

[25] Este PRC no actualizará el catastro de sitios arqueológico, manteniéndose los estudios en el ámbito que establece la OGUC y orientado en el caso del estudio de patrimonio a reconocer áreas protegidas o definir ZCH e ICH.

Folio014064

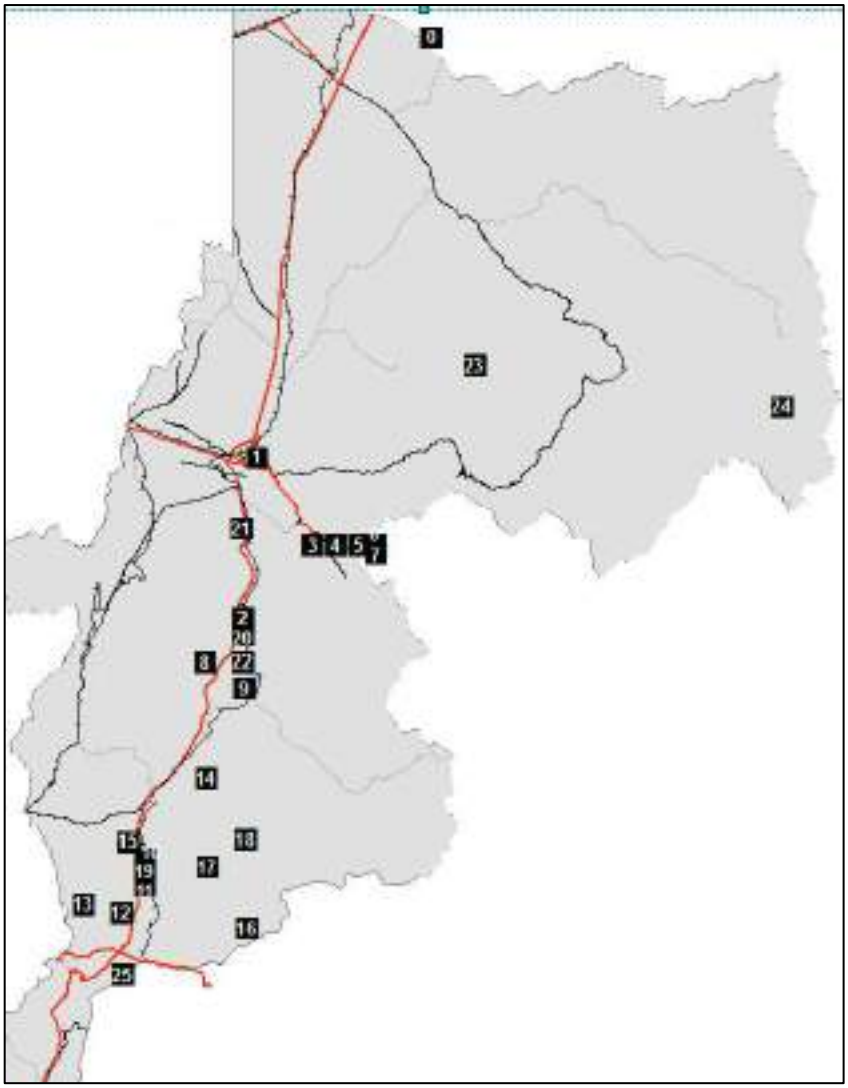
	CHUSCHAMPI	borde de la comuna)		CULTURAL EL MOLLE
1	VALLENAR CENTRO	SEPULTURA AISLADA	800 - 1200 D.C.	COMPLEJO ANIMAS
2	QUEBRADA AGUA VERDE	ARTE RUPESTRE AISLADO	0 - 800 D.C.	COMPLEJO EL MOLLE
3	QUEBRADA LAS SOSAS	CAMPO DE BLOQUES CON ARTE RUPESTRE	0 - 1500 D.C.	AGROALFARERO
4	TUMULOS DE QUEBRADA CAMARONES	CEMENTERIO CERAMICO	0 - 800 D.C.	PERIODO MEDIO COMPLEJO EL MOLLE
5	QUEBRADA EL PERALITO	CAMPO DE BLOQUES CON ARTE RUPESTRE	0 - 1500 D.C.	AGROALFARERO
6	CEMENTERIO QUEBRADA EL DURAZNO	CEMENTERIO SIN CLASIFICAR	310 D.C.	COMPLEJO EL MOLLE
7	PETROGLIFO CANAL LAS MAQUINAS	ARTE RUPESTRE AISLADO	0 - 700 D.C.	COMPLEJO EL MOLLE
8	LAS PICHANAS	AREA HABITACIONAL AISLADA Y CEMENTERIO CERAMICO	0 - 700 D.C.	COMPLEJO EL MOLLE
9	VIZCACHITAS	CEMENTERIO CERAMICO	0 - 700 D.C.	COMPLEJO EL MOLLE
10	MORRO NEGRO	AREA CON RESTOS ARQUEOLOGICOS	0 - 800 D.C.	COMPLEJO EL MOLLE
11	EL ESCORIAL	AREA CON RESTOS ARQUEOLOGICOS Y SEPULTURA AISLADA	0 - 800 D.C.	COMPLEJO EL MOLLE
12	LOS INFIELES	AREA CON RESTOS ARQUEOLOGICOS	0 - 800 D.C.	COMPLEJO EL MOLLE
13	CORDON DE LAS CAMPANAS	AREA HABITACIONAL AISLADA Y CEMENTERIO CERAMICO	0 - 700 D.C.	COMPLEJO EL MOLLE
14	LOS CHIQUEROS	ARTE RUPESTRE AISLADO	0 - 800 D.C.	COMPLEJO EL MOLLE
15	RINCON DE LOS FLOJOS	AREA HABITACIONAL AISLADA Y CEMENTERIO CERAMICO	0 - 700 D.C.	PERIODO TEMPRANO COMPLEJO EL MOLLE
16	CACHIYUYOS BAJOS	CEMENTERIO CERAMICO	0 - 800 D.C.	COMPLEJO EL MOLLE
17	SAN ANTONIO Nº 1	CEMENTERIO CERAMICO Y AREA HABITACIONAL AISLADA	0 - 800 D.C.	COMPLEJO EL MOLLE
18	CHAÑARES ORIENTE	ARTE RUPESTRE AISLADO	0 - 1500 D.C.	AGROALFARERO
19	AGUA DE LAS ARACENAS	ARTE RUPESTRE AISLADO	0 800 D.C.	COMPLEJO EL MOLLE
20	AGUA AMARGA Nº 1	AREA CON RESTOS ARQUEOLOGICOS	0 - 800 D.C.	COMPLEJO EL MOLLE
21	ALERO EL SALTO	ALERO CON CUPACION EN SU PISO Y/O ESCARPA	6000 - 3000 A.C.	ARCAICO TEMPRANO
22	AGUA AMARGA Nº 2	CEMENTERIO CERAMICO	0 - 700 D.C.	COMPLEJO EL MOLLE
23	QUEBRADA DE GRANDON	CEMENTERIO CERAMICO Y CAMPO DE BLOQUES CON ARTE RUPESTRE	0 - 700 D.C.	COMPLEJO EL MOLLE
24	BODEGUILLA	CEMENTERIO CERAMICO	0 - 800 D.C.	COMPLEJO EL MOLLE
25	QUEBRADA LA NEGRA	CEMENTERIO CERAMICO	0 - 700 D.C.	COMPLEJO EL MOLLE

Fuente: Estudio PRC 2003.

La ubicación de los sitios geolocalizados por el Estudio PRC 2003se indica en la figura siguiente:

Folio014065

Figura 23. Sitios arqueológicos catastrados por Estudio 2003.



Fuente: elaboración propia en base a información de Estudio PRC 2003

III.4.4.- Identificación de inmuebles de interés patrimonial

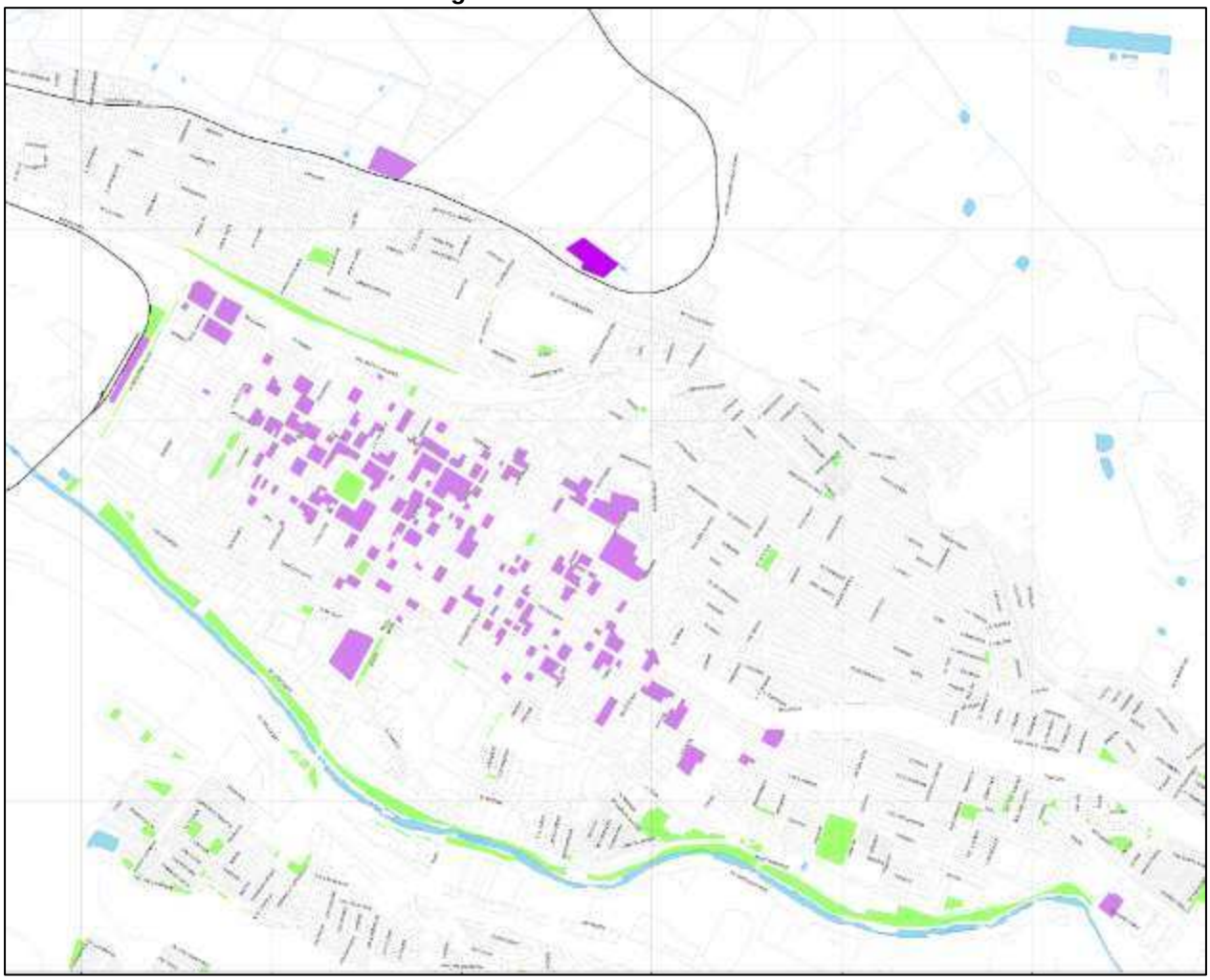
Para el caso de elementos patrimoniales urbanos y arquitectónicos que puedan ser considerados como "**áreas de protección de recursos de valor patrimonial cultural**", y preliminarmente estén en el marco de lo indicado en el Art. 2.1.43 de la OGUC, se aplica la Metodología expuesta en el "Manual Metodológico de Identificación de Inmuebles y Zonas de Conservación Histórica" (MINVU- 2005, elaborad por Sur Plan) y en la circular DDU 400[26].

Se consideró en una fase inicial el catastro de elementos de interés patrimonial del estudio elaborado por el municipio, sin embargo por su extensión se procedió en una primera instancia a definir la presencia de valores urbanos, arquitectónicos y valor histórico. De esta forma se discrimina a aquellos que con la aplicación de la tabla de valoración indicada en la Circular DDU

[26] A pesar de que el presente estudio se formula antes de la fecha que la DDU 404 indica para implementar las instrucciones impartidas por la Circular DDU 400, de fecha 12 de febrero de 2018 - que dejó sin efecto la Circular DDU 240, se implementa parcialmente agregando ciertas adaptaciones a lo desarrollado en el marco de la DDU derogada.

400 quedarían bajo el rango de 10 puntos, requisito para ser reconocido como inmueble de conservación histórica.

Figura 24 Universo evaluado



Fuente: elaboración propia

En la fase de anteproyecto se seleccionan los inmuebles que poseen 3 valores presentes, procediendo a aplicar la tabla de valoración a 81 inmuebles, resultando 54 inmuebles que cuentan con atributos que justifican su declaratoria, lo que finalmente se incluye en el PRCV.

Para la valoración de conjuntos urbanos se evalúan 3 sectores del área fundacional, Centro Histórico, Zona Matta con Merced y Zona calles Prat y Serrano. El Centro histórico posee los atributos para sustentar la declaratoria de protección para el conjunto identificado.

Folio014067

III.5 PROBLEMAS AMBIENTALES

Los problemas ambientales identificados corresponden a aquellos señalados en procesos participativos de la elaboración del estudio y aquellos señalados en el PLADECO.

1 Déficit de áreas verdes en el área urbana

De acuerdo a lo señalado por el PLADECO (2014 - 2017) la localidad urbana de Vallenar posee un déficit de áreas verdes, de acuerdo al indicador es de 4.43 m2/habitante, aunque con una distribución heterogénea. Al diferenciar el cálculo por sectores urbanos, el área central de Quinta Valle posee un menor déficit de cobertura, que los sectores altos de la comuna, especifícamele Baquedano, Carrera y Torreblanca, donde no se alcanza a cumplir la recomendación de la OMS de satisfacer los 9 M² por habitantes.

Cuadro 6. Indicador de áreas verdes

SECTORES URBANOS	INDICADOR DE ÁREAS VERDES
Gral. Baquedano y Gómez	0,29
Hnos. Carrera	0,78
R. Torreblanca	0,29
Quinta Valle y centro	15.98

Fuente: PLADECO 2014 – 2017.

Además en el mismo instrumento se señala que existe deterioro y abandono de áreas verdes. Esta situación genera un efecto negativo para la imagen de ciudad, debido son en la actualidad espacios subutilizados, que pueden representar posibles focos de microbasurales.

En este punto se debe poner especial énfasis en relación a la disponibilidad del recurso hídrico, como en toda la zona norte de Chile, esta comuna presenta déficit hídrico y por ello se debe cuidar el recurso. En función de lo anterior, se recomienda que al definir áreas verdes estas posean una especificación con respecto a las especies utilizadas, las que deben encontrarse adaptadas a las condiciones climáticas y de déficit hídrico local, y así evitar el consumo excesivo de este recurso en su mantención.

2 Congestión vehicular.

La ciudad de acuerdo a lo señalado en el PLADECO (2014 - 2017) presenta problemas con respecto a su estructura vial, ya que solo permite recorrer su extensión a través de dos vías, a lo que se suma el considerable crecimiento inmobiliario hacia el sector este de la ciudad.

Además el sector de acceso a la Población R. Torreblanca cuenta con un solo acceso y es el sector que ha tenido mayor crecimiento inmobiliario en los últimos años. Por lo tanto, al considerar el crecimiento de la ciudad de nuevas poblaciones y proyectos inmobiliarios, el aumento constante del parque automotor y la centralización de usos comerciales en el área Quinta Valle, permite aseverar la existencia actual y a futuro de congestión vehicular, problemas de accesibilidad interna, con los problemas ambientales que ello conlleva (contaminación acústica y atmosférica).

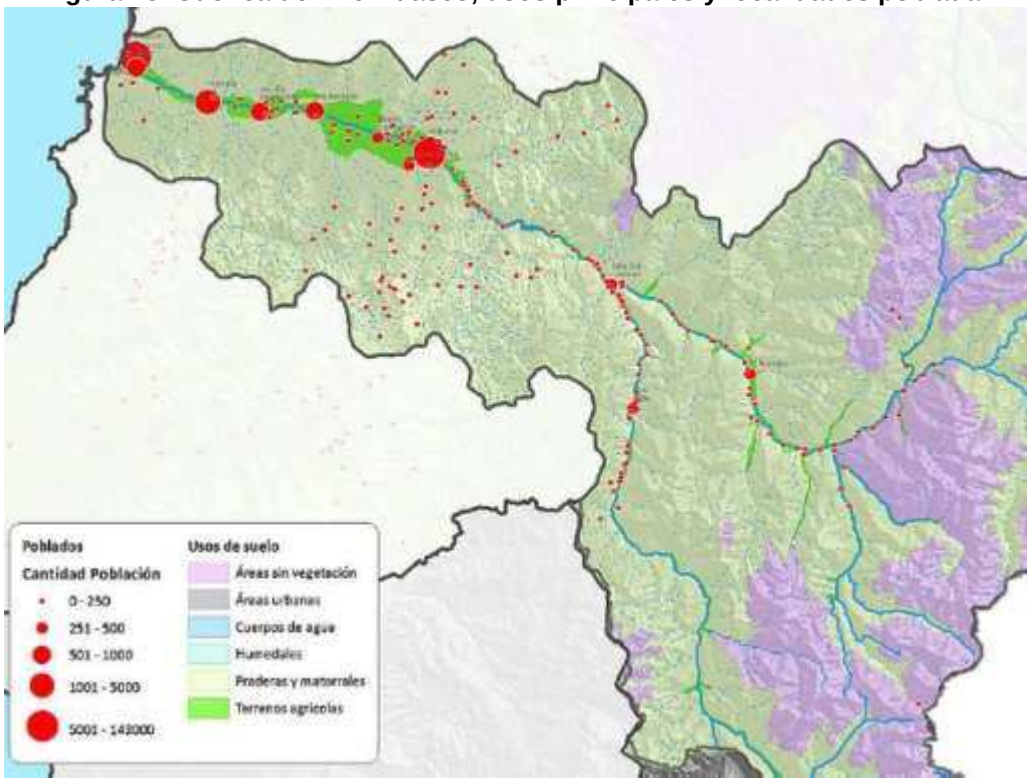
3 Intervenciones del Río Huasco y modificación del paisaje

Considerando al Río Huasco como parte de un sistema hídrico superior, este elemento adquiere relevancia debido a la importancia del recurso hídrico en la zona (déficit hídrico) y

considerando que la cuenca se encuentra drenando a localidades que viven en torno al recurso, como un elemento crucial para la producción minera, industrial y agropecuaria.

La imagen a continuación grafica la cuenca del río Huasco, el recorrido de sus afluentes y su curso principal, evidenciando la relevancia que posee este en el riego de la sección media y baja de la cuenca (desde la localidad de Vallenar hasta la desembocadura en la localidad de Huasco). Debido a la importancia que posee el río Huasco, este se encuentra intervenido para extracción de aguas de riego, existiendo embalses aguas arriba de Vallenar (Santa Juana) y drenaje que provee al valle de posibilidad de riesgo, incluso pasando por la ciudad, como es el caso del Canal de La Compañía.

Figura 25. Cuenca del Río Huasco, usos principales y localidades poblada.



Fuente: Extraída de Informe Cap. 1.
"Modelo para la Gestión Hídrica para la gestión de la Cuenca del Huasco, Mayo 2011".

El entorno de la ribera del Río Huasco y el Río Huasco en sí, representa un elemento natural valorado para la comunidad, como se señala en el informe de Gestión Hídrica del año 2011, con alto valor paisajístico y social, ya que es la principal área verde de la comuna y principal destino estival para los habitantes.

El Río Huasco en el área urbana representa un elemento estructurante en la configuración urbana debido a su ubicación central y a la importancia paisajística que adquiere para la población.

Folio014069

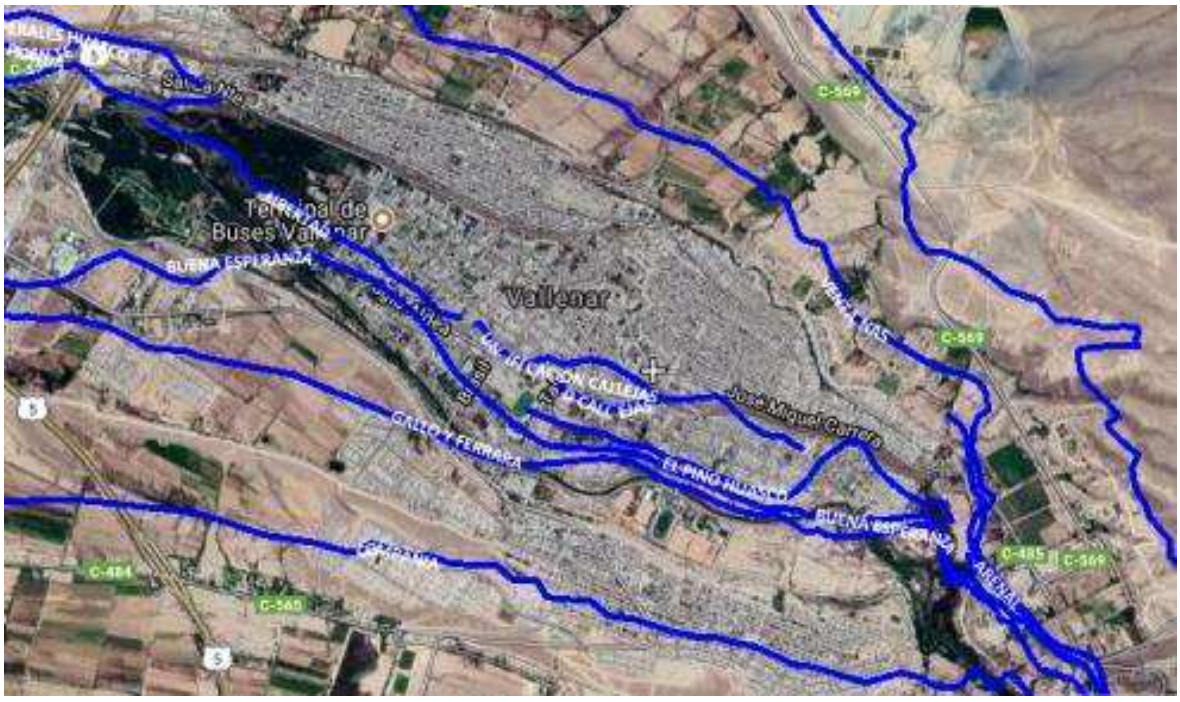
4 Calidad del recurso hídrico

En la actualidad el Río Huaco se ve afectado por una serie de actividades que realiza la población:

- Las descargas de los desagües en ciudades de Huasco y Freirina aguas debajo de Vallenar, principalmente, que van directo al río Huasco, ambas ciudades no cuentan con plantas de tratamiento de aguas servidas descargando 13,4 lt/s y 6,0 lt/s respectivamente;
- Una segunda actividad es la minera, de las cuales no existen registros de las descargas que efectúan (DGA, Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua según Objetivos de Calidad, Cuenca del Río Huasco, 2004), presentándose faenas mineras en las ciudades de Vallenar, Freirina y Huasco;
- La tercera actividad que influye en la calidad del recurso hídrico existente es la agricultura.

Es importante considerar en el cuidado del recurso hídrico, no solo a los cursos naturales, sino también a los canales de regadío, debido a su importancia ambiental, como fuente de agua para regadío, porque proveen en su entorno ambientes naturales valorados por la comunidad, como es el caso del Bario Ventana asociado al canal del mismo nombre, donde la comunidad incorpora en su barrio y cotidiano habitar al canal como un elemento propio de la comunidad y su paisaje, agregando un valor cultural a su expresión. Entre los canales de regadío más reconocidos en el área urbana se encuentran: canal ventana, canal La Compañía, canal callejas, libertad y Buena Esperanza.

Figura 26. Canales de regadio en el área urbana.



Fuente: IDE.

5 Presencia de actividad minera cercana a la ciudad.

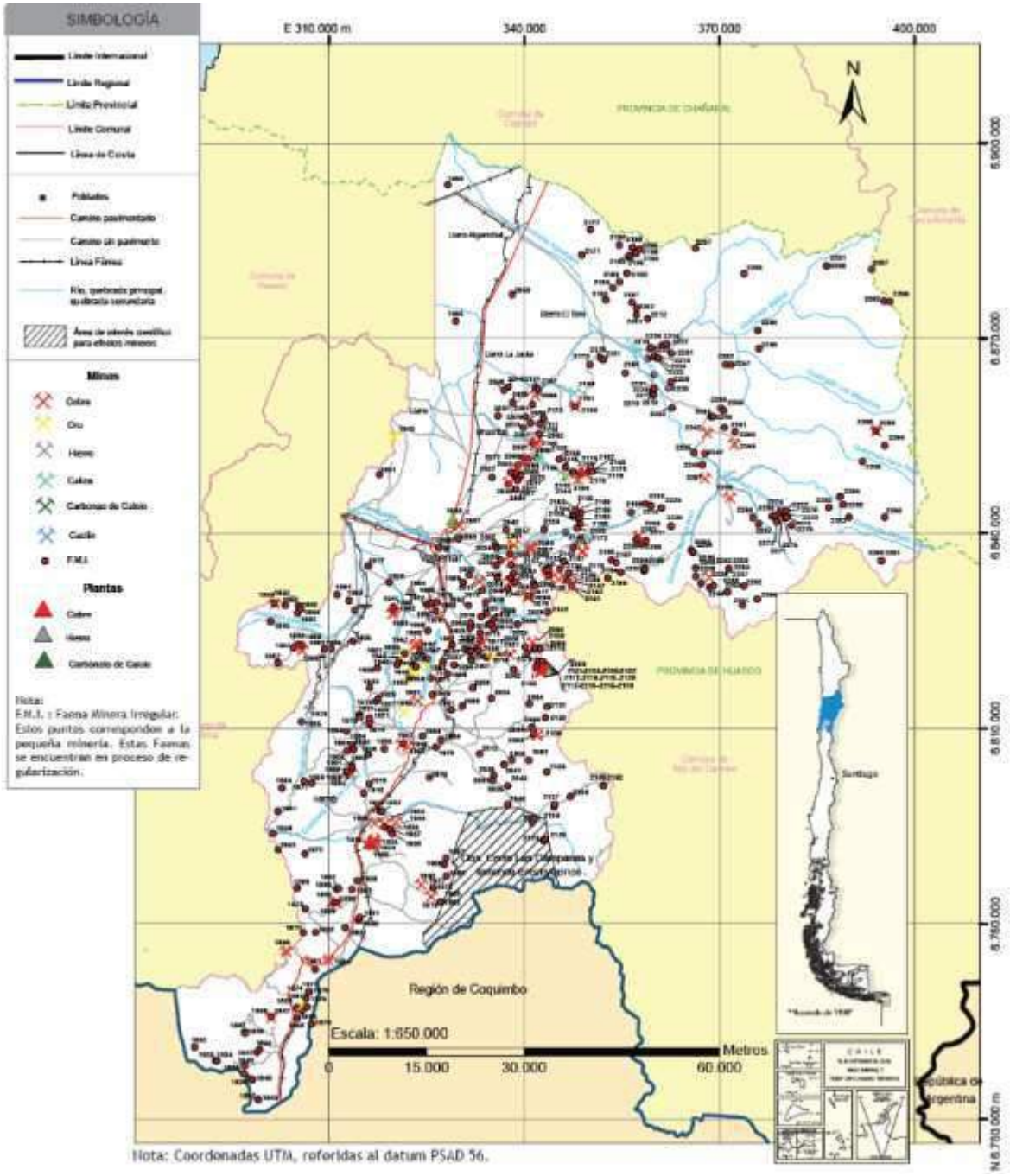
La comuna de Vallenar desde sus inicios se ha caracterizado por la presencia de actividad minera. Esta actividad se ha desarrollado en toda su superficie (desde su explotación en el área

Folio014070

cordillerana hasta su acopio y procesamiento en sectores de valle), debido a la presencia de yacimientos de hierro, oro, plata y cobre principalmente.

El carácter histórico de esta actividad y la presencia de yacimientos en el área, ha propiciado la instalación de faenas mineras en la comuna. Incluso existen presencia de faenas abandonadas en las cercanías del área urbana como: Planta Callejas y Planta Sta. Candelario.

Figura 27. Faena Minera Comuna de Vallenar.



Fuente: Extraído de Atlas de faenas mineras II y III Región.

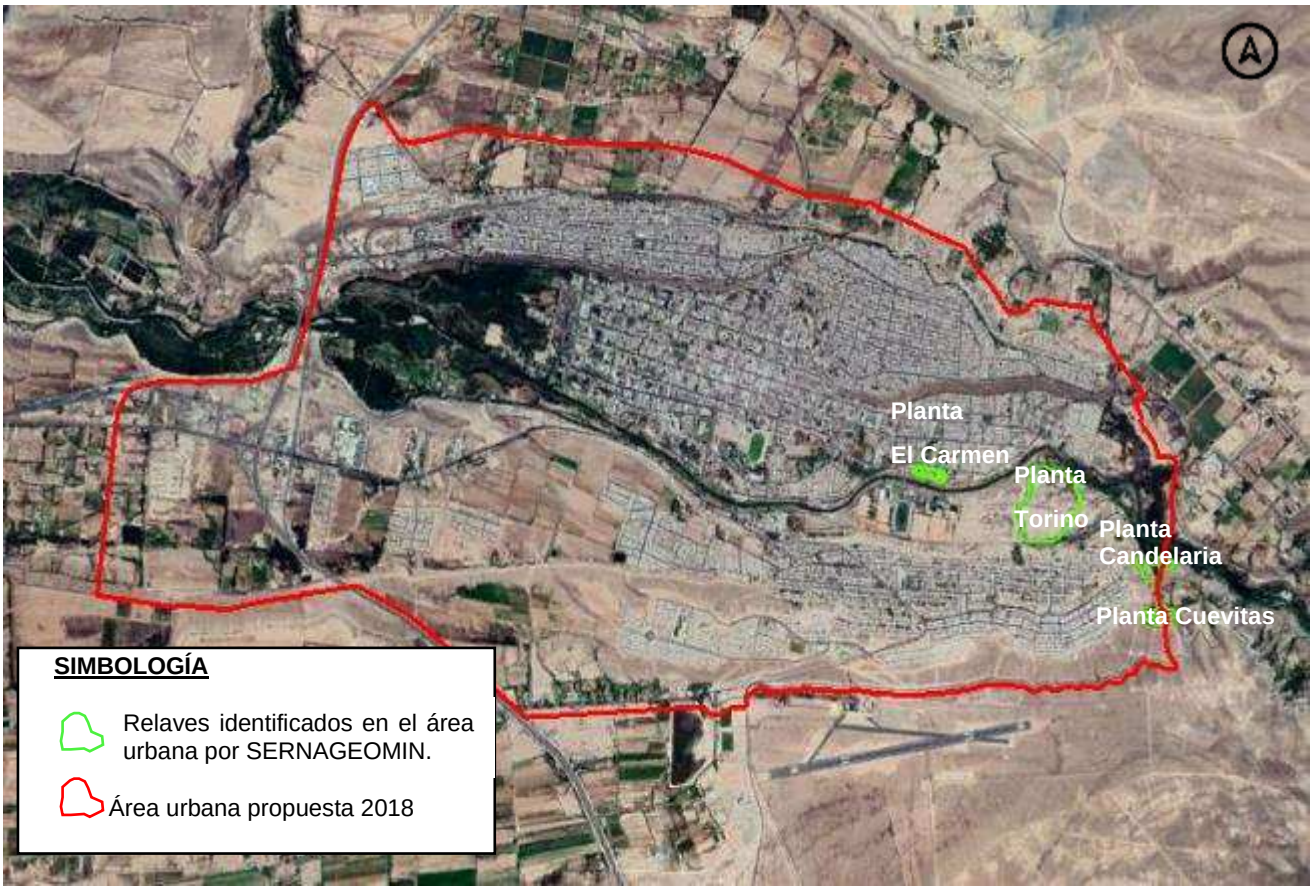
De acuerdo a la normativa vigente que regula los “Depósitos de Residuos Masivos Mineros”, desde el punto vista de la seguridad por medio del D.S. Nº 132, "Reglamento de Seguridad

Folio014071

Minera y desde el punto de vista técnico mediante el D.S. Nº 248, “Reglamento Para la Aprobación de Proyectos de Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Depósitos de Relaves”, es necesario contemplar un Catastro de los Depósitos de relaves a nivel nacional, como el realizado por SERNAGEOMIN el 2010, con la finalidad de tener registro y control de ellos. De acuerdo a los antecedentes expuestos por SERNAGEMIN para la comuna de Vallenar se registran 11 depósitos masivos, de los 4 se encuentran activos y 7 no activos.

En el área urbana se reconocen 5 pasivos ambientales mineros, los cuales pueden generar impactos en la salud de la población debido a su cercanía con áreas pobladas y por la posible movilización de los contaminantes causados por el viento y el agua. El MINVU y SERNAGEOMIN reconocen los siguientes: Planta Callejas, Planta Quinta Valle o El Carmen, Plata Torino, Planta Candelaria y Cuevitas, tres de ellas se encuentran bajo una clasificación de prioridad alta para realizar la gestión por suelos potencialmente contaminados, de acuerdo al estudio del Ministerio de Medio Ambiente (2013)[27], estos son: Planta Candelaria, Planta El Carmen y Planta Torino.

Figura 28. Superficies de Relaves en el área urbana.



Fuente: Relaves identificados por Informes Sernageomin y MINVU Atacama en el área urbana de Vallenar.

La descripción realizada por SERNAGEOMIN respecto de cada una de las plantas abandonadas, es la siguiente:

[27] “Diagnóstico Regional de Suelos Abandonados con Potencial Presencia de Contaminantes”. Región de Atacama. Ministerio de Medio Ambiente. Año 2013.

"*Relaves frente plazoleta Quinta Valle o El Carmen: Se encuentra ubicado en la coordenada UTM UPS N: 68366816; E: 328971, en un área aproximada de unos 150 x 70 m, En dicho lugar se evidencian instalaciones antiguas y deterioradas, inactivas, sin operación, hay un trapiche, piscinas de cementos en mal estado que pudieron ser canchas de concentrados de oro. Por las características visuales del relave correspondería a depósitos de oro, se visualizan las capas formadas como estratos en algunos sectores.*

Relaves sector Torino: Se encuentra ubicado en la coordenada UTM UPS N: 6836572; E: 329548, en un área aproximada de unos 80 x 80 m. En dicho lugar se evidencian instalaciones antiguas y deterioradas, inactivas, sin operación, hay 2 trapiches, piscinas de cementos en mal estado que pudieron ser canchas de concentrados de oro y cobre. Por las características visuales de relaves correspondería tanto para oro como cobre, la capa inferior es de cobre y la superior de oro. Muy cercano a este depósito hay un cuerpo de relaves prácticamente con las mismas características que el anterior, de coordenada N: 6836449; E: 329601. En dicho depósito no hay evidencia de relaves de cobre y no se apreció equipos como trapiches antiguos, se observó la presencia de una pequeña rampa que al parecer fue utilizada como cancha de acopio para cargar alguna tolva de alimentación ya que se notó presencia de rocas minerales con presencia de limonitas, atacamita y bornita.

Relaves sector Cuevita: Se encuentra ubicado en la coordenada N: 6835779; E: 330005, en este depósito se encontró una capa de unos 20 cm de relave de oro y sobre dicho relave material tierra y ripios cuya dimensiones aproximada del cuerpo es de 40 x 40 x 5 m aproximadamente, a metros de una vivienda. Cercano a tal relave se halló un trapiche fuera de servicio ubicado en la coordenada 6835790; E: 329931. No se halló evidencias de construcciones de lozas de cementos, piscinas o canchas de acopio de mineral.

Planta Calleja: La evaluación de este lugar no fue posible dado que los depósitos de relaves, localizados al final de Avd. Costanero (Planta Calleja), se encuentran intensamente vegetados al ubicarse en la llanura de inundación del Río Huasco."

No existe en los informes realizados una especificación respecto de la Planta Candelaria, sin embargo es señalada por Minvu en sus informes y es abordada en el estudio de suelos potencialmente contaminados del año 2013, de la Secretaria Regional Ministerial de Medio Ambiente de la Región.

6 Paso del Tren por la ciudad genera ruido y emisión de polvo

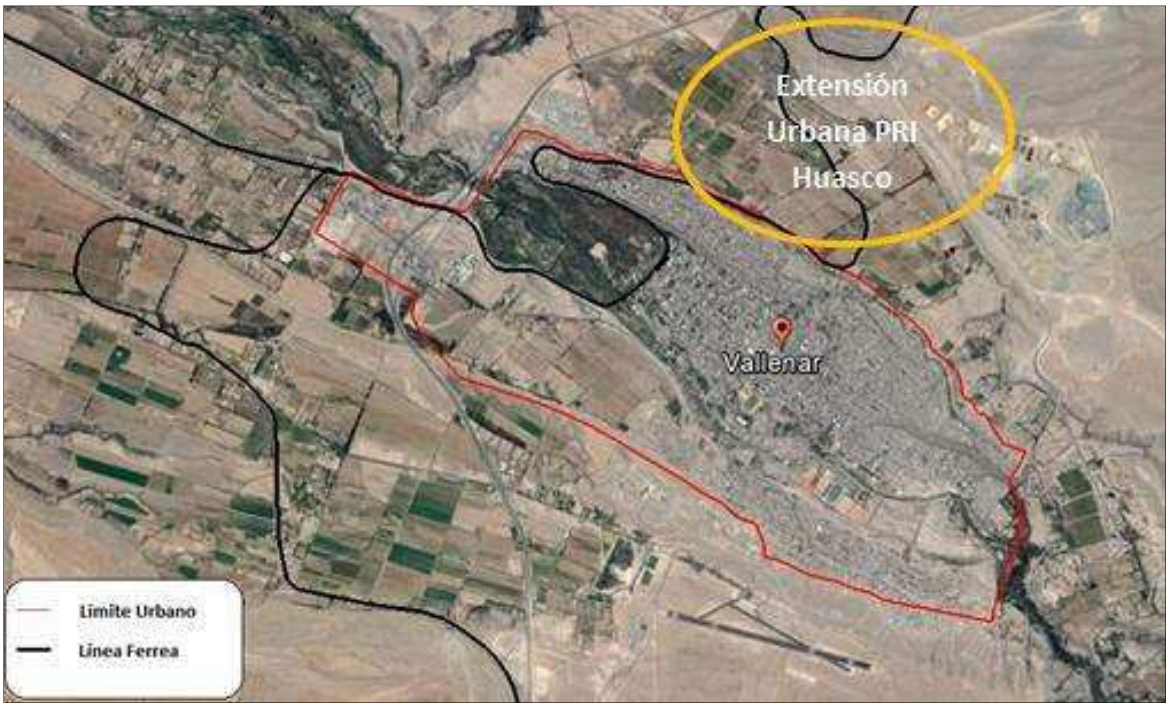
La red ferroviaria presente en la comuna de Vallenar corresponde a la empresa Ferronor, empresa chilena especializada en trasporte ferroviario de carga que opera en el norte del país. La red en su totalidad comprende 2.300 kilómetros que abarcan conexión nacional e internacional (Argentina, Bolivia y Brasil), se compone de una línea principal entre la estación de Iquique y la estación de la Calera, además de un conjunto de ramales ferroviarios de conectividad transversal entre los que se encuentra el Ramal Huasco que conecta Vallenar con el puerto de Huasco.

Es importante mencionar que el tren en la actualidad cruza la ciudad por el sector norponiente, cercano a áreas residenciales y áreas de expansión urbana definidas por el PRI Huasco (hacia el sector norte del límite urbano vigente). El problema ambiental identificado se asocia al transporte de carga de materiales provenientes de la industria minera (extracción de Hierro) en trenes que no se encuentran eficientemente encapotados dejando libre material particulado, lo que puede generar efectos nocivos para la salud de la población circundante. Además de ello se identifica como problemática el ruido emitido por este medio de transporte hacia las áreas residenciales. Ambas problemáticas derivadas de la contaminación por el material transportado que se dispersan en el aire y el ruido por el transporte propio del tren, ambos generan efectos

Folio014073

en la calidad de vida de la población cercana al área de tránsito del tren, y en áreas de extensión urbana en Vallenar definidas por el PRI Huasco.

Figura 29. Tren de Carga en Vallenar.



Fuente: Elaboración propia.

7 Presencia de microbasurales

Figura 30. Microbasurales en Vallenar



Sector entorno quebradas



Sector entorno vertedero

Fuente: Surplan, obtenida el 4, 5 y 6 de Diciembre del 2015, y 23 de febrero 2016.

Esta problemática fue abordada en reuniones de trabajo e identificada en el recorrido realizado a la ciudad de Vallenar. Se observó en terreno la presencia de pequeños focos de basurales tanto el interior del área urbana como fuera de ella, especialmente en torno a cursos hídricos (quebrada y ríos). Esta problemática se considerada un problema ambiental, ya que se relaciona con la gestión de residuos sólidos domiciliarios y su disposición final, en relación a ello el Plan Regulador Comunal puede definir algunas recomendaciones en términos de gestión.

Folio014074

Figura 31 Rellano Sanitario.

Es importante mencionar que en la comuna poseen un Relleno Sanitario aprobado el año 2010 en la misma superficie donde se emplazaba el antiguo vertedero municipal. Este relleno sanitario se ubica en la terraza alta de la localidad urbana hacia el norte, cercano a los afluentes de la quebrada el Membrillo, en este sector se observó focos de micro basurales en su entorno y camino al vertedero.



Fuente: elaboración propia.

Figura 32. Basural identificado en el área urbana.

Se identifica además un área de basural, ubicado al interior de la localidad urbana. Comprende una gran superficies y se localiza hacia el límite oriental del área, especificamente el la terraza sur. Este sector ha permaneecido largo tiempo con presencia de desechos y escombros, se localiza cercano a áreas residenciales, lo que evidencia un claro peligro y problema ambiental en relación a los vectores infecciones que del se puden desprender.

Se reconocen además presencia de microbasurales en torno al Río, sitios eriazos y en los canales de regadio.



Fuente: Registros en terreno.MINVU

8 Suelos erosionados.

Para la III Región existe una superficie actual de suelos erosionados de 4 millones de hectáreas, lo que representa el 53% de la superficie regional, que corresponde principalmente a superficies Cordillerana, que ha sido afectada por procesos de erosión geológica. De acuerdo al Estudio de CIREN (2010) las comunas con mayores problemas de erosión actual son Vallenar (87,5%) y Freirina (74,4%) en relación a su superficie comunal, mientras que aquellas clasificadas con categoría de erosión “severa” y “muy severa” son Copiapó y Tierra Amarilla, las que juntas suman más de 1 millón de hectáreas bajo esta condición.

En cuanto al origen de la erosión en la región. la cantidad de las precipitaciones son casi nulas y la intensidad (agresividad climática) es baja en gran parte de la región, por consiguiente, el riesgo actual y potencial de erosión hídrica es bajo, pese a ello predominan procesos de erosión geológica o natural (sobre el 85% de la superficie regional), situación que no reviste efectos apreciables en la agricultura, ya que son escasos las superficies silvoagropecuarias, clasificadas principalmente bajo la categoría de erosión “ligera”.

En el Cuadro a continuación, se exponen las comunas de la Región y los resultados obtenidos en cuanto a la erosión actual. En el destaca a nivel regional la comuna de Vallenar, en relación a la erosión severa respecto del resto de las comunas de la provincia, con 241.384 hectáreas de superficie, siendo únicamente superada por la comuna de Tierra Amarilla. Es importante desatacar que aquellas comunas con mayores niveles de erosión severa se relacionan con comunas que se ubican en áreas cordillerana y que como menciona el estudio presentan erosión geológica o natural, con escaso desarrollo de suelos.

Cuadro 7. Riesgo de Erosión Actual.

Región/Provincia/Comuna	BAJO O NULA	MODERADA	SEVERA	MUY SEVERA	OTRAS CATEGORIAS	Total general
ATACAMA	**1,972,119**	**836,194**	**1,188,516**	**1,018,193**	**2,553,639**	**7,568,661**
CHANARAL	**768,042**	**239,214**	**175,217**	**85,246**	**1,208,213**	**2,475,932**
CHANARAL	266,239	103,802	83,820	45,352	77,924	577,136
DIEGO DE ALMAGRO	501,804	135,412	91,397	39,894	1,130,289	1,898,796
COPIAPO	**809,441**	**371,265**	**523,059**	**543,127**	**1,025,903**	**3,272,796**
CALDERA	204,596	67,292	43,391	18,503	34,516	368,298
COPIAPO	530,035	212,034	224,124	174,294	638,889	1,779,375
TIERRA AMARILLA	74,810	91,940	255,544	350,330	352,498	1,125,122
HUASCO	**394,635**	**225,714**	**490,239**	**389,821**	**319,523**	**1,819,933**
ALTO DEL CARMEN	5,592	21,970	101,343	211,939	274,540	615,383
FREIRINA	107,031	58,487	106,542	43,275	6,147	321,483
HUASCO	61,381	38,358	40,970	9,225	10,340	160,275
VALLENAR	220,632	106,899	241,384	125,381	28,496	722,792

Fuente: Determinación de la erosión de los suelos actual y potencial en Chile. Región de Atacama. Diciembre 2010.

9 Exposición a amenazas naturales.

La localidad urbana de Vallenar por su ubicación geográfica constituye un área bajo amenazas asociadas a inundaciones del río Huasco y sus quebradas y a flujos de remoción en masa. El sitio urbano se encuentra emplazado sobre terrazas aluviales, las cuales se ven interrumpidas tanto al norte como al sur, por quebradas con flujos torrenciales que se activan por las lluvias extremas en el área cordillerana. Tal situación genera en la ciudad una constante amenaza debido a los peligros a los que se encuentra expuesta la población.

El estudio de riesgo del Plan Regulador comunal define áreas de inundación que cruzan la ciudad, estas superficies se encuentran encajonadas al oriente, las que en su transcurso aguas abajo se abren, en el sector céntrico y al poniente de la localidad. Respecto de esto es importante señalar que desde el punto de vista de la planificación es relevante considerar estas áreas y así establecer normas apropiadas que permitan resguardar a la población.

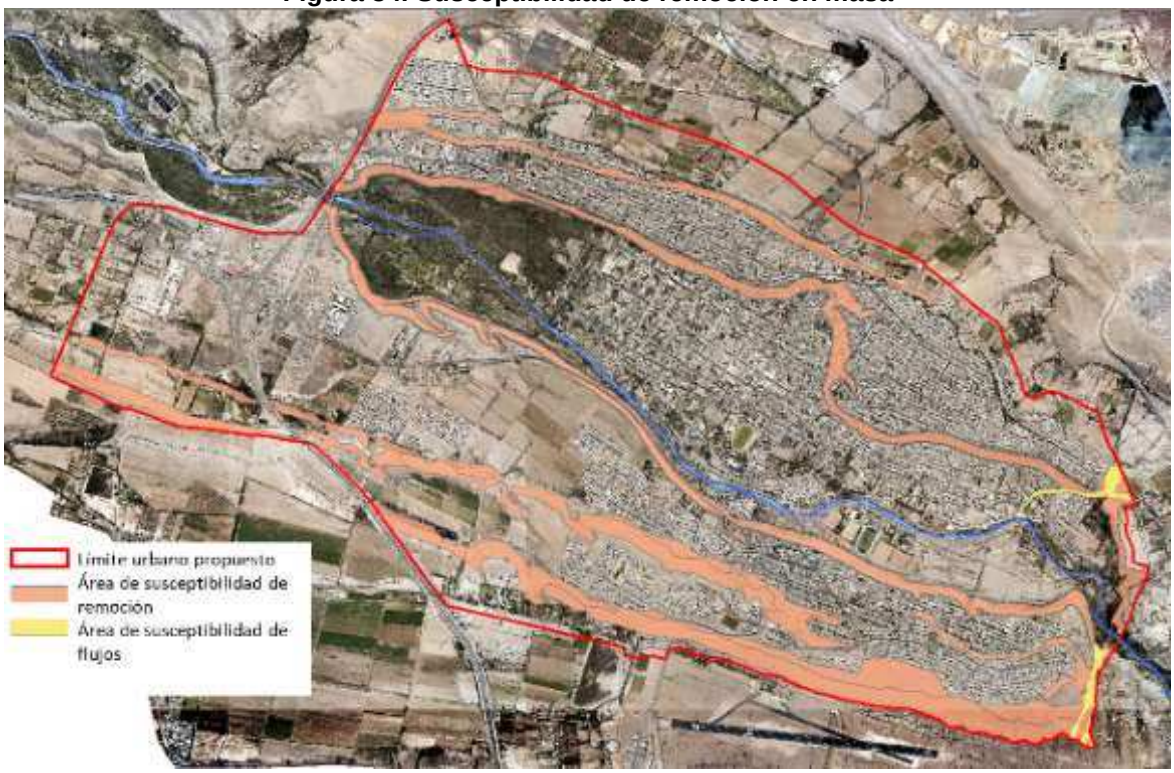
Las áreas de susceptibilidad de remoción en masa por desprendimientos en la ciudad, se ubican en sectores donde existe una diferencia de pendientes, específicamente en el área de talud entre las terrazas aluviales, además de ellas se identifican fenómenos de remoción en por flujos aluvionales en dos quebradas, una de ellas ubicada al oriente en la terraza norte y otra ubicada en la ribera sur del río Huasco. Es importante al igual que en la definición de áreas inundación establecer en la planificación normas que permitan proteger a la población, evitando su localización en áreas bajo amenaza.

En página siguiente se ilustran las áreas descritas.

Figura 33. Áreas de Inundación en el área Urbana



Figura 34. Susceptibilidad de remoción en masa



Fuente ambas figuras: Estudio de Riesgo Plan Regulador Comunal.

Folio014077

III.6 CONFLICTOS SOCIOAMBIENTALES EN EL TERRITORIO

Los potenciales conflictos socioambientales identificados en la comuna son:

Escasez del recurso hídrico en la cuenca del Río Huasco.

La comuna se encuentra aguas abajo del Embalse Santa Juana, de acuerdo a estudio de "Modelo para la Gestión Hídrica de la Cuenca de Huasco" (2012) la oferta hídrica del río corresponde a los caudales de Río Del Tránsito en Angostura Pinte y río Del Carmen en San Félix, definiéndose que el caudal que satisface la demanda hídrica de la cuenca corresponde a 145,65 hm^3/año.

Los sectores de la economía que requieren agua para sus procesos son: Agricultura, industria, minería, agua potable y producción de energía. Complementariamente se debe considerar como gasto de agua, la evaporación directa desde el lago que forma el embalse Santa Juana y la vegetación natural que se desarrolla aledaña al río, quebradas principales y canales de regadío.

En base a los valores de oferta y demanda de agua, se señala que existirán los recursos suficiente como para suministrar plenamente los requerimientos de agua de la cuenca, lo cual es ayudado por el efecto regulador interanual del embalse Santa Juana, el que ha permitido cumplir con entregas que permiten aumentar la seguridad de la oferta, satisfaciendo los requerimientos de agua de los diferentes sectores productivos con una seguridad cercana al 85%, desde el momento de puesta en servicio en el año 1997.

Si bien los antecedentes hídricos superficiales cumplen en relación a las demandas existentes en el estudio, el acuífero de la cuenca es limitado en volumen y tiene capacidad para suministrar una pequeña porción de toda la demanda de agua de la cuenca. En el estudio se señala que el acuífero tiene un volumen de 12 hm^3, equivalente a un 8% de la demanda al año 2012, por lo cual no es posible planificar un aumento de la superficie cultivada a expensas del agua subterránea, ya que su limitado volumen solo contribuye a aumentar la dotación de agua en períodos de escasez. Es decir, ésta fuente de agua debe ser concebida para suplir los déficits producto de periodos de sequía y no como una fuente de agua para nuevos emprendimientos productivos debido a lo limitado de su capacidad.

Esta situación en la actualidad no es evidente, sin embargo el año 2016 la comuna en conjunto con Freirina y Huasco decretaron[28] zona de escasez hídrica debido a los problemas que existían en ese momento, respecto del abastecimiento de agua potable para la población y de disponibilidad del recurso para actividades agrícola en la zona media y baja del valle. Tal situación, junto a los datos presentados con anterioridad y entendiendo las condiciones climáticas de la zona, evidencian la situación restringida en que se encuentra el recurso hídrico, lo que se relaciona con las demandas hídricas de las localidades que habitan en su entorno y las actividades productivas (agrícola y minera en el caso de Vallenar) que se desarrollan en el territorio, lo cual puede llevar a conflictos socio ambiental en periodos de sequía.

Contaminación de suelos y el entorno urbano producto de los relaves existentes.

Como se mencionaba con anterioridad tanto en el área urbana como comunal se registran presencia de pasivos mineros, esta situación especialmente en el área urbana puede generar potenciales conflictos debido a la probable presencia de contaminantes y su dispersión por acción del viento y agua, más aun considerando el posible poblamiento de la ciudad en superficies actualmente inutilizadas como ocurre en el entorno a los relaves ubicados en la ribera sur del río Huasco, como la Planta Torino. En la actualidad esta situación ocurre, cuando

[28] Decreto N° 230 del 7 de agosto de 2015.

Folio014078

hay periodos de viento las partículas de los relaves se remueven y se dispersan en el entorno, y así mismo con precipitaciones, incluso llegando a escurrir e infiltrar en el suelo.

Esta situación al estar puntualizada, ayuda a poder orientar acciones y estudios que permitan determinar el grado de contaminación y establecer acciones para su cierre, y con ello evitar mayor dispersión de los depósitos, y establecer la posibilidad de condiciones de buena habitabilidad en su entorno. Sin embargo, la demanda que se proyecta a 30 años de 1.813 hogares[29], puede generar una necesidad de suelos en la ciudad, ejerciendo presión sobre los suelos en torno a estas superficies inutilizadas en la actualidad, trayendo de la mano un potencial conflicto ambiental, exponiendo a la población de forma directa a posibles contaminantes.

Uso y Gestión del Recurso Hídrico

Otro conflicto ambiental es el uso y la gestión del recurso hídrico en la comuna de Vallenar, lo cual sin duda se relaciona con la condición de escasez del recurso hídrico, dadas las condiciones climáticas del área. La comuna de Vallenar posee múltiples actividades económicas desarrolladas en su territorio, las cuales se asocian principalmente a actividad minera y agrícola del Valle del Huasco. Para el desarrollo de ambas, se requieren recursos hídricos, situación que genera un conflicto con la comunidad local. Esta situación se ha visto manifestada especialmente con el desarrollo de la actividad minera.

El proyecto Pascua Lama el año 2017 fue frenado debido a incumplimientos ambientales, entre ellos se encuentra la intervención de vegas altoandinas; la afectación de diversas especies de fauna y flora nativa (entre ellas, algunas protegidas por categorías de conservación), el monitoreo incompleto de glaciares y glaciaretes; la descarga de aguas ácidas al río Estrecho sin cumplir con las normas de calidad del agua, entre otros. Esta sanción toma en cuenta los impactos generados sobre el recurso hídricos y los ecosistemas que estos albergan, situación de suma relevancia, más aún considerando que su ubicación se localiza en la cabecera del río Huasco, área de abastecimiento del curso completo.[30].

Es importante mencionar en términos de la actividad agrícola del valle, que el embalse Santa Juana ha permitido mejorar la gestión del recurso hídrico aguas debajo de él, permitiendo abastecer al valle. Los canales de regadío en este punto son una herramienta de distribución importante en el valle, de hecho, en la ciudad estos cruzan por las terrazas y pasan a conformar parte del escenario urbano y barrial, como es reconocido por el proyecto Quiero Mi Barrio en torno al canal Ventana[31].

IV.- MARCO DE REFERENCIA ESTRATÉGICO

Corresponde a continuación señalar todos aquellos instrumentos, políticas y planes revisados que poseen injerencia en el área en estudio.

IV.1 DESCRIPCIÓN DE LAS POLITICAS DE DESARROLLO SUSTENTABLE Y MEDIO AMBIENTE QUE ENMARCAN EL PLAN

A continuación, se presentan las políticas de desarrollo e instrumentos a escala regional y comunal que enmarcan los principios de sustentabilidad utilizados como base para estructurar la actualización del Plan Regulador Comunal de Vallenar. En este título únicamente se realiza

[29] Estimados en el Diagnóstico Urbano del Estudio del Plan Reglado Comunal de Vallenar.
[30] https://www.elciudadano.cl/chile/comunidades-batallaran-barrick-gold-no-explote-pascua-lama-forma-subterranea/02/07/#ixzz5Dt5nwnN1
[31] http://www.vallenar.cl/index.php/191-uncategorised-sp-523/2912-inauguran-obras-de-mejoramiento-en-barrio-canal-ventanas-de-vallenar

una descripción de cada una de ellas los lineamientos y objetivos principales con la finalidad de tener una visión general de las políticas y planes consultados.

Cuadro 2. Descripción de Políticas de Desarrollo sustentable que enmarcan el Plan a escala nacional

	DESCRIPCIÓN- OBJETIVOS PRINCIPALES
Política de Desarrollo Urbano MINVU	La política de desarrollo urbano elaborada el año 2014 señala como principal objetivo de la política es generar las condiciones para mejorar las condiciones de calidad de vida de las personas, no solo respecto de la disponibilidad de bienes o condiciones objetivas sino también en términos subjetivos, asociados a la dimensión humana y relaciones entre las personas. Es así como en base a los conceptos de desarrollo sustentable el Plan define lineamientos básicos que permiten orientar a la política a conseguir el objetivo principal. Los lineamientos son: Integración social, equidad ambiental, identidad y patrimonio y desarrollo económico. Cada uno de ellos posee objetivos específicos que apuntan a lo siguiente: 1. **Integración social**: este lineamiento tiene por objetivo velar porque en las ciudades sean lugares inclusivos, donde las personas estén y se sientan protegidas e incorporadas a los beneficios urbanos: acceso a los espacios públicos, educación, salud, trabajo, seguridad, interacción social, movilidad y transporte, cultura, deporte y esparcimiento. Para ello se definen los siguientes objetivos específicos: Garantizar el acceso equitativo a los bienes públicos urbano, revertir la situación de segregación social urbana actual, evitar el desarrollo de nuevas situaciones de segregación social urbana, reducir el déficit habitacional, establecer la siguiente política de suelo para promover la integración social, fomentar el desarrollo y fortalecimiento de comunidades, incrementar la conectividad, la seguridad u la accesibilidad universal, propiciar la integración social y con las localidades apartadas, 2. **Equidad ambienta**l tiene por objetivo fundamental procurar el desarrollo de nuestras ciudades, fundamental para el progreso de nuestro país, se realice de forma sustentable, equilibrada con el medio natural, reconociendo y valorando los sistemas en que se inserta. Para ello se proponen los siguientes objetivos específicos: considerar los sistemas naturales como soporte fundamental en la planificación y diseño de las intervenciones en el territorio, identificar y considerar los riesgos naturales y antrópicos, gestionar eficientemente recursos naturales, energía y residuos, medir y monitorear variables ambientales urbanas, fomentar el uso sustentable del suelo en ciudades y áreas de expansión, y fomentar la movilidad urbana a través del uso compartido del espacio público. 3. Id**entidad y patrimonio:** Apunta a reconocer el patrimonio como un bien social, conformado tanto por las obras y manifestaciones de las personas y comunidades como por el entorno natural en que viven, que debe ser preservado y potenciado en nuestras ciudades y centros poblados. Los objetivos específicos que se definen para conseguir el objetivo principal del lineamiento son: valorar el entorno físico, construido natural, formador de la identidad de las comunidades, valorar la identidad de cada cultura y zona geográfica, conocer, valorar, proteger y gestionar el patrimonio cultural (“Cadena de Valor del Patrimonio”). 4. **Desarrollo económico:** este lineamiento busca reforzar a las ciudades como agentes de desarrollo económico, fuentes de innovación, emprendimiento y creación de empleo. El concepto de desarrollo se aborda desde una mirada integral, con responsabilidad social y bajo el concepto de sustentabilidad, armonizando el crecimiento y la inversión con las externalidades que los proyectos causen en las personas, localidades y territorios. Los objetivos específicos que define para conseguir su planteamiento guía es: generar condiciones urbanas que fomenten el desarrollo económico, la innovación y la creación de empleo, integrar la planificación urbana en los programas de inversión, considerar los efectos sociales de los proyectos públicos y privados , y corregir imperfecciones del mercado de suelo, fortalecer la competitividad de las ciudades y su conexión al mundo, establecer reglas que otorguen certeza al desarrollo de proyectos, incrementar la calidad de los instrumentos de planificación territorial, velar por la eficiencia de las inversiones en infraestructura pública en la ciudad y el territorio, racionalizar los costos de transportes de personas y bienes y facilitar los ajustes de la planificación a nuevos escenarios. Los lineamientos presentados son los principios básicos que busca desarrollar la política en el desarrollo urbano del país, son ideales que busca perseguir y por lo tanto al desarrollar la actualización de un Plan regulador comunal estos principios deberían estar contenidos en su diseño.

Cuadro 3. Descripción de Políticas de Desarrollo sustentable que enmarcan el Plan a escala regional y comunal

	ORGANISMO	DESCRIPCIÓN- OBJETIVOS PRINCIPALES
Estrategia para la conservación de la biodiversidad. Región de Atacama	***CONAMA 2010 - 2017***	La Estrategia y Plan de Acción de la Biodiversidad de Atacama 2010 – 2017 se presenta como un instrumento que actualiza el primero de estos instrumentos que se elabora el año 2002. La actualización se propone como un instrumento moderno para la Gestión Ambiental en Atacama enmarcado en el concepto del Desarrollo Sustentable y que se ha fundamentado y fortalecido con los aportes proporcionados por un conjunto de actores de los servicios públicos, empresas privadas, universidades, científicos, organizaciones sociales y ciudadanos. La Visión de la Estrategia está centrada en la persona y en el desafío de construir una región desarrollada económicamente, socialmente equilibrada, con una clara identidad cultural y ambientalmente sustentable, fue construida a partir de la sistematización de las percepciones de futuro de los actores más relevantes de la región. Presenta 9 Lineamientos Estratégicos definidos por los actores regionales y que constituyen los pilares en torno a los cuales se orientará el trabajo de la región en los próximos 9 años. Uno de los lineamientos estratégicos es el denominado “Medio Ambiente para el Desarrollo Sustentable”, este lineamiento pretende definir a “La Región de Atacama es una de las regiones del país que concentra los mayores porcentajes de inversión privada y que consecuentemente tiene una dinámica actividad económico-productiva. En este marco y considerando la percepción de los ciudadanos respecto al impacto ambiental de estas actividades económicas, resulta relevante fomentar y velar por un proceso de desarrollo regional que resguarde el equilibrio medioambiental.” La estrategia pretende conseguir como objetivo principal: 1.- Fortalecer la institucionalidad regional encargada de la planificación e implementación de las Políticas Públicas de Medioambiente en Atacama. 2.- Gestionar el uso sustentable del patrimonio natural regional, promoviendo el desarrollo de una Educación para la Sustentabilidad y garantizando el acceso ciudadano a la Información Ambiental. Para ello centra sus acciones en lo siguiente: • Fortalecer la institucionalidad regional encargada de la planificación e implementación de las Políticas Públicas de Medioambiente. Estrategia y Plan de Acción de la Biodiversidad de Atacama 2010 - 2017 Comité Regional de Biodiversidad – “Conservando para Chile los Ecosistemas de las Zonas Áridas” • Gestionar la conservación, puesta en valor y el uso sustentable del patrimonio natural regional. • Fortalecer la Educación para la Sustentabilidad y el Acceso a la Información Ambiental para la Participación Ciudadana. • Garantizar el derecho ciudadano a vivir en un medio ambiente libre de contaminación, previniendo y mitigando los efectos de las actividades antrópicas, en estrecha colaboración público-privada. En esta estrategia se identifican a nivel regional como ecosistemas relevantes: • Ecosistemas relevantes protegidos (Al menos el 10% bajo protección oficial) • Desierto Costero de Taltal: 41.973,9 - 11,01% SUFICIENTE • Desierto Costero de Huasco: 45.708 ha - 9,01% SUFICIENTE • Estepa Desértica de los Salares Altoandinos: 62.460 ha – 4,37% INSUFICIENTE • Desierto Florido de los Llanos: 37.818,4 ha - 4,18 % INSUFICIENTE En este último ecosistema es importante poner atención entendiendo que la comuna de Vallenar posee este tipo de ecosistemas, los cuales se diagnostican insuficientemente protegidos. De los ecosistemas relevantes señalados, junto con aquellos reconocidos

	ORGANISMO	DESCRIPCIÓN- OBJETIVOS PRINCIPALES
		por estrategias regionales ambientales anteriores (2002) y aquellos reconocidos por el Libro Rojo, se expone un listado de sitios prioritarios, entre los que se encuentran en la comuna de Vallenar: Quebrada el Jilguero, Chacritas, Quebrada aguas verde, Río Huasco y Cuesta Pajonales. Cada uno de los lineamientos señalados en la estrategia a punta con acciones específicas a nivel regional. Los lineamientos definidos son: Asegurar la conservación y la restauración de los ecosistemas de manera de reducir de forma importante el ritmo actual de pérdida de la diversidad biológica. • Asegurar la preservación de especies y del patrimonio genético • Promover las prácticas productivas sustentables que aseguren el mantenimiento de la biodiversidad • Fortalecer la coordinación interinstitucional e intersectorial para la gestión integral de la biodiversidad • Establecer los mecanismos formales y no formales requeridos para asegurar una óptima gestión de la biodiversidad • Fortalecer la educación ambiental, la conciencia pública y el acceso a la información en el ámbito de la biodiversidad • Fortalecer y coordinar la investigación que permita mejorar el conocimiento sobre conservación y uso sustentable de la biodiversidad • Consolidar los mecanismos para el financiamiento requerido para la conservación de la biodiversidad • Fortalecimiento de los espacios y condiciones para el desarrollo de la biodiversidad en el medio urbano Los lineamientos y su acción a nivel regional pretenden gestionar las superficies protegidas, con la finalidad de evitar la extinción del patrimonio natural. Estos son relevantes al considerar la caracterización del área si bien los lineamientos corresponden a una aplicación a escala regional, esto sin duda generan efectos a escalas de mayor detalle, por este motivo es necesario de contemplar en el diagnóstico y a la hora de estructurar el diseño del Plan.
Plan de adaptación al Cambio Climático en Ciudades 2018 - 2022	***Consejo de Ministros por la Sustentabilidad***	Su origen se remonta a los acuerdos adheridos por Chile a nivel internacional en la materia de cambio climático, entre ellos el convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio climático y el protocolo de Kioto en el año 2002, el cual dio origen a la política de cambio climático y las medidas e instrumentos asociados, entre ellos el Plan de Adaptación al Cambio Climático de Ciudades, este Plan surge como instrumento articulador de la Política. El objetivo del Plan es proponer lineamientos de adaptación climática para las distintas ciudades del país, presentando acciones que, esencialmente desde el sector público, se están impulsando, y que suponen un avance significativo para difundir un camino en materia de adaptación, con sus respectivas relaciones sinérgicas en el ámbito de la mitigación. Además, se espera que el Plan motive la definición de nuevas acciones y marcos estratégicos para responder al cambio climático desde las ciudades, en sus distintas escalas, apostando a que los niveles de administración regional y local atiendan las particularidades que este desafío plantea para cada territorio. Por medio de este Plan se busca entregar a las ciudades un documento de referencia que consolide y exponga las distintas acciones que desde el ámbito público se están impulsando para responder a la adaptación del cambio climático, ilustrando temáticas y contenidos que, vistos desde una perspectiva nacional, puede motivar y orientar el desarrollo de planes o acciones específicas desde los niveles de la administración regional y local. En base a ello el Plan fija 5 ejes estratégicos que corresponden a la base sobre la cual se sustentan las medidas y lineamientos fijados para generar a nivel de ciudades la adaptación al cambio climática en las ciudades. Estos ejes estratégicos son:

	ORGANISMO	DESCRIPCIÓN- OBJETIVOS PRINCIPALES
		1.- Planificación urbana y ordenamiento territorial. la planificación urbana y el ordenamiento territorial cumplen un rol esencial para avanzar hacia el fortalecimiento de la capacidad de adaptación de las ciudades y territorio frente al cambio climático, pudiendo responder a los desafíos presentes y futuros que este fenómeno plantea en sus distintos niveles. Los lineamientos abordados en este eje son: Instrumentos de planificación territorial y normas urbanas y movilidad urbana. 2.- Infraestructura y construcción sostenible. Este eje corresponde a la forma de integrar de mejor manera la movilidad urbana a la planificación, fomentando atributos urbanos que pueden contribuir a la sostenibilidad de los desplazamientos, la mixtura de usos de suelo, o la densificación armónica y de calidad. Entre los lineamientos se encuentran: infraestructura y construcción sostenible, inversión e infraestructura, espacios públicos, edificios públicos y viviendas. 3.- Reducción y gestión de riesgo de desastres asociados al cambio climático. Este eje corresponde a incorporar multidimensionalmente la gestión de riesgo de desastres. Entre los lineamientos a considerar se encuentran: Reducción de riesgo de desastres y manejo de impactos. 4.- Gestión local y colaboración interinstitucional. Los impactos del cambio climático requieren de una institucionalidad capaz de establecer una coordinación intersectorial y en distintos niveles de acción en el territorio. Para hacer frente a este eje se consideran los siguientes lineamientos: generación de capacidades y colaboración y Gestión. 5.- Difusión. Combatir el cambio climático requiere de la difusión de programas, campañas y recomendaciones para promover la sostenibilidad, la mitigación del riesgo, y el desarrollo de respuestas adecuadas frente a los impactos del cambio climático. Las líneas de acción enfocadas a este eje son: acciones de difusión. Los datos expuestos en el Plan Referidos al Cambio climático a nivel nacional e incluso regional, entregan datos que permiten a escala regional poder estimar cambios en el clima en un mediano plazo. Para el caso de la comuna de Vallenar que se localiza en la zona norte, los datos registrados y proyectados a nivel regional, evidencian claros cambios especialmente en términos de aumento en las precipitaciones extremas y de temperaturas, lo que generará cambios en el territorio, lo cual debe ser considerado desde el punto de vista del ordenamiento y planificación del territorio.
Elaboración de una base digital del clima comunal de Chile: Línea base (1980 - 2010) y proyección al año 2050.	***PNUD Ministerio de Medio Ambiente (2016)***	Corresponde a un estudio que tiene como objetivo compilar información climática a escala comunal del país, con la finalidad de poder establecer una caracterización de las principales variables climáticas (precipitaciones y temperaturas) y poder proyectar el comportamiento de las variables, en base a una base de datos entre el periodo 1980 al 2010, al año 2050. Este comportamiento evidencia en la zona norte y particularmente en la comuna de Vallenar, un aumento de las temperaturas, y disminución de las precipitaciones. Estos datos son un aporte en el Plan, ya que permite realizar una caracterización de la comuna, y a su vez permite analizar estas variables con respecto al cambio climático en Chile, y en particular realizar análisis a nivel comunal.

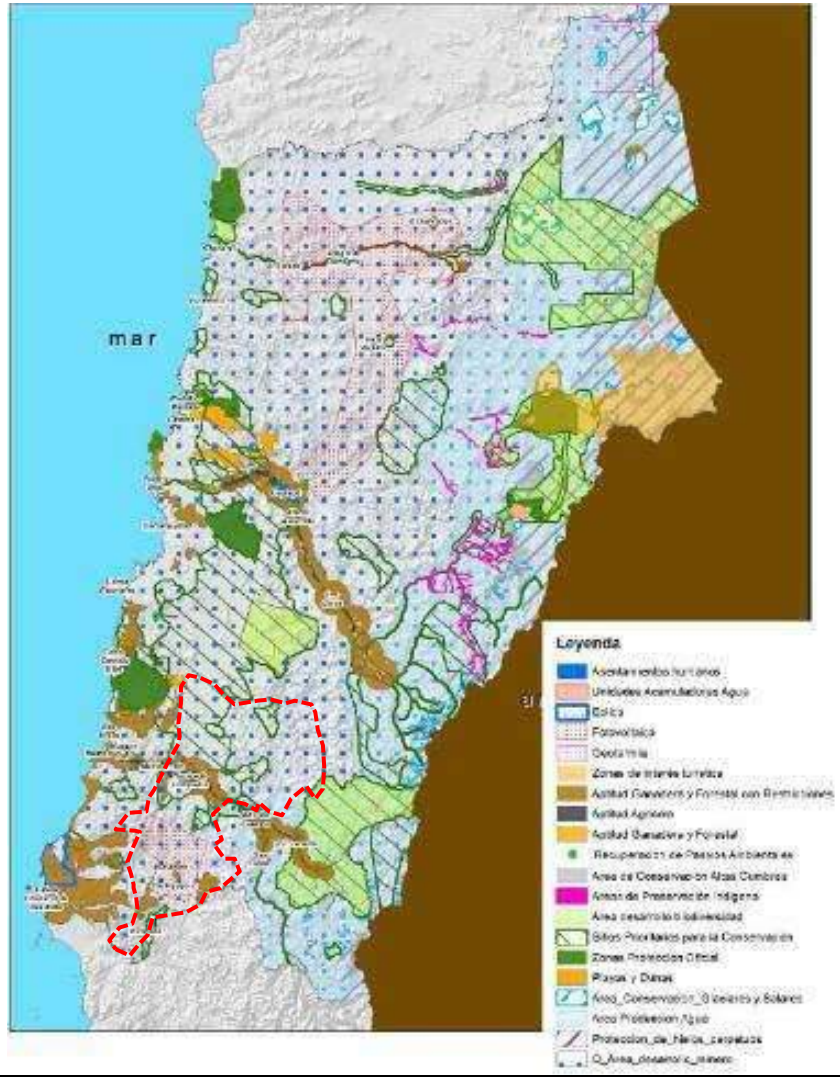
	ORGANISMO	DESCRIPCIÓN- OBJETIVOS PRINCIPALES
Estrategia Regional de Desarrollo (2007 - 2017)	***GORE Atacama***	La Estrategia Regional de Desarrollo es el instrumento rector de la planificación regional, que posee orientación de mediano y largo plazo que permite hacer coherente los esfuerzos desarrollados por el conjunto de la administración pública descentralizada y desconcentrada, en el territorio regional, permitiendo también establecer sinergias entre las acciones públicas y privadas, y a la vez ser capaz de generar consenso ciudadano, mediante procedimientos que alienten a la participación regional. En este instrumento se expresa la visión de desarrollo de la región, donde se señala lo siguiente: "La Región de Atacama ha puesto en el centro de su preocupación a las personas, con un capital social altamente fortalecido, y donde los hombres y mujeres tenen igualdad de oportunidades. Consecuencia de ello nuestra región es social y su desarrollo ha privilegiado la calidad de vida de sus ciudadanos, rescatando su patrimonio, historia, identidad y cultura. Atacama se ha constituido en una región dinámica, innovadora y emprendedora, con una economía diversificada, con sectores productivos competitivos, y con un tejido empresarial fortalecido por las micro, pequeñas, medianas y grandes empresas, que han logrado posicionar a la región mediante una oferta de bienes y servicios de calidad". Esta estratega para conseguir sus objetivos finales expresados en la visión define lineamientos básicos enfocados a: Desarrollo de Capital Humano, Modernización Institucional y de la gestión regional, Promoción de la investigación e Innovación, Protección social, Diversificación y mayor dinamismo de la economía regional, Integración y ordenamiento del territorio para un desarrollo armónico, Implementación y consolidación de un modelo de desarrollo que garantice el uso eficiente y sustentable del Recurso Hídrico, Promoción de la cultura y patrimonio regional, Medio Ambiente para el desarrollo Sustentable. Si bien todos estos lineamientos son aplicables a las comunas de la Región, destacan especialmente para la comuna de Vallenar los siguientes: Implementación y consolidación de un modelo de desarrollo que garantice el uso eficiente y sustentable del recurso hídrico, Medio Ambiente para el desarrollo sustentable, ambos debido a la importancia que posee la cuenca del Río Huasco para la Región.
Plan para el Desarrollo Turístico de la Región de Atacama. (2011 - 2014)	***Gobierno de Chile***	El Plan para el desarrollo urbano pretende realizar acciones con la finalidad de incentivar el turismo en el país y especialmente en la Región, para ello se definen seis ejes prioritarios: 1.- Ampliar la oferta de productos a través de una **mayor infraestructura y conectividad**, **mejorando los aeropuertos** en los principales destinos turísticos. En este eje se propone invertir y agilizar los **pasos fronterizos**, facilitar el acceso a los centros de deportes invernales, aumentar la inversión en infraestructura regional, y mejorar los terminales de pasajeros para cruceros a través de concesiones. 2. **Desarrollar nuevos polos de atracciones turísticas** basados en el potencial para desarrollar formas más específicas y sofisticadas de turismo, como lo son las experiencias derivadas del turismo de cultura y patrimonial (el cual incluye el etno-turismo), del turismo basado en la naturaleza, deportes y aventura, bienestar y relax, vida urbana, así como el gastronómico con énfasis en vino, comida regional y nacional. 3. Desarrollar y perfeccionar los mecanismos de inteligencia de mercado, y aumentar los recursos públicos y privados en **promoción y publicidad turística nacional e internacional**. 4. Promover la asociatividad, generando **alianzas público-privadas**, promoviendo un modelo de gestión integral de destinos turísticos. 5. El quinto eje se refiere a **mejorar el capital humano del sector**, destinando más recursos, con un programa de capacitación on-line para empresas PYME, e insertando al sector como área prioritaria en los programas de becas del Gobierno. 6. Finalmente, el sexto eje pretende **mejorar la institucionalidad**, facilitando la coordinación entre todos los ministerios y servicios relacionados con el turismo, para que en forma coherente y complementaria se haga un eficiente uso de los recursos del Estado.

	ORGANISMO	DESCRIPCIÓN- OBJETIVOS PRINCIPALES
		En base a estos lineamientos se definió a nivel regional seis ejes orientados a incentivar el turismo en la región: **1.- Promoción**: Uno de los pilares fundamentales de la Estrategia Nacional de Turismo es la promoción, debido a que es el instrumento clave para acercar a los turistas a los lugares donde se emplaza la oferta. Como objetivos específicos para la Región se encuentran: • Posicionar la Región de Atacama como uno de los principales destinos de Turismo Activo • Incrementar la demanda del turismo interno en temporada baja **2.- Fortalecimiento de la competitividad**: Dada las características y condiciones que presenta la región de Atacama, el fortalecimiento de la competitividad se transforma en un eje primordial con el cual se busca dar un valor agregado al turismo regional, integrando factores del orden económico, social y cultural, con la finalidad de alcanzar un desarrollo rentable y sustentable del turismo regional. Entre los objetivos que persigue se encuentran: • Fortalecer la Oferta Turística de la Región de Atacama • Implementar infraestructura de soporte al turista asociado a rutas • Mejorar la infraestructura de conectividad Recuperar el Patrimonio Cultural de Atacama • Implementar y mejorar la infraestructura del Borde Costero • Desarrollar Centro de Operaciones de Actividades Turísticas Mar de Dunas Atacama **3.- Inteligencia de Mercado**: El objetivo principal de este eje es contar con un flujo permanente de información turística y que estimule las inversiones, contando con la mayor cantidad de antecedentes posibles con respecto al turismo en la Región de Atacama, lo que permitirá una mejor toma de decisiones para el desarrollo integral de esta actividad. El objetivo específico que busca este lineamiento es: Establecer un sistema permanente de monitoreo de flujos turísticos y comportamiento de la oferta y la demanda en Atacama. **4.- Inversión**: El objeto general de este eje es atraer la inversión privada para el desarrollo de proyectos vinculados al turismo. El objetivo propuesto es Desarrollar mapas de orientación al inversionista **5.- Sustentabilidad**: En la región de Atacama este eje se sustentará en incorporar, en los procedimientos del sector privado, el cumplimiento de lo que se define en la normativa ambiental vigente, estimulando la incorporación de buenas prácticas, promoviendo los acuerdos de producción limpia en el sector y apoyando los proyectos que se ejecuten bajo el sistema de concesiones en áreas silvestres protegidas, así como promover el uso de las tecnologías limpias en nuestro sector, que hasta ahora ha tenido un desarrollo menor. Generar Conciencia Turística en los actores turísticos claves relacionados al desarrollo del Turismo Regional. Promover los acuerdos de producción limpia para los rubros asociados al turismo en la región de Atacama Promover y desarrollar el ecoturismo en Áreas Silvestres Protegidas y zonas de Interés Turístico de la región de Atacama. **6.- Calidad**: Este lineamiento se refiere a asegurar la calidad, buen servicio y producto garantizando una mejor oferta en la región. Para ello se proponen los siguientes objetivos, alineados con la propuesta nacional. • Promover la Certificación bajo el Sello de Calidad Turística en la oferta de Atacama • Capacitar a prestadores de servicios turísticos en Atacama • Fomentar la asociatividad entre empresarios turísticos certificados • Promocionar y trabajar con empresarios turísticos certificados

	ORGANISMO	DESCRIPCIÓN- OBJETIVOS PRINCIPALES
		Estos lineamientos responden a la incorporación de la temática de turismo en los territorios y su planificación, esto con la finalidad de generar territorios coherentes en relación a su proyección, cumpliendo con servicios de calidad, generando a nivel nacional mayor promoción, fortaleciendo la competitividad y la sustentabilidad de los territorios. Es así como la comuna de Vallenar en el marco regional, representa ciertos atractivos ambientales y patrimoniales relevantes, por ello es importante considerar la política, y establecer aquellos aspectos relevantes en la planificación desde el punto de vista de la imagen y proyección de la comuna.
Plan Regional De Desarrollo Urbano (PRDU). 2011	***MINVU***	El Plan Regional de Desarrollo Urbano de la Región de Atacama establece directrices regionales para el desarrollo de su sistema urbano, que se fundan en el análisis de las dimensiones urbana, económica- productiva y ambiental, otorgando concordancia entre los distintos instrumentos de planificación urbana existentes al interior de la región. El PRDU define 8 unidades territoriales de desarrollo, en cada una de ellas establece un diagnóstico y propone lineamientos de escala regional de acuerdo a las características de sus territorios respecto del sistema regional. La unidad territorial al que pertenece Vallenar corresponde a la Unidad Territorial 7 denominada Vallenar. Esta unidad se localiza en el sector sur de la región y abarca en su mayoría la superficie de la comuna de Vallenar. Su área contiene parte de la morfología de las pampas transicionales y los cordones transversales que bajan desde la cordillera de los Andes, incluyendo además el curso medio del valle del río Huasco. La ciudad de ***Vallenar*** se perfila como centro jerárquico dentro del área de desarrollo, ya que es la capital provincial y en consecuencia, aglomera la mayor cantidad de servicios en la provincia. Los centros urbanos complementarios son *Domeyko, Incahuasi y Cachiyuyo*, localidades que se articulan en torno a la Ruta 5 al sur del área y que tienen recursos minerales para el desarrollo de la actividad minera. En el sector al norte de Vallenar, existen pequeñas localidades como lo es El Donkey, que subsisten gracias a las pequeñas explotaciones mineras del área pero que gravitan en torno a la ciudad de Vallenar. Del mismo modo, a lo largo del valle se presentan pequeñas haciendas, como Las Ventanas y La Compañía que son los exponentes del desarrollo agrícola del valle. Los lineamientos establecidos para esta unidad son: • Se recomienda fortalecer la *accesibilidad* de las áreas urbanas y localidades de interés productivo para el valle de Huasco, mediante el mejoramiento de la infraestructura básica y vial, las comunicaciones y la energía. • Se recomienda incluir en los Planes Reguladores Intercomunales y Planes Reguladores Comunales, normas que promuevan, las áreas de valor turístico. • Se deberá considerar a través de los IPT intercomunal y comunal, regular las condiciones de uso y la ocupación del suelo, además de ir fortaleciendo los asentamientos y centros de servicios existentes, de manera de no impactar la productividad agrícola del valle del Huasco. • Se requiere mejorar la *cobertura de servicios básicos y equipamientos comunitarios* en localidades, como El Donkey, Domeyko, Cachiyuyo e Incahuasi para que puedan incorporarse a circuitos turísticos. • *Se recomienda la Promoción Turística de las Haciendas del Valle del Huasco,* que introduzca al *rescate y difusión de su patrimonio* arquitectónico, para ponerlo en valor como un recurso turístico propio, a través de la creación de zonas de Conservación Históricas, artículo 60º de la L.G.U.C., si procede. • Se recomienda incorporar el criterio de protección de patrimonio industrial y pasivos mineros en los IPT, tendientes a realzarlos e incorporarlos a áreas de valor turístico.

	ORGANISMO	DESCRIPCIÓN- OBJETIVOS PRINCIPALES
		Dentro del diagnóstico Vallenar además se reconoce como un asentamiento con tratamiento priorizado por centralidad funcional, junto a Copiapó, ya que ambos poseen una localización estratégica y centro de servicios. Esta perspectiva de desarrollo futuro para la localidad de Vallenar considerando los diagnósticos del PRDU evidencian la importancia a nivel comunal de la comuna, y por lo tanto la necesidad de equipamientos y servicios apropiados para cumplir con su rol de centralidad funcional de nivel intercomunal.
Plan Regional de Ordenamiento Territorial – PROT Región de Atacama	***GORE***	Este instrumento es un método concreto para realizar ordenamiento a nivel regional. Se trata de un instrumento de mayor amplitud y generalización que los de planificación sectorial vigentes y a una escala que posibilitará orientar y compatibilizar los mismos instrumentos, así como entre ellos. El PROT es definido como un método que posibilita la especialización de los objetivos económicos, sociales, culturales y ecológicos de la sociedad, todos los cuales están contenidos en las Estrategias de Desarrollo Regional (ERD). En cuanto plan, con un horizonte temporal de mediano plazo –10 años–, estará mucho más cerca de la práctica planificadora y de la toma de decisiones políticas que del análisis científico- técnico del territorio. Deberá identificar las limitantes y potencialidades del territorio con objetivos de desarrollo sustentable, en el entendido que las políticas sectoriales no han demostrado ser suficientes para abordar los complejos problemas del ordenamiento de los usos del territorio. El PROT es un instrumento de carácter indicativo, orientador de los usos, que en una etapa posterior de gestión posibilitará evaluar la compatibilidad entre éstos –y entre ellos y la sustentabilidad ambiental– con el objeto de establecer condiciones de actuación, uso e intervención, en virtud de los diferentes intereses por el uso del territorio. Los objetivos de estos instrumentos son: • Generar el análisis y diagnóstico territorial de los componentes borde costero, urbano, rural y cuencas hidrográficas, además del análisis de riesgos asociados a amenazas naturales.

Folio014088

	ORGANISMO	DESCRIPCIÓN- OBJETIVOS PRINCIPALES
		• Realizar una síntesis integrada de los componentes, respecto a las variables físico-ambientales, a la funcionalidad territorial y a la estructura territorial. • Realizar un diagnóstico analítico a partir de la síntesis integrada de sistemas territoriales borde costero, urbano, rural y cuencas hidrográficas, y de riesgos naturales., determinando el Modelo de Ocupación Actual del Territorio. • Realizar un análisis prospectivo a partir de las condiciones de ocupación del territorio regional de Atacama, identificando el Escenario Tendencial, el Escenario Deseado y el Escenario Posible. • Integrar los diferentes elementos que componen el PROT en un Informe consolidado. El resultado del diagnóstico y del análisis a escala regional se obtuvo una zonificación donde se establecen zonas de: aptitud ganadera y forestal, agrícola, áreas de conservación de altas cumbres, áreas de preservación indígena, área de desarrollo de biodiversidad, sitios prioritarios para la conservación, zonas protección oficial, playas y dunas, áreas de conservación glaciares y salares, área producción de agua, protección de hielos perpetuos y áreas de desarrollo minero. En el área comunal de Vallenar se reconoce en torno al curso hídrico del Huasco áreas agrícolas, ganadera y forestal en su entorno, además se reconoce el sitio prioritario del desierto florido y quebrada Jilguero, siendo la mayor parte de su superficie áreas de desarrollo minero. Fuente: PROT Atacama (2011). 
Modelo para la	***GORE Atacama***	CAZALAC, en colaboración con la UICN, PTI Huasco, DGA, MMA y la Junta de Vigilancia del Río Huasco y sus Afluentes, desarrolla el proyecto denominado "Modelo para la Gestión Hídrica Sustentable del Huasco: Caudal Ambiental y valorización de

	ORGANISMO	DESCRIPCIÓN- OBJETIVOS PRINCIPALES
gestión hídrica de la cuenca de Huasco. (2012)		servicios" con financiamiento del Fondo de innovación para la competitividad año 2010 Región de Atacama. Dentro de los objetivos generales del proyecto se encuentra el desarrollar un modelo hidrológico integral, utilizando una metodología que promueva el desarrollo económico y la sustentabilidad ambiental a través de la evaluación de caudales ambientales en la cuenca del Río Huasco. Dentro de este contexto se desarrolla un estudio que tiene por objetivo recopilar información de estudios realizados en la cuenca y realizar un análisis actualizando datos de la cuenca que tenga relación con los recursos hídricos, se desarrolló un modelo de planificación y gestión de recursos hídricos especialmente ajustado a la cuenca del Huasco, que incluye las demandas de caudal ambiental, se generó una serie de escenarios de gestión, planificación e inversión en infraestructura hídrica y se evaluó el efecto de los mismos sobre el porcentaje de demanda suplida de los distintos sectores de usuarios de la cuenca del Huasco, también se desarrolló una valoración económica y social del recurso agua y los servicios ecosistémicos que ofrece el recurso hídrico. Los resultados arrojados por el estudio señalan que existe un equilibrio en la oferta y demanda de agua para niveles de probabilidad de excedencia de 85% en los caudales superficiales de la cuenca, existiendo muy poco espacio para aumentar el consumo manteniendo las actuales condiciones de infraestructura, usos y costumbres. Un aumento de la actividad económica con uso intensivo del recurso hídrico necesariamente debe ser complementado con un aumento de la eficiencia en el uso del agua, el traspaso de derechos entre diferentes sectores de la economía y la búsqueda de nuevas fuentes. Desde el punto de vista del análisis de valoración económico-social de los servicios que presta el recurso hídrico en la cuenca, se concluye que el precio del agua es altamente sensible a la llegada de grandes proyectos de inversión. Los agricultores tienen una alta propensión a vender sus derechos en condiciones favorables del mercado. También hay una cantidad relevante de derechos que han ido a manos particulares, lo que podría mostrar una situación de especulación. Por otra parte, los diferentes usuarios del agua tienen una Disposición al Pago (DAP), lo que refleja una alta valoración social de este recurso. Asimismo, la DAP positiva por preservar las condiciones del humedal y el parque ribereño de Vallenar muestran una alta valoración del agua respecto de servicios ecosistémicos relacionados, tales como el paisaje, la recreación, la preservación de la biodiversidad. Del mismo modo, los agricultores también valoran estas funciones, puesto que algunas de ellas se relacionan con la producción. Todos los actores, además de valorar positivamente estas funciones, recalcan la necesidad de contar con mayor información, por lo que la educación ambiental aparece como una herramienta necesaria y socialmente apreciada. Finalmente, el Análisis Costo- Beneficio justificaría la inversión pública para la implementación del caudal ambiental.
ESCALA INTERCOMUNAL		
PRI HUASCO. En Estudio	***SEREMI MINVU - Ciudad y territorio consultores (2015)***	El estudio del PRI de Huasco corresponde a la actualización del PRI vigente en la provincia (comunas de Huasco, Freirina, Vallenar y Alto del Carmen). Este instrumento pretende establecer un ordenamiento del área intercomunal estableciendo condiciones para el área urbana y su extensión y las áreas rurales. A partir del diagnóstico de la provincia y reconociendo los instrumentos de ordenamiento de escala comunal e intercomunal vigente se definieron unidades territoriales que ayudaron a definir los escenarios futuros y posibles, con ellos se establecieron jornadas participativas en la que se define finalmente una opción de desarrollo. La base sobre la que se sustenta la propuesta del PRI se refiere a los siguientes objetivos: 1. Sistema de Centros: Organizar un Sistema de Centros Jerarquizado, con roles definidos, que responda a las necesidades de accesibilidad de la población a los servicios y empleo en forma equitativa, eficiente y oportuna. 2. Desarrollo Urbano Sustentable: Propiciar el desarrollo urbano en concordancia a la existencia de recursos naturales, sin afectar su disponibilidad futura. 3. Red Vial: Estructurar una red vial en las áreas urbanas y de extensión que permita la conectividad del sistema intercomunal,

	ORGANISMO	DESCRIPCIÓN- OBJETIVOS PRINCIPALES

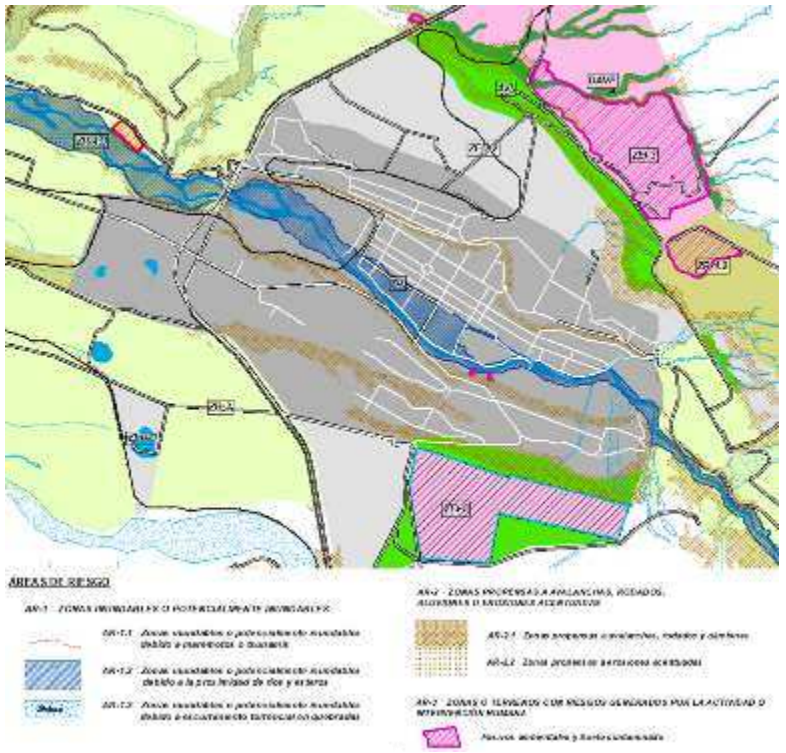
acorde a las demandas de transporte de pasajeros y de carga.

4. Reserva de Suelo: Reservar los suelos necesarios para el crecimiento futuro esperado, con fines habitacionales, productivos, de recreación e infraestructura.
5. Compatibilidad Urbano/Rural: Controlar la compatibilidad entre los usos del suelo en el área urbana y rural, y en cuanto a sus efectos sobre el medioambiente.
6. Recursos de Valor Natural: Resguardar y poner en valor los recursos de valor natural
7. Riesgos y Amenazas Naturales: Impedir daños en territorios bajo amenazas naturales en consecuencia al riesgo que presentan o puede representar su ocupación.
8. Protección Patrimonial: Proteger el patrimonio de valor cultural identitario del Huasco.
9. Integrar Áreas Urbana: Regular las áreas existentes urbanizadas que no cuentan con IPT local.

La opción de desarrollo propuesta para el PRI de Huasco comprende la definición de: áreas urbanas, extensión urbana, área rural, áreas de protección, áreas de riesgo y zonas no edificables.

Para la comuna de Vallenar en la etapa de Anteproyecto se definen las siguientes zonas:

- Se reconoce el área urbana actual (AU)
- Zonas de extensión urbana hacia el norte y el sur de la localidad, sobre las terrazas de mayor altura. (ZEU 2 y ZEU 3))
- Además de zonas de extensión urbana desmembrada del área urbana general, ubicadas estas al sur y otra cercana a la Quebrada El Jilguero. (ZEU - 3)
- Se definen áreas verdes intercomunales que protegen los principales cursos hídricos (AV - 1)
- Se reconocen sitios prioritarios para la biodiversidad asociado al ecosistema del desierto florido (AR – 4. 1)
- Se identifica el entorno al Río Huasco y, las Quebradas de Valparaíso y el Membrillo como AR – 4. 3 áreas de interés recreacional.
- Se reconocen zonas de actividades productivas (ZEI – 3)
- Se reconocen las áreas de riesgos asociadas a flujos aluvionales y áreas de inundación del río Huasco (.3)
- Se reconocen infraestructura como el aeródromo de Vallenar (ZEI - 5).



Fuente: Anteproyecto Estudio PRI Huasco.

La definición de la zonificación propuesta se basa en la necesidad de suelos adicionales por el crecimiento y nuevas demandas de

	ORGANISMO	DESCRIPCIÓN- OBJETIVOS PRINCIPALES
		actuaciones urbanas, principalmente emergentes por el desarrollo minero. El instrumento recoge de esas demandas las reservas de suelo necesario para la actividad productiva (sector norte), residencial e infraestructura de servicios, en forma perimetral y distanciadas de las áreas urbanas mixtas y generando una zonificación gradual en cuanto a la intensidad de uso en relación al entorno rural, protegiendo la actividad agrícola y carácter de aporte ambiental de la caja del río Huasco y las quebradas del entorno, definiendo zonas de extensión urbana con un carácter residencial (por ejemplo ZEU 1 a 3) y otras con características productivas no molestas (por ejemplo ZEU - 8). Al ser este un instrumento de escala superior al Plan regulador, su zonificación rige sobre el Plan en caso de actualización por lo tanto la actualización de los instrumentos de escala comunal, como Vallenar deben respetar la zonificación del PRI. Si bien el PRI presentado es un estudio aún no se encuentra aprobado, es importante considerarlo en la elaboración ya que ambos instrumentos actualmente se encuentran en actualización y se espera sean prontamente aprobados, por ello las disposiciones establecidas en el estudio del PRI deben contemplarse en el Plan Regulador Comunal, considerando la importancia que adquieren las perspectivas de desarrollo provincial considerada en él.
ESCALA COMUNAL		
Plan Urbano Estratégico de Vallenar	***PNUD - MINVU***	El Plan presenta antecedentes del área urbana de Vallenar, los cuales fueron utilizados como elementos de diagnóstico local, y el análisis del área urbana fueron incorporados en el Plan, destacando la importancia de los proyectos definidos como prioritarios por el PUE.
Plan Ciudad 2010- 2020	***Ilustre Municipalidad de Vallenar***	El Plan de Ciudad 2010-2020, corresponde a una estrategia diseñada por la Asesoría Urbana de la Secretaría de Planificación Comunal de la Ilustre Municipalidad de Vallenar, que toma como base la principal problemática de la ciudad. Esta se relaciona con la fragmentación que se ha desarrollado en el tejido urbano producto de la marcada geografía del sector (Terraza Norte, Caja Central y Terraza Sur) que regula y modela la forma urbana, situación que establece una marcada segregación socio-espacial y homogeneidad socioeconómica en los distintos barrios. En este contexto, para lograr una mayor integración los principales desafíos en la intervención y configuración de la trama urbana de la ciudad, son la superación de las discontinuidades urbanas y las barreras longitudinales principalmente naturales como son: – El rio Huasco, – Canales Marañón y Ventanas en la terraza norte – Canales Buena esperanza, Gallo y Ferrara y Compañía en la terraza sur – Taludes en las terrazas Norte y Sur. Por lo tanto, una “Imagen Ciudad” en coherencia con esta realidad geográfica plantea un proyecto de “Vallenar: Anfiteatro del Huasco” basado en la idea de que “la ciudad se mire a si misma (terrazas= graderías) a través de miradores urbanos”. Esta “Imagen Ciudad” se nutre de distintas estrategias para lograr su objetivo, las cuales son principalmente: – Reconocer la geografía y las secuencias naturales. – Vincular espacios urbanos a través de circuitos y recorridos espaciales, redescubriendo rincones urbanos. – Reformular los límites naturales de la caja urbana con paseos de borde (miradores riberas) – Potenciar espacios de encuentro ciudadano. – Reformular las conectividades transversales vinculantes de las graderías, potenciando los ejes transversales vinculantes de los distintos estratos socio-económicos de la ciudad.

	ORGANISMO	DESCRIPCIÓN- OBJETIVOS PRINCIPALES
Plan de Desarrollo Comunal (2014 - 2017)	***Ilustre Municipalidad de Vallenar***	El Plan de desarrollo comunal además de entregar información del diagnóstico, define la imagen del territorio comunal, cuyos elementos clave son considerados para definir lineamientos de sustentabilidad ambiental como: desarrollo social, económico y cultural, donde se integrar lo particular por el bien común y las industrias conjugan su crecimiento basado en el respeto con el medio ambiente y la comunidad, destacando la consolidación y movilidad barrial. En base al diagnóstico elaborado junto a actividades participativas, el Municipio de Vallenar elaboró su visión de futuro, lineamiento base que permite definir a la comuna su horizonte de desarrollo y meta. La visión definida es la siguiente: "Vallenar es una comuna agradable y segura para vivir, en donde se propende a un desarrollo sustentable con un Plan Regulador en armonía con el desarrollo social, económico y cultural respetando la diversidad, con una comunidad proactiva y participativa, en donde las organizaciones sociales del territorio son capaces de integrar lo particular por el bien común, y donde las industrias conjugan su crecimiento basado en el respeto con el medio ambiente y la comunidad". La formulación de esta visión evidencia una serie de aspectos necesarios de contemplar para cumplir con la visión propuesta. Estos corresponden a las siguientes acciones: ordenamiento territorial y sustentable, cuidado del medio ambiente y desarrollo sustentable, mejoramiento de la calidad y acceso a la educación, mejoramiento de la calidad y acceso a la salud, integración cultural, rescate y protección del patrimonio, desarrollo económico local, encadenamiento productivo y fortalecimiento del empleo. Para cumplir con los objetivos se proponen estrategias que pretenden generar acciones en aquellos aspectos identificados como débiles o con necesidad de proteger. Estas estrategias son: ESTRATEGIA DE DESARROLLO TERRITORIAL: Consolidar el desarrollo local a partir de la promoción del compromiso de la comunidad desde su espacio más cercano y cotidiano, que lo identifica. ESTRATEGIA DE CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE: Construir un camino sistemático, metódico y eficaz, para que se genera condiciones que fomenten la mantención de un estado ambiental comunal que es deseable de preservar o en su defecto realizar los cambios necesarios que permitan hacer sostenible el sistema ambiental comunal. ESTRATEGIA DE MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD Y ACCESO A LA EDUCACIÓN: Elaboración y fortalecimiento de un currículo de enseñanza pertinente a la realidad circundante y cotidiana en que está inserta la unidad educativa, en especial la situación socioeconómica y laboral de la comuna, donde se vinculará la formación de las escuelas técnicas con las empresas de la comuna. Del mismo modo, deberá recoger el patrimonio histórico y cultural de la comuna y la provincia. ESTRATEGIA DE MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD Y ACCESO A LA SALUD: Basará su desarrollo en mejorar la calidad de atención de las personas, haciendo énfasis en la calidad y equidad, humanización, eficiencia y participación social, potenciando el modelo de atención, basado en la salud familiar y en la corresponsabilidad del cuidado de la salud ESTRATEGIA DE INTEGRACIÓN CULTURAL RESCATE Y PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO: Fortalecer el legado histórico-arqueológico-cultural, a nivel local, regional y nacional que ha tenido la comuna en el tiempo. Se implementarán políticas de desarrollo tendientes a investigar, recopilar, exhibir antecedentes y testimonios de personajes y hechos históricos, que permitan rescatar el Patrimonio e Identidad cultural local. ESTRATEGIA DE DESARROLLO ECONÓMICO LOCAL, ENCADENAMIENTO PRODUCTIVO Y FORTALECIMIENTO DEL EMPLEO: Impulsar el desarrollo económico local, su encadenamiento productivo a escala provincial, regional y nacional, además de la generación de empleos. ESTRATEGIA DE DEPORTE, PARTICIPACION E INTEGRACIÓN SOCIAL: Gestionar el desarrollo comunal, realizando acciones de integración social a través del deporte para promover el cambio social y el progreso económico para todos sus habitantes.

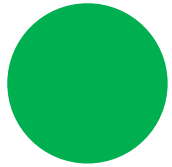
	ORGANISMO	DESCRIPCIÓN- OBJETIVOS PRINCIPALES
		ESTRATEGIA DE PROMOCION Y PROTECCION DE LOS DERECHOS DE LOS NIÑOS, NIÑAS Y ADOLESCENTES: Pretende que el gobierno local, se compromete a integrar el enfoque de derecho en las distintas acciones que se realizan en el ámbito local, creando instancias de atención encaminadas a brindar protección integral a los derechos de niños, niñas y adolescentes, a contribuir a la generación de las condiciones que favorezcan una cultura de reconocimiento de la promoción y protección de los derechos de los niños, niñas y adolescentes. ESTRATEGIA DE FORTALECIMIENTO Y CONSOLIDACION DE LA GESTIÓN MUNICIPAL: Integrarse al mundo desde su ámbito más cercano, la provincia hasta el nivel regional, nacional e internacional, gestionando las oportunidades de desarrollo que estas relaciones puedan generar.
Plan Regulador Comunal de Vallenar	***Ilustre Municipalidad de Vallenar.***	El Plan Regulador Comunal vigente fue aprobado por Decreto N°296 y publicado en el DO del 02/02/1982, con modificaciones posteriores mediante enmiendas. Se aprobó una modificación que Sanciona Enmienda N°00 que afecta una superficie de la zona ZD para acoger equipamiento de salud (hospital de Vallenar), publicada en el DO del 13/11/2003. Luego una modificación a la Vialidad Estructurante, aprobada por Resolución N°108 con publicación en el DO 10/10/2008. La última modificación, también vía Enmienda 01 que modifica la Zona ZD en cuanto a coeficiente de ocupación y uso de suelo establecido, se publicó en el DO 05/03/2013. Las modificaciones mencionadas no representan cambios sustanciales al área urbana vigente según PRC del año 1982, que alcanza una superficie de 921 Há. Dicha superficie urbana aumenta según ampliación del Límite Urbano el año 1992, en 142 Há., determinando un total de superficie para el desarrollo urbano de 1.063 Há. En la actualidad el límite se ve sobrepasado por la falta de actualización del documento, tal situación ha generado en el Municipio la necesidad de actualizar el instrumento, más aún considerando la necesidad de incorporar en él la visión comunal, regional de los instrumentos y políticas de ordenamiento territorial.

Fuente. Elaboración propia

IV.2 INCORPORACIÓN DE ASPECTOS DE LA POLITICAS DE DESARROLLO SUSTENTABLE Y MEDIO AMBIENTE A LA ACTUALIZACIÓN DEL PLAN

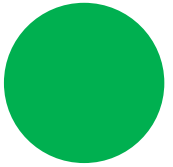
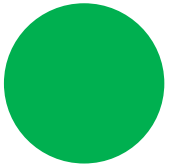
En el listado a continuación se mencionan aquellas políticas y planes mencionados anteriormente, sin embargo aquí se aborda específicamente como fueron incorporados al Plan, esto con la finalidad de tener una relación entre los criterios y los lineamientos de cada Política y Plan, y los objetivos de planificación propuestos por el Plan. De forma gráfica se incorpora una columna donde se señala una valoración de coherencia respecto del Plan con las políticas y planes revisados, graficándose en color verde aquellos que poseen coherencia con los objetivos del Plan, en amarillo aquellos que poseen una relación de manera parcial y en rojo aquellos que no se relacionan.

Cuadro 4. Incorporación en el Plan de las políticas de desarrollo sustentable y ambientales.

INSTRUMENTO / ORGANISMO		COMO SE INCORPORA AL PLAN	VALORACIÓN
ESCALA NACIONAL			
Política de Desarrollo Urbano	***MINVU***	El documento entrega los principios básicos de la política urbana, entre ellos se encuentran los siguientes lineamientos: integración social, desarrollo económico, equilibrio ambiental, identidad y patrimonio, e institucionalidad y gobernanza. De acuerdo a los objetivos propuestos por el Plan ambos persiguen mejorar las condiciones de calidad de vida, aunque la política abarca las medidas de forma más genérica, en cambio el Plan Regulador Comunal, aterriza la propuesta al ordenamiento urbano y es en este territorio que busca: - la integración social, evitando generar segregación espacial de los barrios existentes en la localidad - equidad ambiental, valora el contexto geográfico en el que se inserta la ciudad, buscando proteger especialmente los cursos hídricos permanentes y aquellos esporádicos, además de proteger a la comunidad evitando la ubicación de nuevos proyectos en áreas bajo amenazas naturales y antrópicas. - Identidad y patrimonio, reconoce la historia de Vallenar y pretende proteger aquellos elementos patrimoniales presentes en la ciudad y además protege su entorno físico, considerando la relevancia del río Huasco para el Valle. - Desarrollo económico: Reconoce la historia del desarrollo de la ciudad y el actual, por ello contempla el reconocimiento de equipamientos y actividades productivas asociadas a la actividad minera y agropecuaria.	

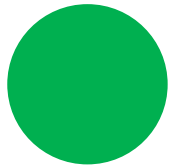
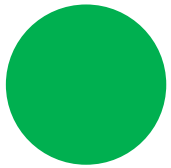
Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5. Incorporación en el Plan de las políticas de desarrollo sustentable y ambientales (continuación)

INSTRUMENTO / ORGANISMO		COMO SE INCORPORA AL PLAN	VALORACIÓN
ESCALA REGIONAL			
Estrategia para la conservación de la biodiversidad. Región de Tarapacá.	***CONAMA (2008)***	Los contenidos se refieren a una caracterización de los pisos vegetacionales de la región de Tarapacá y los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad, junto al Plan de acción para sitios prioritarios y ámbitos de acción específicos para la región en materia de biodiversidad. Por lo tanto, el Plan Regulador Comunal incorpora en el diagnóstico información de los sitios prioritarios señalados en la estrategia de conservación los que se encuentran vinculados al área comunal.	
Plan Nacional de Adaptación al Cambio climático 2018 – 2022	***Consejo de Ministros por la Sustentabilidad***	El Plan Regulador en estudio, contempla aspectos señalados en las líneas de acción referida a instrumentos de planificación territorial y normas urbanas y movilidad urbana, entre las medidas mencionadas en este eje estratégico las que el Plan contempla en su elaboración son: Planificación territorial y normativa urbana. 1. Perfeccionar la identificación del riesgo en las distintas escalas de planificación territorial. El Plan incorpora una identificación del riesgo a escala de la localidad urbana, lo que corresponde un aporte desde el punto de vista de la planificación, la cual concuerda incluso con escalas superiores de análisis como es el caso del PRI. 2. Mejorar la identificación y protección de áreas de valor ambiental relevantes para las ciudades. El Plan regulador contempla una identificación de áreas vulnerables en términos ambientales como es el caso de los taludes, y además elementos dentro del territorio que son considerados valores ambientales, como es el caso de los canales. La importancia de considerar las condiciones geomorfológicas en que se emplaza la ciudad ayuda a evitar la localización de población en áreas afectadas por riesgo, y orientar medidas de gestión y mitigación frente a ello. 3. Avanzar en la definición de estándares de planificación y urbanización para evitar lesiones o pérdida de vidas, medios de subsistencia y bienes ante impactos climáticos. Respecto de este punto no existen avances, sin embargo en el Plan Regulador a la hora de abordar las amenazas y su efecto en la ciudad, se consideraron vialidades que permitan la evacuación efectiva con ello permite realizar planes de gestión del riesgo orientados a movilizar a la población frente a la crecida del río Huasco.	

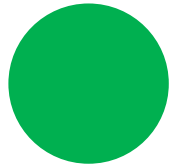
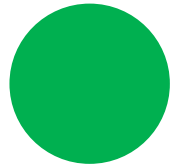
INSTRUMENTO / ORGANISMO		COMO SE INCORPORA AL PLAN	VALORACIÓN
		Movilidad Urbana Respecto de las medidas propuestas, el Plan aborda principalmente 2 de ellas, ya que se relacionan con el ámbito de acción del instrumento: 1.- Avanzar hacia una planificación urbana integrada, incorporando elementos de movilidad urbana. El Plan incorpora la definición de nuevas vialidades de tipo colectoras, las que entreguen mejoras en la movilidad interna. 2.- Fomentar la intermodalidad, incorporando modos colectivos y no motorizados. La definición de la vialidad estructurante permite fijar distintos tipos de modos de transporte a partir del ancho de la vía, de esta manera permite incorporar otros modos de transporte como la bicicleta. Respecto de los otros lineamientos no se relacionan directamente con las normas propuestas por el Plan por este motivo no se mencionan respecto de su pertinencia con el Plan Regulador.	
Elaboración de una base digital del clima comunal de Chile: Linea base (1980 - 2010) y proyección al año 2050.	***PNUD Ministerio de Medio Ambiente (2016)***	En relación al Plan de Adaptación al Cambio climático, los resultados de este estudio permiten incorporar información a las líneas base de los estudios y así contar con un acercamiento respecto de las proyecciones al año 2050, y relacionarlo con el cambio climático. Son antecedentes valiosos a la hora de planificar el territorio. Esto se encuentra en coherencia con el diagnóstico del estudio y por lo tanto con la propuesta del Plan, en especial en aquellos aspectos referidos al confort térmico y la propuesta de disposición de las alturas en el altiplano, como una medida que permita la ventilación y las vistas hacia el valle, referidas al acondicionamiento ambiental.	
Estrategia Regional de	***GORE Atacama***	De acuerdo a lo que señala la visión o imagen objetivo que se espera para la Región es: que la región sea “social y territorialmente equilibrada; urbanística y ambientalmente sustentable”. Esta imagen	

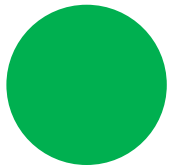
INSTRUMENTO / ORGANISMO		COMO SE INCORPORA AL PLAN	VALORACIÓN
Desarrollo (2007 - 2017)		objetivo debe encontrarse plasmada en los instrumentos de escala de análisis inferior como es el caso del Plan Regulador Comuna, por este motivo se hace una revisión y se destacan los principales lineamientos que permiten sentar las bases de planificación para la comuna de acuerdo a lo señalado para el sistema regional. Los Objetivos que establece que serán considerados en la implementación a nivel comunal son: – Gestión integrada que articule los instrumentos regulatorios del uso del suelo. – Crecimiento urbano armónico y sustentable que considere la disponibilidad del recurso hídrico. De modo más específico, a la comuna de Vallenar se encuentra comprometida en los objetivos específicos y metas respectivas siguientes: – Plan de transporte urbano y rural, y conectividad comunal e intercomunal adecuada – Desarrollo e implementación de Planes de Mejoramiento urbano. – Desarrollo e implementación de lineamientos estratégicos en materia de identidad para proyectos de vivienda, áreas verdes y espacios públicos y privados – Desarrollar los IPT comunales e intercomunales Complementariamente el lineamiento de implementación y consolidación de un modelo de desarrollo que garantice -el uso eficiente y sustentable del recurso hídrico, y el lineamiento de promoción de la cultura y patrimonio regional marcan objetivos a alcanzar en el desarrollo urbano de la comuna. Por lo anterior, la comuna de Vallenar al actualizar el Plan Regulador Comunal se encuentra cumpliendo con algunas de las acciones establecidas desde el punto de vista del ordenamiento territorial. Respeto de los lineamientos específicos señalados en la tabla anterior, la comuna respecto del Plan Regulador Comunal hace énfasis en los temas de protección de los recursos hídricos, vinculado con la implementación y consolidación de un modelo de desarrollo que garantice el uso eficiente y sustentable del recurso hídrico y el medio ambiente para el desarrollo sustentable, ya que el Plan reconoce el curso hídrico del Río Huasco como un elemento natural relevante en la estructuración de la comuna y a su vez lo incorpora con la finalidad de mantener las condiciones ambientales que provee a la comunidad (servicios ambientales). Este aspecto se relaciona con el criterio de sustentabilidad propuesto “Vallenar resguarda sus elementos naturales y rescata espacios desvalorados en la ciudad, velando por el patrimonio histórico tangible”. Además de lo anterior, el lineamiento que dice relación con la Integración y ordenamiento del territorio para un desarrollo armónico, es incorporado en el Plan reconociendo en su propuesta a Vallenar como una ciudad compacta e integrada en el criterio de desarrollo de sustentabilidad, con lo cual se quiere evidenciar un crecimiento armónico evitando impactos en el entorno rural, considerando la	

INSTRUMENTO / ORGANISMO		COMO SE INCORPORA AL PLAN	VALORACIÓN
		importancia de los suelos de calidad agrícola en el valle, con un crecimiento hacia adentro integrando a los barrios, generando especialmente buena conectividad y nuevos centros que permitan el desarrollo de los barrios considerando, contemplando como condicionante principal las características de aterrazamiento de la ciudad.	
Plan para el Desarrollo Turístico de la Región de Atacama. (2011 - 2014)	***Gobierno de Chile***	La Política Regional de Turismo tiene como principales objetivos aumentar la competitividad de la oferta turística regional; fortalecer la identidad regional en torno al patrimonio natural, cultural y patrimonial; y por último, mejorar la gestión local y regional para la adecuada planificación, ordenamiento y puesta en valor del territorio. Se reconoce en ella un ordenamiento territorial específico que define las áreas turísticas prioritarias, que agrupan elementos existentes para configurar los destinos turísticos, definiendo para el área de estudio el destino “Valle del Huasco”. Si bien se reconocen acciones específicas establecidas por el Plan para el desarrollo turístico, muchas de estas no dicen relación directa con el ámbito de acción del Plan Regulador Comunal, los aspectos que se pueden señalar relacionados son: - Protección de centro histórico y patrimonial de la ciudad, el cual ayuda al desarrollo de nuevos polos de atracción turística, relacionados con aspectos históricos y culturales de la ciudad de Vallenar. - Así mismo la definición de una amplia zona de recreación entorno al río Huasco permite incorporar superficies atractivas a la ciudad. Por lo anterior y entendiendo que el Plan entrega acciones más operativas, se considera que el Plan presenta relación con los lineamientos planteados, aunque muchos de ellos no corresponden a acciones relacionadas con el Plan.	
Plan Regional De Desarrollo Urbano (PRDU) 2011	***MINVU***	En los Lineamientos del Plan Regional de Desarrollo Urbano, se plasman los enfoques básicos referidos a la Estructuración de los Centros Poblados, la Definición de aquellos Asentamientos que pueden requerir Tratamiento Prioritario, la Dotación y Requerimientos de Vías de Comunicación, la Dotación y Requerimientos de Infraestructura, la Definición de Prioridades de formulación de los Instrumentos de Planificación Territorial, y Metas Estimadas de crecimiento de los centros poblados. Para el estudio del Plan Regulador Comunal de Vallenar interesa conocer la Unidad Territorial de Desarrollo: Vallenar, se localiza en el sector sur de la región y abarca en su mayoría la superficie de la comuna de Vallenar. Su área contiene parte de la morfología de las pampas transicionales y los cordones transversales que bajan desde la cordillera de los Andes, incluyendo además el curso medio del valle del río Huasco. La ciudad de Vallenar se perfila como centro jerárquico dentro del área de desarrollo, ya que es la	

INSTRUMENTO / ORGANISMO		COMO SE INCORPORA AL PLAN	VALORACIÓN
		capital provincial y en consecuencia, aglomera la mayor cantidad de servicios en la provincia. Los centros urbanos complementarios son Domeyko, Incahuasi y Cachiyuyo, localidades que se articulan en torno a la Ruta 5 al sur del área y que tienen recursos minerales para el desarrollo de la actividad minera. En el sector al norte de Vallenar, existen pequeñas localidades como lo es El Donkey, que subsisten gracias a las pequeñas explotaciones mineras del área pero que gravitan en torno a la ciudad de Vallenar. Del mismo modo, a lo largo del valle se presentan pequeñas haciendas, como Las Ventanas y La Compañía que son los exponentes del desarrollo agrícola del valle. Los Lineamientos de Desarrollo Urbano Regional para esta unidad son: – Se recomienda fortalecer la accesibilidad de las áreas urbanas y localidades de interés productivo para el valle de Huasco, mediante el mejoramiento de la infraestructura básica y vial, las comunicaciones y la energía. – Se recomienda incluir en los Planes Reguladores Intercomunales y Planes Reguladores Comunales, normas que promuevan, las áreas de valor turístico. – Se deberá considerar a través de los IPT intercomunal y comunal, regular las condiciones de uso y la ocupación del suelo, además de ir fortaleciendo los asentamientos y centros de servicios existentes, de manera de no impactar la productividad agrícola del valle del Huasco. – Se requiere mejorar la cobertura de servicios básicos y equipamientos comunitarios en localidades, como El Donkey, Domeyko, Cachiyuyo e Incahuasi para que puedan Incorporarse a circuitos turísticos. – Se recomienda la Promoción Turística de las Haciendas del Valle del Huasco, que introduzca al rescate y difusión de su patrimonio arquitectónico, para ponerlo en valor como un recurso turístico propio, a través de la creación de zonas de Conservación Históricas, artículo 60º de la L.G.U.C., si procede. – Se recomienda incorporar el criterio de protección del patrimonio industrial y pasivos mineros en los IPT, tendientes a realzarlos e incorporarlos a áreas de valor turístico. Estos lineamientos junto con las acciones establecidos por el PRDU para conseguirlos son contempladas en la elaboración del Plan. Las acciones se orientan a temas de planificación referido a la actualización de instrumento, acción realizada por este estudio, y contemplar mejoras en la conectividad de las unidades urbanas lo cual es incorporado en el Plan a escala urbana con la finalidad de integrar los barrios presentes en la ciudad.	
Plan Regional	***GORE***	Este instrumento integra las visiones sectoriales y de interdependencia de los distintos componentes	

INSTRUMENTO / ORGANISMO		COMO SE INCORPORA AL PLAN	VALORACIÓN
de Ordenamiento Territorial – PROT Región de Atacama		de análisis que tienen impactos sobre el territorio regional, asumiendo la necesidad de ordenamiento territorial de carácter transversal. La información incorporada al Plan corresponde a elementos del diagnóstico territorial, los cuales permiten realizar una caracterización del territorio comunal y su relación a nivel regional, especialmente vinculado al sistema de funciones territoriales, donde se comprende el rol de Vallenar dentro del sistema de Huasco y sistema Vallenar, siendo la comuna una localidad de menor jerarquía que Huasco, sin embargo representa una localidad intermedia con cierta autonomía respecto del nivel regional. Destaca el valor del Valle del Huasco en términos económicos y ecosistémicos en la región. Además entrega los lineamientos de estructura territorial para el ordenamiento e infraestructura territorial.	
Modelo para la gestión hídrica de la cuenca de Huasco. (2012)	***GORE Atacama***	Dentro de los objetivos generales del proyecto para la elaboración del Modelo de gestión hídrica para la cuenca, se encuentra el desarrollar un modelo hidrológico integral, utilizando una metodología que promueva el desarrollo económico y la sustentabilidad ambiental a través de la evaluación de caudales ambientales en la cuenca del Río Huasco. La incorporación de este modelo se relaciona principalmente con antecedentes del diagnóstico del Plan y antecedentes para el Estudio de Riesgo.	
PRI HUASCO. En estudio	***SEREMI MINVU - CIUDAD Y TERRITORIO CONSULTORES***	Este instrumento propone un ordenamiento en la intercomunal en la Provincia del Huasco. La base para su definición se encuentra sustentada por la Imagen Objetivos del Plan, la cual asume que el sistema de centros de la provincia del Huasco tiene una fuerte dependencia del eje de desarrollo de la cuenca, donde el río Huasco y sus tributarios -Del Carmen y Tránsito- conforman la columna sustancial del desarrollo urbano y actividades antrópicas. La jerarquía que han adquirido las ciudades de Vallenar y Huasco en cuanto a su oferta de servicios y capacidad de acogida, les convierten en el soporte provincial de servicios y equipamiento de nivel intercomunal; por ello la estructuración del desarrollo urbano de la provincia, no puede excluir los centros poblados emergentes más distantes de la cuenca, por cuanto ellos están ligados ineludiblemente a los centros jerárquicos hasta en los servicios más cotidianos, como educación, salud secundaria y terciaria, comercio y servicios público. De este modo, se desarrolla territorialmente el área de probable aplicación del Plan (o Territorio Comprendido) en forma lineal, de corredores o fajas territoriales, pues el desarrollo urbano en la provincia tiende a adosarse a los ejes naturales del borde costero y los cauces de ríos, así como al eje de conectividad nacional Ruta 5, configurándose un sistema extendido de centros, unidos por áreas reguladas y rodeando grandes extensiones de áreas rurales de baja o muy baja ocupación. Los antecedentes extraídos de este instrumento se relacionan con antecedentes y normas propuestas para el área urbana de Vallenar, especialmente en lo referido al límite urbano y áreas de	

INSTRUMENTO / ORGANISMO		COMO SE INCORPORA AL PLAN	VALORACIÓN
		extensión urbana, junto a ello los antecedentes expuestos referidos al medio físico y social, son incorporados al diagnóstico comunal de Vallenar de acuerdo a su pertenencia. Dentro de este contexto se desarrolla el objetivo de este informe que es en una primera etapa del proyecto recopilar información de estudios realizados en la cuenca y realizar un análisis actualizando datos de la cuenca que tenga relación con los recursos hídrico. Esta información y los antecedentes que se encuentran disponibles fueron utilizados para la elaboración del diagnóstico del Plan.	
ESCALA COMUNAL			
Plan Urbano Estratégico de Vallenar	***PNUD - MINVU***	El Plan presenta antecedentes del área urbana de Vallenar, los cuales fueron utilizados como elementos de diagnóstico local, y el análisis del área urbana fueron incorporados en el Plan, destacando la importancia de los proyectos definidos como prioritarios por el PUE.	
Plan Ciudad 2010- 2020	***Ilustre Municipalidad de Vallenar***	El Plan ciudad 2010 – 2020 propone una imagen urbana acorde a la propuesta del Plan, entre los elementos que se relacionan con los objetivos de planificación y los criterios de sustentabilidad propuestos son: “Vallenar: Anfiteatro del Huasco” basado en la idea de que “la ciudad se mire a si misma (terrazas= graderías) a través de miradores urbanos”. Esta “Imagen Ciudad” se nutre de distintas estrategias para lograr su objetivo, las cuales son principalmente: – Reconocer la geografía y las secuencias naturales. – Vincular espacios urbanos a través de circuitos y recorridos espaciales, redescubriendo rincones urbanos. – Reformular los límites naturales de la caja urbana con paseos de borde (miradores riberas) – Potenciar espacios de encuentro ciudadano. – Reformular las conectividades transversales vinculantes de las graderías, potenciando los ejes transversales vinculantes de los distintos estratos socio-económicos de la ciudad. Estos elementos se vinculan con el criterio de sustentabilidad 1 y 2, referido el primero a la ciudad compacta e integrada y el segundo a resguardar los elementos naturales y rescata espacios	

INSTRUMENTO / ORGANISMO		COMO SE INCORPORA AL PLAN	VALORACIÓN
		desvalorados en la ciudad.	
Plan de Desarrollo Comunal (2014 - 2017)	***Ilustre Municipalidad de Vallenar***	El Plan de desarrollo comunal además de entregar información del diagnóstico, define la imagen del territorio comunal, cuyos elementos clave son considerados para definir lineamientos de sustentabilidad ambiental como: desarrollo social, económico y cultural, donde se integrar lo particular por el bien común y las industrias conjugan su crecimiento basado en el respeto con el medio ambiente y la comunidad, destacando la consolidación y movilidad barrial. Ambos instrumentos apuntan a metas comunes ligados a ideas fuerza como: - Comuna agradable y segura para vivir: El Plan incorpora la perspectiva de la conectividad on la finalidad de evitar el distanciamiento de los barrios, además presenta definición de áreas de amenazas naturales y antrópicas con la finalidad de evitar exponer a la población a peligros. - Industrias conjugan su crecimiento basad con el respecto al medio ambiente y la comunidad. Bajo esta idea el Plan Regulador Comunal propone e incorpora actividades productivas relacionadas a actividades circundantes en su espacio, en base a ello considera distanciamientos respecto de áreas residenciales.	
Plan Regulador Comunal de Vallenar	***Ilustre Municipalidad de Vallenar.***	El Plan Regulador Comunal vigente fue aprobado por Decreto N°296 y publicado en el DO del 02/02/1982, con modificaciones posteriores, fueron analizados para realizar la actualización en estudio, es por lo tanto la base del estudio, ya que este instrumento no responde a las necesidades actuales. Los objetivos propuestos en un inicio por el Plan respondían a la dinámica existente previa al 80 y 90, sin embargo la comuna posterior a ello ha cambiado su dinámica, más en la actualidad considerando posibles nuevas inversiones mineras, por ello el instrumento vigente no responde a la situación actual de la ciudad y a las futuras necesidades que se proyectan.	

Folio014103

V.- NECESIDAD DE PARTICIPACIÓN: ACTORES CLAVES DEL TERRITORIO

Como parte del proceso de participación llevado a cabo a lo largo de la elaboración del Plan se identifican a continuación actores claves que participaron de estas instancias. Los actores claves participantes del proceso se pueden agrupar en 4 grupos, estos son:

1. **Ciudadanos:** Este grupo contempla a los ciudadanos de Vallenar incluyendo a vecinos de forma particular u organizados como por ejemplo: club adulto mayor, Juntas de vecinos, centros de madre, asociación comunal, clubes deportivos, COSOC (consejo de la sociedad civil) y comités.
2. **Comunidades indígenas:** Este grupo corresponde a las comunidades indígenas Asociación Diaguita Chipasseta Maricunga, Comunidad Diaguita Chipasse Aspha, Asociación Diaguita Río Huasco, Asociación Diaguita Acota Kalchakies, Asociación Indígena Renacer Indígena, Comunidad Diaguita Los Morteros Hijos del Valle, Asociación Multicultural Atahualpa, Comunidad Diaguita Aray Chacrit y Asociación Indígena Kankan. Se les convoca a participar considerando el cumplimiento del Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo O.I.T. con la finalidad de informar sobre el proceso de elaboración del Estudio de Plan Regulador y posible consulta en el caso que existan comunidades Indígenas en el territorio afectado a la Planificación.
3. **Administración local - Municipio**: Contempla a los departamentos municipales y sus representantes, quienes aportan desde el punto de vista de la administración y la visión territorial actual y pasada del territorio. Entre los participantes se encuentran: Dirección de Obras, departamento de aseo y ornato, delegados municipales, etc.
4. **Institucional / Organismos de la Administración del Estado:** En este grupo se concentran a aquellos participantes de las mesas intersectoriales contempladas en el proceso de EAE. El objetivo de la convocatoria y participación de estos actores es reconocer y construir junto a ellos el Plan contemplando su retroalimentación a los largo del proceso. En el título referido a la coordinación con los Organismos de la Administración del Estado se expone el listado de convocatoria y el motivo.

Estos cuatro actores claves han sido convocados a lo largo del proceso a participar en talleres y mesas de trabajo con la finalidad de obtener sus conocimientos a nivel local y sectorial, las opiniones y observaciones realizadas a lo largo del proceso han sido incorporadas tanto en las etapas de diagnóstico como en las etapas de anteproyecto, esto con la finalidad de que el proceso sea participativo.

VI.- CONSIDERACIONES AMBIENTALES

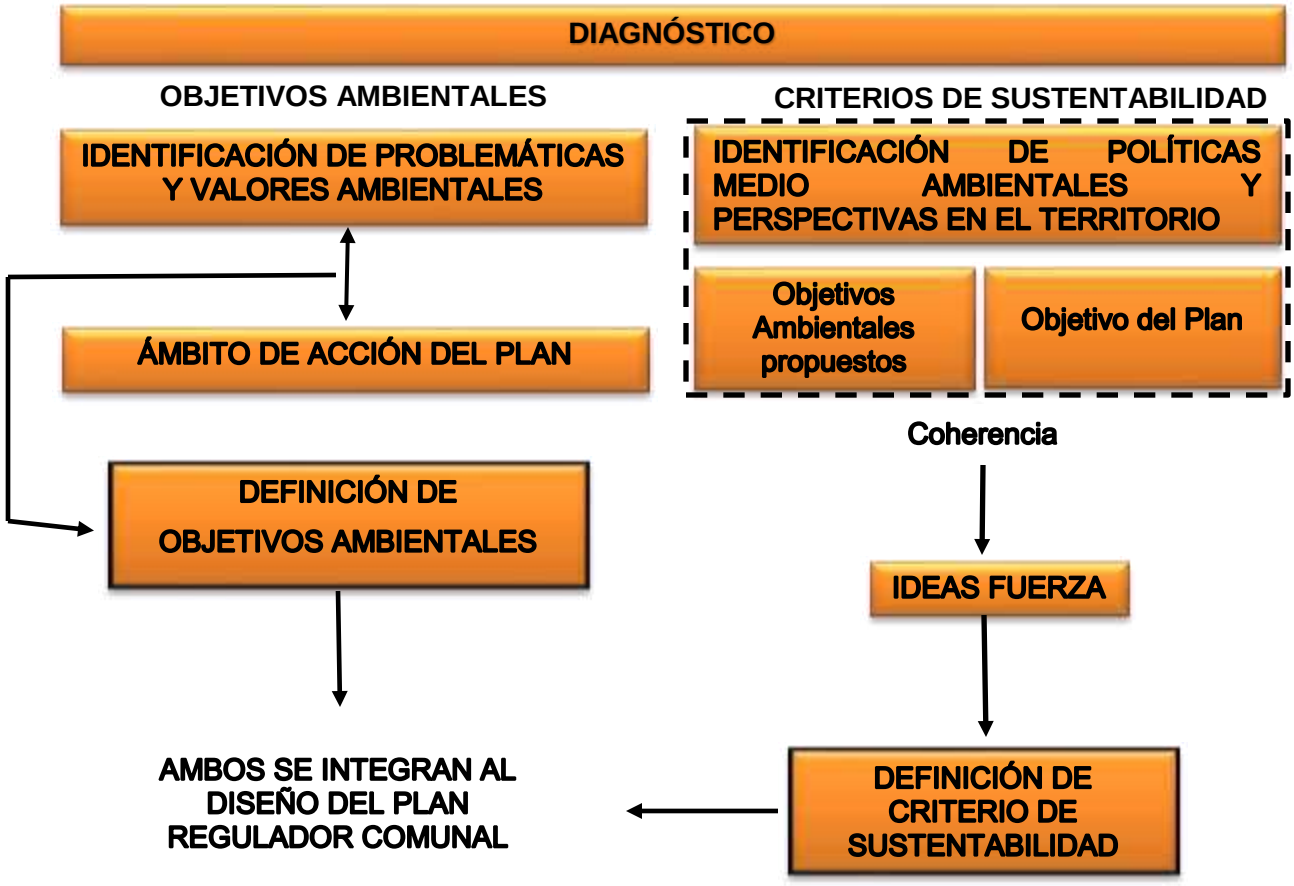
A continuación se presentan las consideraciones ambientales propuestas para el Plan, que corresponde al conjunto de objetivos ambientales, efectos ambientales, criterios de desarrollo sustentable que el Plan incorpora en su proceso de elaboración al ser sometido a la Evaluación Ambiental Estratégica, que finalmente lo que persigue es incorporar el desarrollo sustentable, en este caso, en la planificación urbana del territorio de Vallenar.

El procedimiento de evaluación ambiental estratégica (EAE) incorpora en su desarrollo la elaboración inicialmente de dos aspectos fundamentales a contemplar en el Plan, estos son los objetivos ambientales y el o los criterios de sustentabilidad, ambos corresponden a intenciones manifestadas, las primeras en acciones o metas ambientales, mientras que las segundas se expresan en intenciones de desarrollo del área urbana.

Para la definición de las consideraciones ambientales se identificaron en base al diagnóstico aspectos relevantes relativos a problemáticas ambientales e intenciones expresadas en instrumentos de planificación local (PLADECO), políticas y estrategias que permiten orientar la planificación del área de Vallenar.

A continuación se expone un diagrama que explica la forma como se llegó a la determinación de los objetivos ambientales como los criterios de sustentabilidad para el PRC de Vallenar.

Figura 35. Determinación de objetivos ambientales y criterio de sustentabilidad.



Fuente: Elaboración propia.

VI.1 OBJETIVOS AMBIENTALES

A continuación se exponen las principales problemáticas identificadas y la forma como el Plan las aborda a través de los objetivos ambientales.

Cuadro 6. Objetivos Ambientales

PROBLEMAS Y VALORES AMBIENTALES	OBJETIVO AMBIENTAL PROPUESTO
Déficit de áreas verdes en el área urbana y abandono y deterioro de ellas en la ciudad.	Fomentar la integración de elementos naturales valorados (cursos hídricos) al medio urbano, mediante la definición de una red de áreas verdes teniendo en consideración la disponibilidad del recurso hídrico y áreas de sombreado, que priorice el mejoramiento de las condiciones ambientales, y a su vez actúen como áreas de recreación y de movilidad peatonal.
Intervención del río que modifica el paisaje, además de canales de riesgo y quebradas que desembocan en el área urbana. El río y su paisaje se consideran además un valor para la comuna e incluso a nivel intercomunal.	
Calidad del recurso hídrico	El PRC no puede asumir este problema como parte de su normativa.
Presencia de suelos contaminados asociado a pasivos ambientales mineros (PAM) en la ciudad.	Proteger a la población frente a amenazas naturales y antrópicas en el área urbana, mediante la definición de normas urbanas que eviten el poblamiento en áreas de riesgo como: definición de área verdes en superficies de taludes de las terrazas y en superficies en torno al Río Huasco, y zonas no edificables para el caso de riesgos antrópicos asociados a relaves abandonados, y estableciendo medidas de mitigación de amenazas y mejoramiento de ambientes contaminados fijadas por los servicios pertinentes. *Existen acciones complementarias al Plan regulador que ayudarán a mejorar esta situación. Estas acciones son gestión de los servicios pertinentes en la materia, que permita tomar acciones complementarias para reducir las superficies de contaminación.*
Ocupaciones irregulares del territorio	
Población expuesta a inundaciones del río Huasco y quebradas aledañas, y fenómenos de remoción en masa asociada a quebradas y en los taludes de las terrazas fluviales.	
Débil reconocimiento y protección de rasgos patrimoniales presentes en la ciudad.	Resguardar elementos patrimoniales tangibles y sus entornos característicos de la ciudad, mediante la definición de zonas de conservación histórica ubicadas en el área céntrica de la ciudad que con sus normas mantenga la imagen urbana del área fundacional.

Fuente: Elaboración propia.

Folio014106

VI.2 CRITERIOS DE DESARROLLO SUSTENTABLE

Para la definición del criterio de sustentabilidad se hizo una revisión de estrategias de desarrollo regionales y del Plan de desarrollo comunal con la finalidad de conocer la visión prospectiva para el desarrollo urbano de Vallenar. En este sentido a continuación se exponen las ideas fuerza para la construcción del criterio de sustentabilidad:

- ***Ciudad compacta***
- Perspectiva de ***desarrollo de barrios***
- Fortaleciendo la ***conectividad interna y generando nuevos centros de desarrollo*** en distintos puntos de la ciudad
- ***Creación y rescate de espacios públicos*** y áreas verdes en función de los elementos naturales valorados y espacios que formen parte de la memoria colectiva Vivero, Chamonate, río, canales, taludes, etc.
- Resguardando el ***patrimonio tangible***
- Definición de usos que permitan **el desarrollo de la economía local** (Agricultura, Minería, Industria, Turismo y Servicios)

Los criterios de desarrollo sustentable propuestos son:

- **Criterio 1.- "Vallenar promueve el desarrollo compacto de la ciudad, con barrios integrados e independientes"**

  Descripción: Este criterio promueve el desarrollo urbano compacto con la finalidad de concentrar y densificar su crecimiento evitando la dispersión de la ciudad, con el consecuente mayor uso de recursos, favoreciendo en su interior el desarrollo de barrios que se encuentren bien conectados y estableciendo mayor diversidad de centros de comercio y servicios para así evitar la existencia de un único polo de desarrollo económico en la ciudad"

- **Criterio 2.-"Vallenar resguarda sus elementos naturales y rescata espacios desvalorados en la ciudad, velando por el patrimonio histórico tangible y el resguardo de su población"**

  Descripción: Este criterio expresa la necesidad de resguarda los elementos naturales valorados por la localidad (río y su entorno, quebradas y taludes) y se recata aquellos espacios desvalorados o deteriorados con la finalidad de entregar espacios públicos y áreas verdes para la comunidad, además de velar por la protección del patrimonio tangible que representa parte de la memoria colectiva de la localidad"

- **Criterio 3.- "Vallenar reconoce su geografía, favoreciendo la conectividad y protegiendo el río Huasco y su entorno"**

  Descripción: Este criterio pretende incorporar en el desarrollo del área urbana las condiciones geográficas en la cual se emplaza, y con ello establecer usos de suelo adecuados considerando como principal elemento ambiental y estructurante de la ciudad el río Huasco y su entorno. Los usos de suelo propuestos deben contemplar la protección en torno al río. De la misma manera los usos de suelo en las terrazas deben contemplar normas adecuadas que favorezcan las condiciones naturales de ventilación y eficiencia climática"

Folio014107

VII.- IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES CRÍTICOS PARA LA DECISIÓN.

Los factores críticos de decisión corresponden a aquellos elementos que gatillan la toma de decisión de planificar el área urbana, y que a su vez permiten enfrentar su tendencia a partir de las alternativas propuestas por el Plan. Los factores críticos de cisión fueron presentados el día 30 de noviembre del año 2017 en la Mesa Intersectorial 2 a los Órganos de la Administración del Estado, se discutió al respecto y se solicitó señalar su opinión respecto de cada uno de ellos, gatillado por la pregunta:

¿Qué temas son importantes al planificar Vallenar?

Como resultado del análisis, los factores críticos corregidos, se presenta a continuación abordando tanto su alcance como los criterios. Estos últimos se entienden como aquellos aspectos abordados en la descripción de cada factor, como elementos prioritarios.

Cuadro 7. Factores Críticos de Decisión

FACTORES CRÍTICOS	DESCRIPCIÓN
1. Integración y valoración de los cursos de agua (ríos y canales) de la ciudad. 	Este factor corresponde a integración del área urbana, referida principalmente al distanciamiento generado por las condiciones morfológicas de la ciudad. Vallenar se emplaza entorno al Río Huasco, elemento natural de gran relevancia para el desarrollo de actividades productivas en su entorno, estas superficies de escalonamientos en la ciudad que generan distanciamientos entre las distintas terrazas y el valle. Por lo anterior es necesario integrar los barrios dentro de la ciudad, con mejoras en la conectividad, y estableciendo nuevas centralidades que permitan generar un equilibrio en el crecimiento, disminuyendo con ello la dependencia al área céntrica de la ciudad. Además de lo anterior, es necesario valorar el río Huasco como un ambiente natural en la ciudad, favoreciendo su cuidado y a la vez identificándolo como un espacio recreativo de integración. La importancia del río no es únicamente a nivel comunal, dado su recorrido es de suma importancia para la provincia en su totalidad. Este factor representa un elemento relevante desde el punto de vista social, debido al acercamiento que existe en términos de la diversidad de estratos socioeconómicos en la localidad, (situación que se busca mantener) y desde el punto de vista espacial, ya que lo que se busca es generar un menor distanciamiento entre los distintos sectores de la ciudad, con la incorporación de un espacio público central, en torno al río, que permita ser espacio de recreación colectivo y con el acercamiento generado por las mejoras en la conectividad interna.
	CRITERIO: Según lo expuesto con anterioridad, los criterios trabajados en ella son: • Distanciamiento espacial entre sectores de valle y altiplano (o terrazas fluviales) • Puesta en valor del Río Huasco y su entorno

Folio014108

FACTORES CRÍTICOS	DESCRIPCIÓN
2.- Presencia de actividades contaminantes asociada a la actividad minera y disposición de residuos domiciliarios. 	Históricamente en Vallenar se ha desarrollado la actividad minera, incluso hasta el día de hoy, por este motivo en el entorno de la ciudad e incluso al interior de ella, existe presencia de: relaves mineros, tránsito de camiones con carga de materiales y el paso del tren por la ciudad. Esta situación genera conflictos ambientales con las condiciones de habitabilidad en la ciudad, por este motivo se considera un factor relevante la presencia de actividades contaminantes principalmente asociada a la actividad minera, a la hora de planificar por su importancia en el territorio (actividad principal en la comuna y por la cercanía de las faenas mineras) y por la necesidad de disminuir conflictos y riesgos en la comunidad residente. Además de la actividad minera, en el área urbana se identifican presencia de basurales incluso dentro del área urbana (sector oriente de Vallenar). Esta problemática junto con la contaminación asociada a la presencia de antiguos trapiches de la actividad minera, son temas necesarios de contemplar en la planificación con la finalidad de proteger a la población frente a fuentes de insalubridad y contaminación que afectan la calidad de vida de la población.
	CRITERIO: - Presencia de Pasivos Ambientales Mineros (PAM) en la ciudad - Presencia de basurales en la ciudad
3.- Amenazas naturales. 	Los riesgos naturales son considerados un Factor Crítico de Decisión (FCD) debido a la importancia que adquieren a la hora de planificar la ciudad en términos de sus condicionantes a la habitabilidad, con la finalidad de disminuir la exposición de la población a las amenazas naturales existentes en el territorio. En Vallenar las condiciones climáticas extremas, de un clima árido con precipitaciones de tormentas en ciertos periodos, sumado a su ubicación geográfica (terrazas aluviales ubicadas en superficies de transición entre precordillera y cordillera) generan un escenario de amenazas particulares, relacionado con inundación, desprendimientos en superficies de talud inestables y flujos aluvionales. Por este motivo es de suma relevancia contemplarlo en la planificación, más aun considerando las condiciones extremas climáticas que se prevén producto el cambio climático.
	CRITERIO: - Identificación de amenazas naturales (inundaciones y fenómenos aluvionales) - Proyecciones de intensificación de fenómenos extremos, como evidencia del cambio climático
4.- Nuevos proyectos que generan impactos en el área urbana.	Los proyectos en el área especialmente aquellos ligados a la actividad minera que implica una inversión de largo plazo, son un elemento necesario de considerar en la planificación, debido al posible cambio en la dinámica local referida a la llegada de nuevos habitantes, situación esperada por la empresa y el Municipio, debido a que se trata de inversiones a largo plazo, lo que otorgará trabajo permanente a cerca de 1.500 personas. Esta dinámica de nueva población posiblemente residente generará en la ciudad nuevos requerimientos, que ya desde el año 2017, se ha comenzado a observar en nuevas inversiones en supermercados (Lider y Tottus) y equipamientos comerciales (Homecenter).

FACTORES CRÍTICOS	DESCRIPCIÓN
	**CRITERIO**: - Posible aumento de población en el área urbana debido a la llegada de nuevas inversiones en la comuna. - Requerimientos de servicios y comercio para a nueva demanda proyectada.

Fuente: Elaboración propia.

VII.1 RELACIÓN ENTRE LAS CONSIDERACIONES AMBIENTALES Y LOS FACTORES CRÍTICOS DE DECISIÓN

El cuadro siguiente compara los objetivos de planificación estratégicos (objetivos ambientales y criterios de sustentabilidad) con los objetivos de planificación, lo cual evidencia la relación desde la planificación con las acciones ambientales e intenciones de sustentabilidad en la planificación.

A su vez los temas clave o factores críticos de decisión a contemplar en la planificación se relacionan con los aspectos ambientales considerados y aquellas acciones de planificación contemplados a la hora de definir la propuesta del Plan Regulador.

Cuadro 8. Relación en tre consideraciones ambientales y factor crítico de decisión.

OBJETIVO DE PLANIFICACIÓN	CONSIDERACIONES AMBIENTALES		FACTOR CRÍTICOS DE DECISIÓN
	OBJETIVO AMBIENTAL	CRITERIO DE SUSTENTABILIDAD	
1.- Poner en valor los elementos geográficos constitutivos de la ciudad, como son los taludes, el rio, los canales y las terrazas. **2.-** Propiciar el acondicionamiento ambiental del desarrollo urbano en zona árida **3.-** Generar un sistema de conectividades que reconozca diferentes modos de movilidad y la particular geografía.	**Objetivo 1**. Fomentar la integración de elementos naturales valorados (cursos hídricos) al medio urbano, mediante la definición de una red de áreas verdes teniendo en consideración la disponibilidad del recurso hídrico y áreas de sombreado, que priorice el mejoramiento de las condiciones ambientales, y a su vez actúen como áreas de recreación y de movilidad peatonal.	**CDS 2.** "Vallenar resguarda sus elementos naturales y rescata espacios desvalorados en la ciudad, velando por el patrimonio histórico tangible y el resguardo de su población" **CDS 3.** "Vallenar reconoce su geografía, favoreciendo la conectividad y protegiendo el río Huasco y su entorno"	**FCD 1**. Integración y valoración de los cursos de agua (ríos y canales) de la ciudad.
5.- Conformar áreas verdes que reconozcan bordes dentro de la ciudad, potenciando canales, miradores/ balcones, taludes	**Objetivo 2**. Proteger a la población frente a amenazas naturales y antrópicas en el área urbana, mediante la definición de normas urbanas que eviten el poblamiento en áreas de riesgo como: definición de área verdes en superficies de taludes de las terrazas y en superficies en torno al Río Huasco, y zonas no edificables para el caso de riesgos antrópicos asociados a relaves abandonados, y estableciendo medidas de mitigación de amenazas y mejoramiento de ambientes contaminados fijadas por los servicios pertinentes.	**CDS 3.** "Vallenar reconoce su geografía, favoreciendo la conectividad y protegiendo el río Huasco y su entorno"	**FCD 4.** Nuevos proyectos que generan impactos en el área urbana. **FCD 2.-** Presencia de actividades contaminantes asociada a la actividad minera y disposición de residuos domiciliarios. **FCD 3.-** Amenazas naturales.
4.- Reconocer un patrón morfológico de escalas adecuadas a las diferentes partes de la ciudad y a sus modos de vida.	**Objetivo 3**. Resguardar elementos patrimoniales tangibles y su entorno, mediante la definición de zonas de conservación histórica ubicadas en el área céntrica de la ciudad que con sus normas mantengan la imagen urbana del área fundacional.	**CDS 2**. "Vallenar resguarda sus elementos naturales y rescata espacios desvalorados en la ciudad, velando por el patrimonio histórico tangible y el resguardo de su población"	**FCD 1**. Integración y valoración de los cursos de agua (ríos y canales) de la ciudad. **FCD 3**.- Amenazas naturales.

OBJETIVO DE PLANIFICACIÓN	CONSIDERACIONES AMBIENTALES		FACTOR CRÍTICOS DE DECISIÓN
	OBJETIVO AMBIENTAL	CRITERIO DE SUSTENTABILIDAD	
6.- Evitar la dispersión de la ocupación del suelo consolidando un área urbana eficiente y resguardando los suelos agrícolas.	-	**CDS 1**. "Vallenar promueve el desarrollo compacto de la ciudad, con barrios integrados e independientes"	**FCD 4.** Nuevos proyectos que generan impactos en el área urbana.

Fuente: Elaboración propia

VIII.- DIAGNÓSTICO AMBIENTAL ESTRATÉGICO

El Diagnóstico Ambiental Estratégico[32], comprende antecedentes que permiten justificar cada Factor Crítico de Decisión (FCD), junto a la tendencia esperada de cada uno de ellos, lo que permite ponernos en un escenario y establecer agentes de cambio para enfrentar la tendencia, elementos necesarios de incorporar en las opciones de planificación desarrolladas a lo largo del estudio del Plan.

A continuación, se expone cada uno de los FCD, junto a los criterios que permiten evidenciar la importancia de cada uno de ellos en la planificación:

VIII.1 FCD 1. INTEGRACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS CURSOS DE AGUA DE LA CIUDAD.

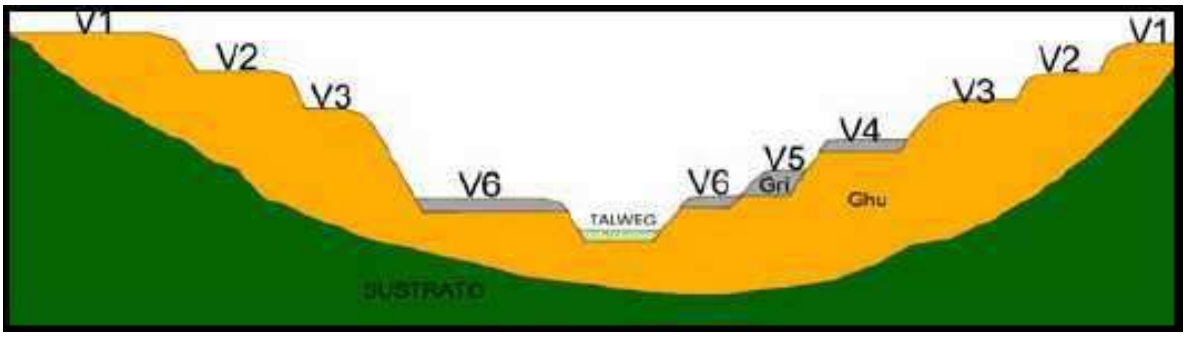
Corresponde a la necesidad de generar en la ciudad de Vallenar una integración, considerando las condiciones geográficas de su emplazamiento y estableciendo requerimientos referidos a mejoras en la conectividad interna, que permitan disminuir las distancias, acercando los distintos barrios y poblaciones de la ciudad. Junto a ello este factor plantea la valoración de los cursos de agua, tanto naturales como los canales de regadío, considerados ambos elementos necesario de conservar como espacios públicos, fomentando de esta forma además de la protección ambiental, los espacios de reunión de la comunidad y elementos del paisaje de los barrios.

A continuación, se abordan cada uno de los criterios considerados en este factor:

- **Distanciamiento espacial entre sectores de valle y altiplano (terrazas fluviales)**

La ciudad de Vallenar se emplaza en el valle del río Huasco, es así como la ocupación de Vallenar está fuertemente relacionada a las características del sitio y su entorno. El río ha desempeñado un rol estructurante y a la vez diferenciador (norte y sur de la ciudad). El sistema de terrazas sobre las cuales se emplaza la ciudad, permite diferenciar el área fundacional (parte baja o encajonada) de los altiplanos con un crecimiento relativamente más reciente.

Figura 36. Distribución morfoestratigráficas de las terrazas en el sector de Vallenar.



Fuente: Riveros y Riquelme (2009)

La ciudad de Vallenar está contenida por barrancos paralelos y definido por sus terrazas, que conforman anfiteatros, definiéndose “dos pisos altitudinales” hacia el norte y sur del río, los primeros desarrollan entre 30 y 40 metros por sobre el valle, y hacia el norte, se distingue con mayor claridad una tercera terraza 80 metros por sobre la zona más baja.

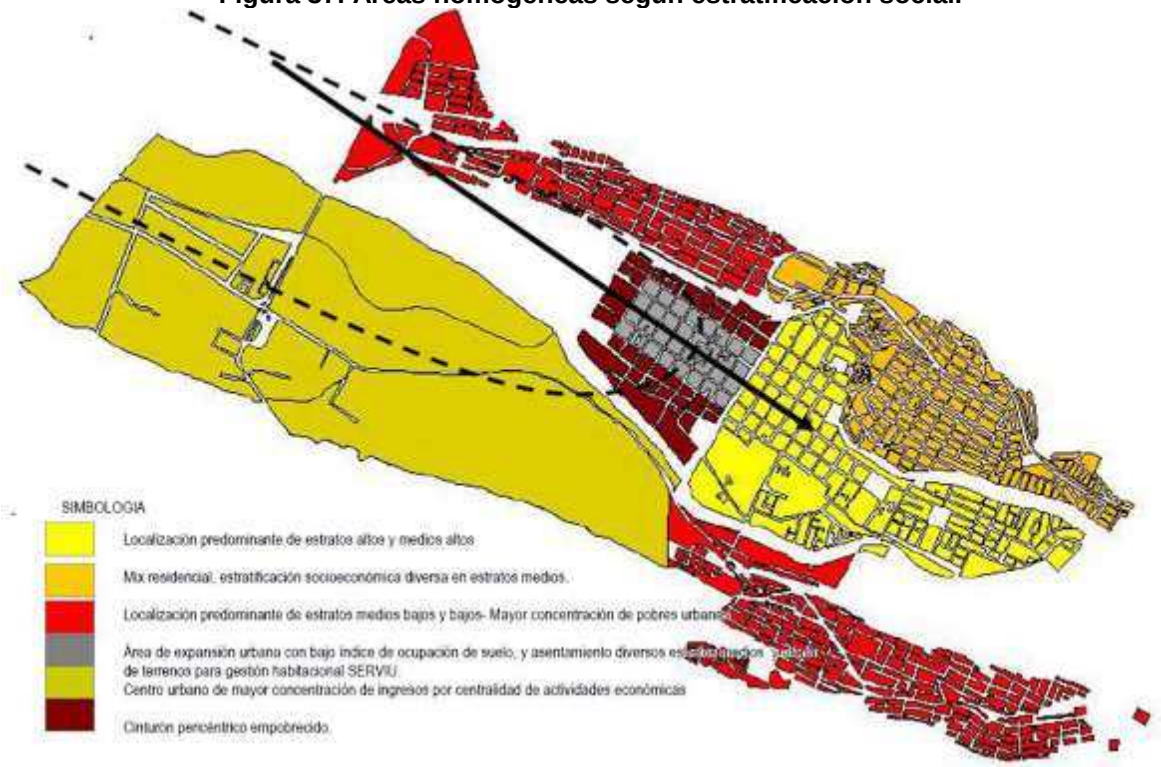
Se distinguen principalmente barreras longitudinales, de oriente a poniente:

[32] El diagnóstico de medio físico y natural forma parte de la memoria explicativa del Plan y en él se pueden encontrar detalles ambientales respecto de la comuna.

- El rio Huasco,
- Canales Marañón y Ventanas en la terraza norte
- Canales Buena esperanza, Gallo y Ferrara y Compañía en la terraza sur
- Taludes en las terrazas Norte y Sur

El sitio descrito determina un soporte que otorga grandes potencialidades para miradores y paseos, pero también define la fragmentación que se ha desarrollado en el tejido urbano producto de la marcada geografía del sector (Terraza Norte, Caja Central y Terraza Sur). La segregación espacial se expresa en la siguiente imagen, donde se muestran distintos estrato socioeconómico al interior de la ciudad.

Figura 37. Áreas homogéneas según estratificación social.



Fuente: Estudio de Análisis de Tendencias

Si bien, existen diferencias en términos de la estratificación, estas no son tan marcadas, debido a ello las conclusiones realizadas respecto del área urbana de Vallenar en el diagnóstico urbano del Plan Regulador Comunal, habla de que si bien existe una discontinuidad física entre sectores de la ciudad, hasta ahora no tiene un correlato con la segregación socio espacial (salvo, en cierto grado, en la terraza sur que concentra mayor población de estratos más vulnerables). Por el contrario, como ya fue destacado, la relativa heterogeneidad social en la ocupación del suelo urbano es una gran fortaleza de Vallenar, característica decreciente en muchas ciudades intermedias y casi inexistentes en las mayores ciudades del país.

- **Deficiencias en la conectividad local**

Un aspecto relevante referido a la integración de la ciudad se refiere a la conectividad, ya que esta ayuda a disminuir distancias y favorece la conectividad interna y la cercanía entre distintos sectores de la ciudad. Esta situación en la ciudad es deficiente especialmente entre el sector norte y sur de la ciudad, y desde los altiplanos hacia el valle.

Los resultados del diagnóstico, referido a la conectividad urbana de Vallenar fue abordada a partir de unidades morfológicas. Estas se describe a continuación:

Terrazas norte

La conectividad de esta plataforma con el resto de la ciudad se ve condicionada por las características topográficas de la zona. Contando con vialidades que permiten dar continuidad a través de tres segmentos que conectan del suroriente al norponiente, Gabriela Mistral y Providencia por su función central y conectando a través de un embudo con la población Baquedano con la calle Lourdes y en el caso de José Miguel Carrera que bordea el talud al extremo sur-oriente y conecta este sector con la zona central de la ciudad. Caso similar con la calle Lautaro que constituye la vialidad borde sur del segmento, formado por la población Hermanos Carrera. Para el caso del segmento norponiente, el más reciente en edificación de la terraza, cuenta conectividad sur con la salida norte y la ruta 5.



Figura 38. Conectividad Terraza norte

Fuente: Diagnóstico PRC Vallenar.

Terraza Central o Plano fundacional

Área con deficiente conectividad del sector en el sentido transversal norte – sur con el resto de la ciudad, la terraza central solo cuenta con 3 ejes principales de salida, la salida norte que conecta con la Población Hermanos Carrera y una más por la calle José Miguel Carrera hacia la Población Baquedano al nororiente de la ciudad y al sur con la calle Brasil que conecta con la ruta C-46. Sin embargo, la zona cuenta con una mejor conectividad interna longitudinal, con vialidades que permiten dar continuidad a través de todo el sector central de la ciudad, principalmente las calles Serrano y Arturo Prat como ejes centrales y los perimetrales como la Costanera y O´Higgins.

Figura 39. Conectividad Terraza Central



Fuente: Diagnóstico Plan Regulador Comunal de Vallenar.

Terraza Sur

La conectividad es deficiente en el sentido transversal norte – sur y con el resto de la ciudad, la terraza sur solo cuenta con una vía que la conecta con el centro de la ciudad a través de la calle Brasil. La conectividad de esta plataforma con el resto de la ciudad se ve condicionada por las características topográficas al localizarse sobre un peldaño del cajón del Río Huasco. En el caso de la conectividad longitudinal oriente-poniente esta mejora, aunque la zona urbanizada está claramente dividida en 3 grandes conjuntos no conectados solo por una vía entre sí. Tal es el caso de los ejes viales de Baburiza que conecta la Población Torreblanca con Las Terrazas y Los Altos del Valle. Y el caso de la calle Pedro Martínez con Vista Alegre.

Figura 40. Conectividad Terraza sur



Fuente: Diagnóstico Plan Regulador Comunal de Vallenar.

La vialidad de la zona urbana de Vallenar y sus extremos corresponde fundamentalmente a la continuación de las rutas de acceso y a sus bifurcaciones, con un buen desarrollo en el sentido longitudinal. La estructura vial de la ciudad obedece a una evolución de expansiones residenciales y como respuesta a situaciones puntuales, y no como un plan de la ciudad para mejorar la conectividad y accesibilidad. De allí la presencia de nudos conflictivos, de situaciones de desconexiones, y de impactos que generan los usos “complementarios al transporte”.

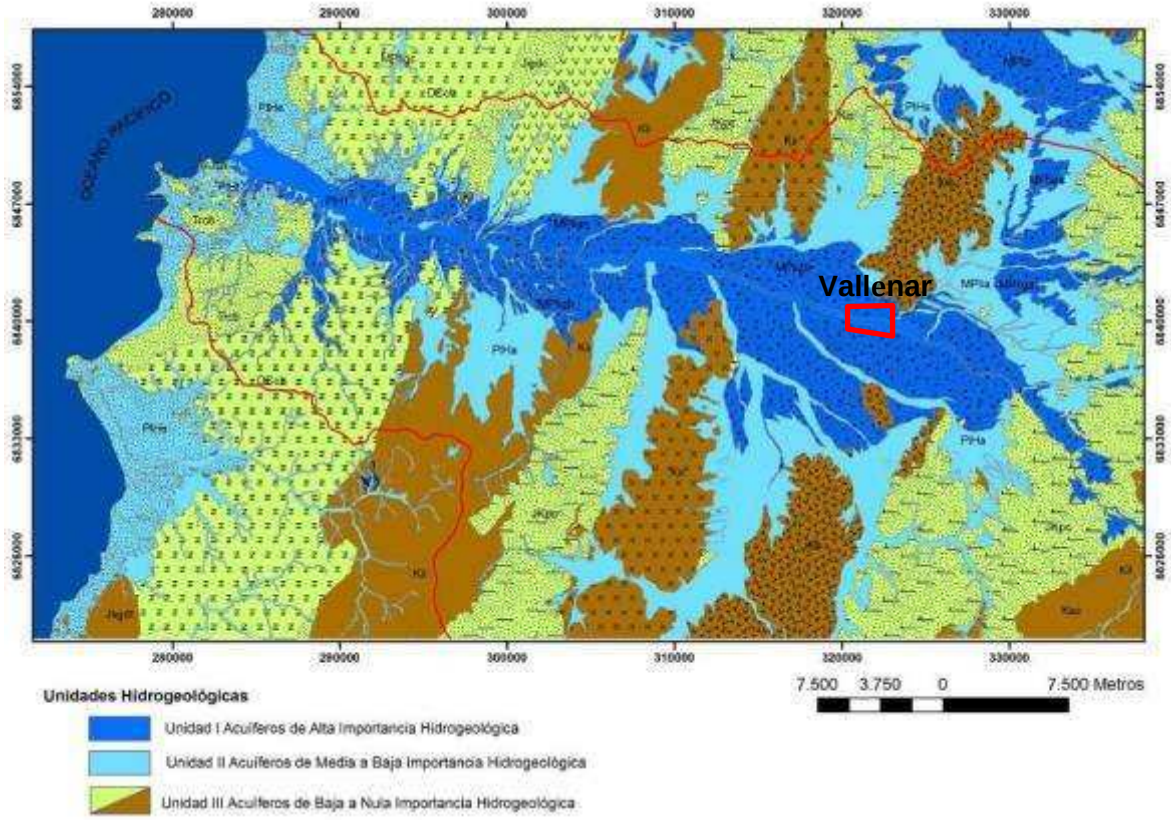
- **Puesta en valor del río Huasco y su entorno**

Otro aspectos relevante en el contexto de la condición morfología sobre el cual se emplaza la ciudad, es el curso hídrico que ha dado origen a su morfología, el río Huasco, no solo como un elemento modelador del territorio, sino también desde el punto de vista ecológico, por la presencia de humedales y como área concentradora de recurso hídrico subterráneo (acuífero de alta importancia hidrogeológica[33]), hecho manifestado por la abundancia de vegetación de la parte baja de la ciudad que contrasta con el paisaje desértico del contexto. Además del río Huasco el conjunto de canales que cruzan la ciudad de Vallenar, son un elemento relevante para la localidad, ya que permiten generar la distribución de las aguas en terrazas superiores y a la vez proveen de ecosistemas específicos en estas áreas, que permiten generar cultivos, como el sector del huerto urbano ubicado al oriente de la localidad, y la vegetación que se da en torno a ella. Además de lo anterior, existe un atributo referido al carácter identitario como una comuna agropecuaria.

El constante aumento de población del área urbana, por sobre la población rural, y la llegada continua de personas por la intensa actividad minera, ha generado una expansión del área urbana actual, hacia zonas de uso agrícola, industrial o sin vegetación por sobre el lecho del Río Huasco. Se reconoce de acuerdo al “Estudio básico “Plan de Manejo Técnico Río Huasco Comuna de Vallenar” una sensibilidad ambiental biótica baja debido al completo reemplazo de las formaciones vegetales originales, las que han sido reemplazadas por especies introducidas, no registrándose especies de flora y fauna nativas de mayor sensibilidad, sin embargo este ambiente de acuerdo a antecedentes hídricos adquiere especial relevancia al encontrarse en el área de alimentación de acuíferos y sobre un área de alta relevancia hidrogeológica en la Cuenca del Huasco, espacio de suma relevancia dadas las condiciones climáticas desérticas del área.

[33] Evaluación Hidrogeológica de la Cuenca del Río Huasco, con Énfasis en la Cuantificación y Dinámica de los Recursos Hídricos Superficiales y Subterráneos”, Universidad Católica del Norte y SERNAGEOMIN, año 2010

Figura 41. Área urbana y acuíferos



Fuente: SERNAGEOMIN, año 2010.[34]

La situación manifestada con anterioridad es de vital importancia tanto para el Valle del Río Huasco como para la comuna, respecto de la fragilidad de los acuíferos y la necesidad de recarga de ellos, debido a las condiciones climáticas de extrema aridez del área. Han existido inversiones en el área orientadas a la reserva de recursos hídricos para uso agrícola en el Valle, sin embargo existen en el área otras presiones asociadas a la minería y el uso del recurso urbano.

Si bien, el área urbana de Vallenar se emplaza en la zona de recarga de acuíferos, esta situación se considera relevante y necesaria de ser contemplada en la planificación, una de las formas de realizar este reconocimiento es protegiendo el río Huasco, como elemento ambiental relevante, estableciendo su relevancia en términos ecosistémicos, contemplando las zonas de humedales como reservorios de infiltración, y generando aportes desde el punto de espacio públicos para la ciudad. Con ello se mantienen las condiciones de infiltración y áreas de vegas naturales, que sin duda ayudan a mantener las condiciones naturales del río y su entorno, y a la vez favorece el desarrollo de la ciudad contando con un espacio de reunión y recreación.

[34] "Evaluación Hidrogeológica de la Cuenca del Río Huasco, con Énfasis en la Cuantificación y Dinámica de los Recursos Hídricos Superficiales y Subterráneos", Universidad Católica del Norte.

VIII.1.1.- Tendencia y elementos que pueden influir en el cambio del FCD 1

De acuerdo con lo anterior, existen dos aspectos a abordar en la tendencia de este factor crítico, uno de ellos relacionado con la integración de la ciudad y su crecimiento, y otro asociado al Río Huasco y a los impactos de las actividades desarrolladas en su entorno.

Respecto de la primera, la tendencia de la ciudad y su crecimiento, consideran una demanda de total de 5.376 hogares se le asigna un consumo de suelo al año 2030 de 146,8 nuevas hectáreas de suelo urbano, actualmente existen un total de 1.179 hectáreas de uso urbano, por lo que se adicionarían un 12% de su superficie actual. Tal situación al no existir una planificación actual tenderá a concentrar proyectos inmobiliarios de viviendas sociales como ocurre en la actualidad en sectores más vulnerables, donde los valores de suelo son menores, lo que sin una planificación tenderán a quedar en las periferias y con escasa conexión a la ciudad, concentrándose con ello estratos socioeconómicos similares en ciertas áreas, manteniendo la tendencia existente en la mayor parte de las ciudades intermedias del país, de segregación con la consecuencia de disminución de la calidad de vida en los sectores más vulnerables.

Esto generará también un distanciamiento físico existente en la actualidad por: las condiciones topográficas y a la falta de proyectos orientados a generar integración o proveer de condiciones de desarrollo hacia sectores no céntricos de la ciudad, con lo que se lleva a una tendencia de desintegración.

Los elementos necesarios de contemplar para generar un cambio de escenario de tendencia son:

- Incorporar en la planificación la incorporación de viviendas sociales al interior de la ciudad, generando disponibilidad de terrenos para dichos usos.
- Potenciar los ejes transversales de conectividad vinculantes de los distintos estratos sociales.
- Vincular espacios urbanos a través de circuitos y recorridos viales que permitan el uso de modos de transporte no convencionales.

El otro tema relevante a contemplar en la tendencia es el Río Huasco y la tendencia de urbanización, al contar con un entorno urbano no planificado y en expansión, existirán efectos sobre el río asociados a la contaminación y posibles vertidos asociados a asentamientos irregulares, además de un deterioro de la vegetación del entorno. Junto a ello y al existir una planificación desfasada podría existir un deterioro del entorno natural con posibilidad de construcciones e impermeabilización de los suelos, tal situación iría en desmedro del entorno natural del río y de los ecosistemas que alberga, dificultándose las condiciones de infiltración hacia las napas, lo cual puede aportar a una situación crítica del acuífero, aguas principalmente destinadas a reservas en caso de emergencia, como es señalado por el MOP en el estudio Plan de Manejo Técnico Río Huasco.

Los elementos necesarios de contemplar para generar un cambio de escenario de tendencia son:

- Generar espacios públicos en torno al río como elemento natural principal y estructurante del área urbana, con vegetación nativa que ayude a la infiltración.
- Evitar la ocupación de suelos en el entorno al río y áreas de vegas, lugares con ecosistemas que favorecen las condiciones naturales de infiltración y por ende ayudan a la protección del acuífero.

- Proteger los canales de regadío que cruzan la ciudad, como elementos relevantes del medio construido, por aspectos identitarios, y reconociendo con ello la importancia ambiental que poseen. Con ello se evita que estos sean el patio trasero de las villas.

VIII.2 FCD 2. PRESENCIA DE ACTIVIDADES CONTAMINANTES ASOCIADA A LA ACTIVIDAD MINERA Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS DOMICILIARIOS.

La ciudad de Vallenar históricamente se ha caracterizado por la presencia de actividad minera, esta situación si bien generó un crecimiento económico importante en la ciudad, también dejo evidencias de daños en el entorno, como desechos y superficies contaminadas asociadas a la pequeña y mediana minería que se desarrollaba antiguamente en el área. Producto del crecimiento de la ciudad, estos sectores contaminados y de desechos de antiguas faenas mineras, se encuentra cercano poblaciones, tal situación evidencia una clara amenaza contaminante poniendo en riesgo a la población cercana. Tal situación, junto a las superficies de basurales presentes en el área urbana generan una clara amenaza antrópica asociada a la insalubridad que se genera en los vertederos y a los posibles contaminantes nocivos de los desechos mineros, frente a lo cual se deben tomar medidas al momento de planificar el área urbana.

A continuación, se exponen los principales criterios abordados en este factor:

- **Presencia de Pasivos Ambientales Mineros (PAM) en la ciudad**

La actividad minera en Vallenar se relaciona con aspectos históricos de su asentamiento, por ello en su entorno como en la misma ciudad existen faenas con actividad actual y otras en estado de abandono. Esta situación especialmente en la ciudad de Vallenar genera conflictos por los posibles contaminantes que concentran depósitos en la ciudad y aquellos que se liberan de las faenas y del tránsito y transporte de mineral, como es el caso del paso del tren por la ciudad, por ello este factor se reconoce como un elemento relevante para considerar a la hora de planificar el área urbana.

De acuerdo a la normativa vigente que regula los “Depósitos de Residuos Masivos Mineros”, desde el punto vista de la seguridad por medio del D.S. N.º 132, "Reglamento de Seguridad Minera” y mediante el D.S. N.º 248, “Reglamento Para la Aprobación de Proyectos de Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Depósitos de Relaves”, es necesario contemplar un Catastro de los Depósitos de relaves a nivel nacional, como el realizado por SERNAGEOMIN el 2010, con la finalidad de tener registro y control de ellos.

De acuerdo con los antecedentes expuestos por SERNAGEOMIN para la comuna de Vallenar se registran 11 depósitos masivos, de los 4 se encuentran activos y 7 no activos.

Cuadro 9. Catastro de depósitos de Relave – Comuna de Vallenar

EMPRESA	FAENA	TIPO DE DEPÓSITO	COMUNA	SITUACIÓN ACTUAL
ENAMI	Planta de Vallenar	Cobre	Vallenar	Activo
Minera Domeyco	Planta Domeyco	Cobre	Vallenar	No activo
Minera Domeyco	Planta Domeyco	Cobre	Vallenar	No activo
Minera Domeyco	Planta Domeyco	Cobre	Vallenar	No activo
Edith Reinoso	Planta Mali	oro	Vallenar	No activo
m. Simon	Planta Simon	Oro – cobre	Vallenar	No activo
Marco Simon	Planta Solis	Oro –cobre	Vallenar	No activo
Inversiones Nutram	Planta cobre norte	Cobre	Vallenar	Activo
Sindicato artesanal pozo seco	Planta pozo seco	Cobre	Vallenar	Activo
Asociación Minera el Donkey	Planta el Donkey	oro	Vallenar	Activo

Fuente: Extraída de Informe de Catastro de Depósitos de Relave.[35]

De acuerdo con los antecedentes de estudio de Ministerio de Medio Ambiente, en la comuna se identifican a nivel regional suelos con potencial presencia de contaminantes[36]. De acuerdo con ello la comuna se ubica en un listado jerarquizado, ocupando el lugar 16 de 35 con calificación de alta prioridad asociado al sitio Relave Planta Santa Candelaria, además se identifica con prioridad media el relave Planta Charlote y baja prioridad para Relave Planta Cachiyuyo y Callejas. En el área urbana se encuentra la Planta Santa Candelaria y Callejas, siendo la primera de alta prioridad debido a las condiciones de potencial contaminación de suelos.

Pese a esta identificación, en la localidad urbana también existen presencia de trapiches y relaves abandonados al interior de la ciudad, y aquellos ubicados en la zona norte de la localidad, los cuales se encuentran activos y que corresponden a la Planta faenadora de ENAMI, ubicadas en quebradas tributarias de la Quebrada de Valparaíso.

Otro aspecto relevante respecto de la actividad minera contaminante cercana al área urbana de Vallenar se relaciona igual que el punto anterior al uso y contaminación de las aguas asociadas a la cuenca del Huasco, debido a que los procesos de las faena minera utiliza este recurso natural en su producción, de acuerdo a Modelo para la gestión hídrica de la cuenca del Huasco a modo de ejemplo la mina El Algarrobo, explotación minera a rajo abierto ubicada al sudoeste de la ciudad de Vallenar, que abastece preconcentrado de hierro mediante transporte ferroviario a la Planta de Pellets, en Huasco, utiliza solo en el proceso productivo de la planta de peletización 3,66 hm3/año37 los cuales son extraídos de pozos profundos. Si bien es una situación puntual en la comuna, existen otras actividades mineras, agrícolas e industriales agroalimentarias que extraen recursos hídricos, tal situación evidencia la vulnerabilidad del acuífero que se extiende desde la cabecera al sector medio de la cuenca del Huasco, ya que existe referencias que indican que el acuífero tiene un volumen de 12 hm3, que equivalente a un 8% de la demanda actual.

Lo anterior evidencia la necesidad de protección de los ambientes húmedos en torno al río y las áreas de vegas del río Huasco y las quebradas afluentes, con la finalidad de mantener las condiciones del acuífero y mantener su equilibrio. Las industrias como es señalado en el estudio a nivel regional, están buscando nuevas posibilidades para utilizar agua (desalinización y nuevos embalses) en su proceso productivo disminuyendo con ello el impacto en los ecosistemas locales.

[35] http://www.sernageomin.cl/pdf/mineria/seguridad/estudios/CATASTRO_DEPOSITOS_DE_RELAVES_2010.pdf

[36] Seminario Evaluación y Gestión del Riesgo Ambiental de Sitios Mineros. MMA (2013). http://www.mma.gob.cl/1304/articles-50734_MMA_aplicacion_Region_Atacama.pdf

[37] De acuerdo a información obtenida desde las memorias Anuales 2007, 2008 y 2009 de la Compañía de Acero del Pacífico (CAZALAC, 2012).

- **Presencia de basurales en la ciudad**

En la localidad urbana de Vallenar se reconoce la presencia de microbasurales e incluso de basurales con mayores dimensiones como sectores de depósitos frecuente de residuos domiciliarios. Tanto los microbasurales como el basural, se localizan en torno a canales de regadío y en las quebradas en el área urbana y en su entorno.

Esta es una problemática ambiental ampliamente reconocida en la comuna, han surgido incluso manifestaciones de la comunidad[38] y acciones tomadas por el municipio con la finalidad de disminuir la cantidad de focos de insalubridad generados por la acumulación de basura, entre ellos: jornadas de limpieza, gestión de residuos y minimización de residuos orgánicos, vinculadas con acciones y medidas definidas por el PLADECO (2014 – 2017).

Se reconoce que el tema crítico respecto de esta problemática se relaciona con la gestión de residuos y educación ambiental, temáticas abordadas en el PLADECO frente a esta problemática. En la actualidad el Municipio cuenta con un sistema de recolección semanal por sectores: en el área urbana la frecuencia es de tres días y en sectores rurales es un día.

El depósito de la basura se realiza en el relleno sanitario de la Provincia dl Huasco, el que cuenta con aprobación ambiental el año 2010. Se ubica a solo 5 kilómetros al norte de la localidad de Vallenar, en las mismas superficies donde existía el antiguo vertedero Municipal. Este relleno sanitario surte de servicio a las cuatro comunas de la provincia del Huasco (Huasco, Vallenar, Alto del Carmen y Freirina) y comenzó a ser utilizado por las comunas el año 2014.

Se reconoce a nivel provincial la necesidad de establecer una clasificación de los residuos y por ello la comuna tiene iniciativas consideradas en el PLADECO para reducir los costos que implica la basura a nivel comunal y además disminuir los desechos, ayudando con este último punto a disminuir el volumen de basura a disponer en el relleno sanitario.

En el área urbana de Vallenar se identifica un basural en la terraza sur del Río Huasco, cercano al límite urbano oriente de la localidad, en el entorno de la quebrada Cuevitas. Este es uno de los sectores con acumulación de basuras más amplio y cercano a población, por este motivo se menciona con la finalidad de contemplar medidas que vayan en la misma línea de la planificación de la ciudad.

[38] El Noticiario del Huasco. Disponible en línea: http://elnoticierodelhuasco.cl/2016/08/papitos-marcharon-por-basural-en-cercanias-de-jardin-infantil-en-vallenar/

Figura 42. Basural, sector Quebrada Cuevitas.



Fuente: Estudio de Riesgos – PRC Vallenar.

VIII.2.1.- Tendencia y elementos que pueden influir en realizar un cambio del FCD 2

La tendencia de este factor se relaciona con el crecimiento de la población en el área urbana y los posibles efectos de la contaminación sobre la población ubicada en las áreas circundantes a los depósitos de relave que han quedado al interior de la ciudad. La imagen expuesta en el título de problemáticas ambientales muestra la localización de los relaves en la ciudad, en total de acuerdo con el informe de SERNAGEOMIN se identifican 4 y uno adicional de acuerdo a lo señalado por informes del MINVU.

Es importante señalar que estas plantas abandonadas se encuentran identificados por los estudios de SERNAGEOMIN, MINVU y SEREMI MMA de Atacama, sin embargo no cuentan con estudios específicos que señalen su grado de contaminación y la dispersión de estos contaminantes en el sitio con la finalidad de contar con posibilidad de generar en la planificación de un uso adecuado acorde a las características del sitio y los contaminantes encontrados, por ello y como se señala en el Estudio de Riesgo, el instrumento de planificación queda únicamente limitado a su identificación como área no edificable, impidiendo con ello el uso en el área, hasta contar con estudios específicos de cada uno de ellos y así definir el área de restricción, y los usos permitidos y prohibidos.

La tendencia de esta situación, sin contar con una planificación actualizada, generará exposición de la población a contaminantes con las consecuencias que ello puede traer a la calidad de vida y la salud de las personas.

Los elementos necesarios de contemplar para generar un cambio de escenario de tendencia son:

- Identificación de áreas de relave y establecer una zonificación apropiada, que evite la exposición de la población frente a contaminantes.
- El entorno al área debe contar con restricciones a la habitabilidad.

Otro aspecto de la tendencia de este factor corresponde a la posibilidad de aumento de la industria minera en el área, lo cual posee dos impactos, uno de ellos relacionado con la exposición de contaminantes en torno a caminos y poblaciones cercanas, y otro referido a al uso del agua, recurso escaso en el área comunal y a nivel regional. Tal situación generaría un

Folio014123

deterioro de los ambientes naturales, especialmente de los acuíferos y el curso hídrico del río Huasco, además de generar posible mayor exposición de contaminantes en la ciudad al ser este el principal centro administrativo de la comuna, y genera una atracción de nuevas inversiones en su entorno.

Los elementos necesarios de considerar para generar cambios respecto de este tema son:

- Establecer con claridad caminos de tránsito de camiones con cargas contaminantes en los cuales se evite el tránsito de ellos por sectores poblados.
- A nivel comunal se debe relevar los cursos hídricos permanentes y no permanentes del área comunal, como una medida de protección del recurso hídrico y de los ecosistemas que proveen, como es el caso de la Quebrada el Jilguero, que es reconocido como sitio prioritario de conservación junto al área de desierto florido que abarca una parte de la superficie entorno al área urbana.

VIII.3 FCD 3. AMENAZAS NATURALES.

El factor crítico relacionado con las áreas de amenazas identificadas en el área de estudio fue seleccionada debido a lo importante que han resultado los fenómenos naturales en torno al área urbana.

De acuerdo con el Estudio de Riesgos del PRC de Vallenar, los fenómenos de desastres presentan una periodicidad, asociada principalmente a los fenómenos climáticos gatillantes, que en la mayoría de los casos se refieren a bajas presiones que afectan el sector cordillerano de la Región, con la subsecuente activación de las quebradas y el río principal desatando fenómenos de inundación y de remoción en masa, principalmente flujos.

A continuación, se abordan los criterios considerados para este factor:

- **Identificación de amenazas naturales (inundaciones y fenómenos de remoción en masa)**

En la localidad urbana de Vallenar, dada las características geomorfológicas y climáticas, se identifican las siguientes amenazas:

Cuadro 10. Amenazas naturales en el área urbana de Vallenar.

Área de Riesgo	Tipología	Amenaza	Evento Detonante
Zonas inundables o potencialmente inundables	Áreas contiguas a ríos, esteros y cursos de agua no canalizados	Inundación	Precipitaciones Intensas
	Áreas contiguas a napa freática o pantanos	Anegamiento	Precipitaciones Intensas
Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.	Remoción en masa	Remoción en masa	Sismos Precipitaciones Intensas

Fuente: Estudio de Riesgos PRC Vallenar.

A.- Áreas de inundación

El estudio “Análisis Integrado de Gestión en Cuenca del Río Huasco, Región de Atacama”, elaborado por la DGA en 2013, realiza una recopilación histórica de los caudales medios mensuales del río Huasco, sector Santa Juana (14 kilómetros al este de la ciudad de Vallenar) antes y después de la construcción del embalse Santa Juana. El embalse ha actuado como

elemento regulador del caudal del río Huasco, posee un volumen de almacenamiento de 166 Mm3, comenzando sus operaciones en el año 1997.

Las crecidas anteriores al año de construcción del embalse son recordadas por vecinos antiguos de la ciudad de Vallenar, entre ellas la de 1966 y 1985.

Figura 43. Vista del río Huasco en Vallenar – 25 de marzo 2015.



Fuente: ttps://twitter.com/rorrocp/status/580850717159755778/photo/1?ref_src=twsrc%5Etfw

Las precipitaciones ocurridas en marzo del año 2015 en la Región de Atacama, también afectaron la ciudad de Vallenar. En este caso, el día 25 de ese mes, se da cuenta de la caída de cuatro vehículos al río Huasco en la ciudad.

A pesar de la importante cantidad de precipitaciones, el embalse Santa Juana, desempeñó nuevamente un rol regulador del caudal proveniente aguas arriba del sector de Santa Juana, evitando así una crecida mayor del cauce aguas abajo y un posible desborde y tragedia en el sector de la ciudad. No obstante, las quebradas del Jilguero (inmediata a la ciudad de Vallenar) y la de Carrizo (ambas tributarias del río Huasco), ubicada unos 13 kilómetros al oriente de la ciudad de Vallenar, registraron importantes arrastres de material, principalmente de limo y gravas de menor tamaño.

Las quebradas que cobran interés para determinar la susceptibilidad de inundación son, aquellas que rodean la ciudad y que desaguan en el río Huasco, con énfasis en aquellas aguas arriba de la ciudad. La siguiente figura muestra una parte de la red de quebradas que rodean la ciudad.

Se estima que la sección oriente de la ciudad, donde desagua la quebrada del Jilguero, constituye uno de los puntos priorizados para el análisis. Otro punto de interés se ubica al poniente de la ruta 5 norte, sobre el margen norte del río Huasco, este sector constituye un área de ocupación, principalmente asociada a la actividad agrícola que se desarrolla en el valle. Adicionalmente se han detectado algunas ocupaciones recientes de características precarias, las cuales se han localizado en las salidas de las quebradas Valparaíso y Membrillo, ver figura siguiente. Particularmente, la quebrada Membrillo recibe aportes de tres quebradas superiores, entre ella la Marañón, una de las más profusas del área.

Para el área se ha considerado la susceptibilidad de riesgo de inundación referidas a desborde de cauce y anegamiento, considerando que se implementará la información de esta etapa con estudios que realiza la DOH en el sector urbano.

Las áreas resultantes se presentaron en el titulo referido a las problemáticas ambientales.

B.- Áreas bajo susceptibilidad de remoción en masa

A partir del mapa de pendientes se observa que debe prestar atención principalmente a los sectores periurbanos, donde se presentan las mayores pendientes, especialmente en los saltos de pisos sobre los cuales se asienta Vallenar y del mismo modo las quebradas señaladas en el

Folio014125

punto anterior, aun cuando los materiales arrastrados en las ultimas crecidas no alcanzaron a llegar a la ciudad.

Adicionalmente, se han detectados sectores con erosión acentuada en las laderas, principalmente en las inmediaciones de la ciudad de Vallenar.

Las áreas resultantes se presentaron en el titulo referido a las problemáticas ambientales.

- **Proyecciones de intensificación de fenómenos extremos como evidencia del cambio climático**

De acuerdo con los antecedentes de la línea base (1980-2010) y proyección al año 2050[39], la comuna de Vallenar es posible caracterizarla en base a datos estadísticos de promedio de temperaturas estivales e invernales de 17,6° y 8,4° C respectivamente y con precipitaciones media anual de 49 mm. Estos datos reflejan condiciones medias de las variables climáticas, las cuales al ser evaluadas a partir de su tendencia es posible identificar patrones de aumento o de disminución de las variables, lo que permite afrontar posibles escenarios futuros asociados al cambio climático.

Las proyecciones de los datos al año 2050 en la comuna evidencian cambios, especialmente respecto de las temperaturas, donde se evidencia un claro aumento del promedio estival e invernales, en ambos casos de 2°C. Tal situación puede generar cambios en los sectores precordilleranos como por ejemplo: presencia de mayores precipitaciones líquidas, derretimiento de nieves y reducción de superficies glaciares remanentes, y un aumento temporal y estacional en los caudales de los ríos con posibles cambios en el paisaje del valle. Respecto de las precipitaciones estas en la tendencia reflejan una disminución tanto de las promedio, más bajas y más altas, en esta última existe una importante disminución de 7 mm. Este cambio puede afectar la cobertura vegetal y cambios importantes en las condiciones ambientales, como lo señala Juliá et al.[40]

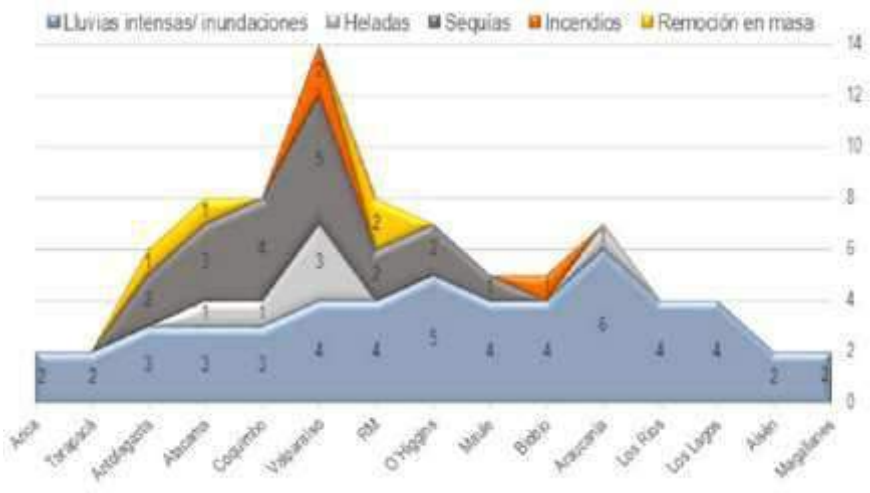
Además de los cambios en las principales variables climáticas, se prevé un cambio en la frecuencia e intensidad de los eventos extremos, según lo señalado por el Plan de Cambio Climático para ciudades (2018), lo cual es evidenciado por los datos cada vez más frecuentes de impactos de catástrofes ligadas a condiciones climáticas.

En la imagen a continuación, se presentan una gráfica con catástrofes asociadas al clima en un periodo de 1990 a 2016, para la Región de Atacama. En la gráfica se observan catástrofes principalmente asociadas a lluvias intensas, inundaciones y sequías. Los últimos eventos registrados de aluviones en la comuna, de acuerdo con el Estudio de Riesgos del PRC de Vallenar, cuentan registros en los años 1966, 1985, 1998 y 2015, existiendo una frecuencia en su ocurrencia de 19 años, rangos que en los últimos años han disminuido su frecuencia incluso existiendo fenómenos cada 1 año.

[39] Elaboración de una base digital del clima comunal de Chile: línea base (1980-2010) y proyección al año 2050. Informe Final. Julio 2016 (PNUD y MMA).

[40] Capítulo 3 “Características climática de la Región de Atacama”. Disponible en línea: http://www.biouls.cl/lrojo/lrojo03/public_html/libro/03.pdf

Figura 44. Catastrofe asociadas al clima en el periodo 1990 – 2016.



Fuente: MINVU 2016 en Plan Cambio Climático para ciudades (2018).

Esta información permite anticiparse al nuevo escenario climático y ambiental que se proyecta para la comuna, aportando conocimiento para la planificación del área urbana.

VIII.3.2.- Tendencia y elementos que pueden influir en hacer algún cambio del FCD 3

La tendencia respecto del poblamiento, considerando las amenazas que afectan al área urbana y el crecimiento del área actual, es que al no existir planificación acorde a los fenómenos que ocurren en la actualidad podría generar afectación de población producto de crecidas del río, y asociada también a fenómenos de remoción en masa (desprendimientos y flujos).

Actualmente existen sectores en la terraza baja que se encuentran afectados por inundación, estos se ubican en el sector poniente. Esta superficie de inundación se expande, al ampliarse el valle y la planicie de inundación.

La falta de nomas adecuadas, que permitan proteger a la población frente a inundaciones y fenómenos de remoción en masa, puede generar pérdidas de vidas y de infraestructura.

Por lo anterior, los elementos que se deben tener en cuenta para evitar la tendencia es:

- Planificar el área urbana de acuerdo con un estudio actualizado que define áreas de riesgos.
- Establecer normas que permitan generar una disminución de los impactos de amenazas naturales, permitiendo la edificación únicamente considerando medidas de mitigación pertinentes.
- Definir vialidades que ayuden a la evacuación de los sectores afectados.
- Localizar los equipamientos básicos (postas, hospitales, copa de agua potable, etc.), fuera de áreas de riesgos, con la finalidad de que estos se encuentren operativos a la hora de un desastre.

VIII.4 FCD 4. NUEVOS PROYECTOS QUE GENERAN IMPACTOS EN EL ÁREA URBANA

Este factor considera los impactos que generaran dos grandes proyectos proyectados para el área comunal, sobre los cuales en la actualidad existe gran especulación a nivel regional, y que sin duda por el tamaño de la producción, generará movimiento y cambios en la comuna. Este factor contempla los impactos relacionados con las demandas que se generaran sobre la

ciudad de Vallenar, centro urbano más cercano a las nuevas instalaciones, principalmente referidas a servicio y comercio para los trabajadores y nuevos residentes.

Sin duda este es un factor relevante a la hora de planificar la ciudad de Vallenar, considerando el posible aumento de la población, y los requerimientos asociados a infraestructura de la ciudad (vial), servicios, comercio y a las actividades productivas asociadas a las nuevas instalaciones.

A continuación, se expone el criterio considerado en este factor:

- **Aumento de población y demanda de servicios y comercio en el área urbana, por la llegada de nuevas inversiones en la comuna**

Este factor se refiere a la llegada de nuevos proyectos al área urbana o en las comunas cercanas, principalmente asociada a la actividad minera, que generarán cambios en la dinámica urbana y comunal actual debido a la fuerte inversión de mediano y largo plazo contemplada por estos proyectos.

Existen en la actualidad dos grandes proyectos mineros uno de ellos corresponde a Nueva Unión y el otro a Pascualama, proyecto actualmente paralizado, aunque con posibilidades de iniciar cambios en el proyecto que permitan ingresar nuevamente a evaluación ambiental en búsqueda de un fallo positivo para iniciar su operación.

El primero de los proyectos, Nueva Unión, contempla una inversión de US$ 3.500 millones aproximadamente, con el objetivo de extraer cobre, oro y molibdeno no desarrollados. Este proyecto de acuerdo con sus proyecciones sería el único de este tipo en América, con una producción anual estimada de 190.000 toneladas de cobre, 315.000 onzas de oro, y una vida útil del proyecto se estima en, al menos, 40 años en los que se proyecta 1400 empleos durante la operación.

Pascua Lama, es una mina de oro y plata a rajo abierto, ubicada a más de 4.000 metros de altura en la frontera de Chile con Argentina (entre los 3.800 y los 5.200 metros). Se ubica en la provincia del Huasco, región de Atacama; mientras que Lama se sitúa en la provincia de San Juan, por el lado argentino. La inversión corresponde a 2.300-2.400 millones de dólares, con una vida útil de al menos 23 años. Se estima que Pascualama creará 6.500 empleos directos durante la etapa de construcción y 1.660 puestos de trabajo durante los 23 años de operación, aunque estos empleos al ser un proyecto binacional se reparten entre Argentina y Chile.

VIII.4.1.- Tendencia y elementos que pueden influir en realizar un cambio del FCD 4

Se espera una tendencia respecto del proyecto Nueva Unión que entregue 1.400 empleos durante 40 años, tal situación generará en la ciudad más cercana, Vallenar, una posible dinámica de nuevo poblamiento e inversiones que surtan de equipamiento a los nuevos residentes.

Respecto de Pascualama al igual que el proyecto Nueva Unión, también se espera una cifra similar de empleo, aunque al ser un proyecto binacional, es probable que esta demanda se reparta en ambos países, por esto se estima una demanda de empleo de alrededor de 800 personas. Esta situación también es probable que genere empleos a nivel local o que genere llegada de nuevos residentes en el área de Vallenar o incluso en ciudades cercanas como Copiapó.

Se espera en ambos proyectos una oferta de empleos de 2000 trabajadores, aunque posiblemente en periodos distintos, estos pueden generar en el área una demanda de residencia, especialmente en Vallenar por su cercanía. Lo cual puede generar cambios en la ciudad y su dinámica actual, especialmente por la llegada de nuevos proyectos de inversión

inmobiliaria y de servicios y comercio asociado a esta situación, lo cual podría generar problemas en la conectividad interna si esta se mantiene, la localización de nuevas residencias en áreas de riesgo.

Los elementos posibles de cambio son:

- Contemplar en la planificación la incorporación de mejoras en la conectividad interna, por la posibilidad de aumento de tránsito vehicular por la llegada de nuevos residentes.
- Establecer vialidades acorde a la capacidad de nuevos equipamientos comerciales y de servicios, que ya se encuentran construidos y nuevos proyectos asociados a la nueva demanda.
- Contemplar sectores de posible incorporación de proyectos inmobiliarios que cuenten con las condiciones de habitabilidad.

IX.- IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS OPCIONES DE DESARROLLO

IX.1 DESCRIPCIÓN DE OPCIONES DE DESARROLLO

A continuación, se presentan las opciones de desarrollo trabajadas a lo largo de la construcción del Plan, ambas fueron expuestas en talleres de participación ciudadano y en talleres de trabajo con técnicos municipales.

Las opciones de desarrollo propuesta son una representación esquemática de los caminos viables de planificación, los que responden a los objetivos ambientales y criterios de sustentabilidad ambiental, y se enfocan a responder la tendencia y los elementos de cambio identificados en cada uno de los factores críticos de decisión del Plan.

La alternativa de decisión seleccionada es la que refleja respuestas especificas respecto de la tendencia, ya que en ella se establece una zonificación y normas urbanísticas, a diferencia de lo que se trabaja en las alternativas que corresponden a ideas generales de planificación.

Cada opción de desarrollo comprende un resumen de parámetros básicos en la planificación, no entrega detalles acerca de la normativa sino más bien condiciones generales para la planificación. Estos parámetros responden a aspectos identificados en la tendencia referidos a: desintegración del área urbana, deterioro del entorno al río Huasco, exposición de la población a elementos contaminantes y frente a amenazas naturales.

Las opciones de desarrollo o alternativas se estructuraron en base a 5 elementos:

1) **Centralidad**: Se definen centralidades con la finalidad de otorgar mejor acceso a comercio y servicios en toda la localidad, con ello evitar la dependencia respecto del área céntrica d la ciudad.
2) **Intensidad y mix de usos**: Se refiere a la diferenciación respecto de la intensidad de uso con relación a las restricciones del territorio.
3) **Conectividad**: Incorpora nuevas vialidades que permitan mejorar el acceso y la conectividad interna de la localidad.
4) **Sistema de áreas verdes**: orientado a proteger el río Huasco como elemento estructurante de la ciudad.
5) **Alturas de edificación**: Es una norma que permite crecer en altura, sin necesidad de extender los territorios.

El cuadro a continuación revela la forma de incorporación de los objetivos de planificación en las opciones de desarrollo propuestas.

Cuadro 11. Objetivos de Planificación e incorporación en opciones de desarrollo propuestas

OBJETIVOS DE PLANIFICACIÓN	CÓMO SE INCOPORA EN LAS ALTERNATIVAS
Poner en valor los elementos geográficos constitutivos de la ciudad, como son los taludes, el rio, los canales y las terrazas.	Al momento de definir cada una de las alternativas se tiene en consideración su **distribución en terrazas fluvio aluviales**. Se identifica en ambas opciones al río como un eje central de estructuración de la ciudad y se proponen **nuevas centralidades** reconociendo las dificultades respecto de la movilidad interna.
Propiciar el acondicionamiento ambiental del desarrollo urbano en zonas áridas.	Se propone **respetar las condiciones morfológicas** en torno al río Huasco, terrazas fluviales. Además de ello se propone generación de superficies verdes con la finalidad de mantener superficies ventiladas, evitar refracción y

OBJETIVOS DE PLANIFICACIÓN	CÓMO SE INCOPORA EN LAS ALTERNATIVAS
	mantener condiciones naturales que permitan hacer efecto climatizador. Además de ello se proponen en algunas alternativas edificaciones en alturas generando áreas de sombreadores que permitan entregar mejor confort térmico además de evitar la expansión de la ciudad.
Generar un sistema de conectividades que reconozca diferentes modos de movilidad y la particular geografía.	Ambas opciones proponen una **vía multimodal** que permita conectar las distintas terrazas.
Reconocer un patrón morfológico de escalas adecuadas a las diferentes partes de la ciudad y a sus modos de vida.	Se reconoce en ambas alternativas la identificación de las condiciones morfológicas, proponiendo **vialidades que permitan conectar las terrazas**.
Conformar áreas verdes que reconozcan bordes dentro de la ciudad, potenciando canales, miradores/ balcones, taludes.	Se reconocen superficies de áreas verdes, partiendo por el eje central del río y en las diferentes terrazas. Las propuestas de alternativas establecen alternativas de áreas verdes dispersas y otra que **reconoce los taludes entre terrazas y el entorno al río**.
Evitar la dispersión de la ocupación del suelo consolidando un área urbana eficiente y resguardando suelos agrícolas.	La propuesta del límite urbano pretende evitar la extensión de la ciudad, por ello proponen **edificaciones en altura** con la finalidad de utilizar las superficies disponibles en el área urbana bajo **un mix de usos**.

Fuente: Elaboración propia.

Los elementos que configuran cada una de las alternativas u opciones de desarrollo propuestas, se relacionan como se menciona en el cuadro anterior, con los objetivos de planificación propuestos. Estos se describen a continuación:

Cuadro 12. Lineamientos base para configuración de alternativas.

SISTEMA DE ÁREAS VERDES	ALTURA DE EDIFICACIONES
Reducción de superficies reflectantes (fachadas, calles) expuestas a la radiación solar aumentando aquellas zonas no pavimentadas (áreas verdes, antejardines etc.) Evitar conformación de cañones de viento y evitando perdidas de calor y ambientes de confort en el espacio público Garantizar al menos el cubrimiento de superficies horizontales del 70% Densificar el arbolado en los espacios públicos, calles y áreas verdes con especies de hojas caducas y para **obtener efecto climatizador en verano y mayor permeabilidad solar en invierno.**	Angulo de apertura al cielo (75°), acceso a la radiación solar en el invierno y la protección de esta en el verano. Reducción de superficies reflectantes (fachadas, calles) expuestas a la radiación solar aumentando aquellas zonas no pavimentadas (Av. antejardines etc.) Evitar conformación de cañones de viento con la inclusión de antejardines y retranqueos en edificación en altura **evitando perdidas de calor y ambientes de confort en el espacio público**.
CONECTIVIDAD	**CENTRALIDADES: INTENSIDAD Y MIXICIDAD**
Corredores verdes multimodal (en circuito o zigzag) favoreciendo la conectividad de las centralidades, bienes, servicios y personas a través transporte público, vehicular, ciclovía y peatonal.	Generar un mix de usos al interior del área urbana, favoreciendo el **desplazamiento y la provisión de nuevos desarrollos**.

Integrar estrategias correspondientes al sistema de áreas verdes contribuyendo a construir una sucesión de espacios públicos que aporten beneficios **bioclimáticos a la ciudad**.	

Fuente: Elaboración propia.

IX.1.1.- Opción de desarrollo A: Reforzamiento de un sistema de polos urbanos.

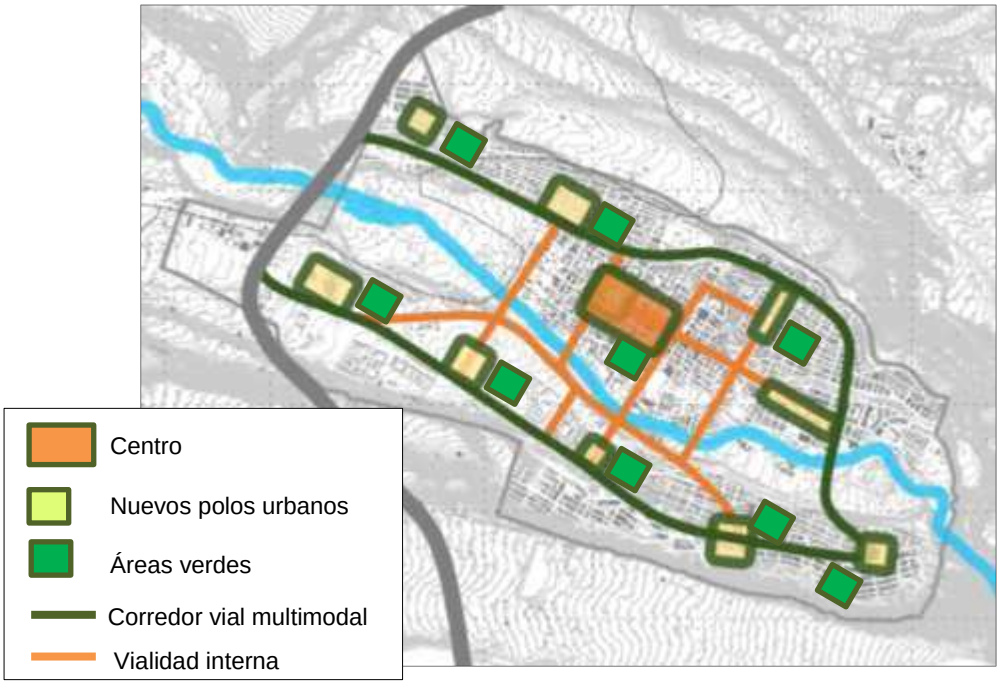
La opción de desarrollo “A” pretende generar la consolidación del área urbana de Vallenar, mediante la definición de un gran centro y múltiples subcentros, los cuales permitan entregar servicios a las áreas altas de la localidad, atendiendo de esta forma la demanda de bienes y servicios emergentes.

Respecto de la conectividad propone un corredor vial multimodal, en el cual convivan transporte público, privado y bicicleta. Este conecta el borde externo de la localidad generando conectividad entre los subcentros, con ello evitar la congestión en el área céntrica y permite generar desarrollo en los barrios emergentes. Así mismo establece conectividades al interior del área urbana que conecten transversalmente la ribera norte y sur del río Huasco.

Respecto de las áreas verdes estas se distribuyen en pequeños fragmentos asociados a los subcentros, estas superficies se encuentran dispersas en toda la superficie urbana.

En cuanto a la edificación del área urbana, se propone mayor intensidad de uso en áreas dispersas, principalmente agrupados en los sectores de terrazas altas (rectángulos en color amarillo en Figura siguiente), con esto se respeta las condiciones del paisaje urbano actual y permite generar mayores intensidades de uso en áreas con menor riesgo, asociado a fenómenos naturales.

Figura 45. Opción A “Reforzamiento de un sistema de polos urbanos”



Fuente: SURPLAN.

IX.1.2.- Opción B: “reforzamiento de ejes que siguen la topografía urbana”.

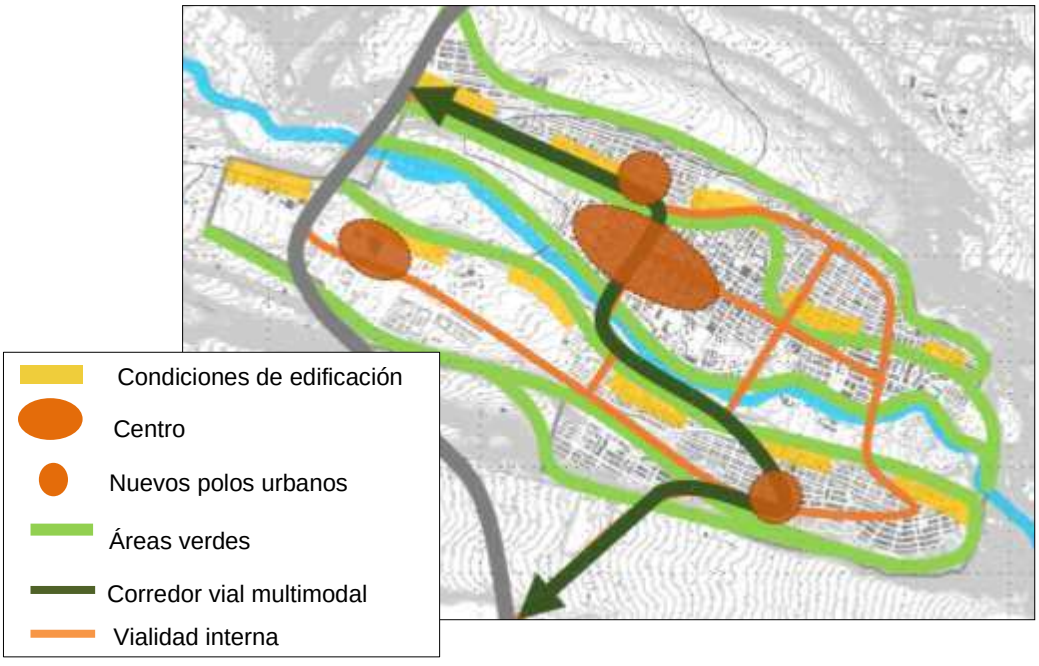
La opción B define centralidades asociada a desarrollos emergentes, sin embargo estos se priorizan, definiendo 3 subcentros, además del centro mayor. Con esto la alternativa reconoce las condiciones topográficas, surtiendo de comercio y servicios a los distintos sectores de la ciudad, incluyendo con ello a las terrazas altas, medias y bajas.

Los subcentros definidos se conectan a través de un corredor vial en zigzag asociado a las condiciones topográficas, pasando por el área céntrica principal. Se propone un centro fuera del corredor, el cual se conecta con vialidades estructurantes del área urbana. En cuanto al área céntrica, se definen principalmente vías paralelas al curso hídrico respetando las condiciones topográficas, existiendo 3 cruces sobre el río Huasco.

Las áreas verdes propuestas pretender hacer frente a dos necesidades de la localidad, por un lado proteger y poner en valor elementos naturales relevantes, y por otro entregar a la comunidad nuevos espacios públicos de esparcimiento y recreación. Es así como en base a las condiciones del paisaje y topográficas, se establecen áreas lineales en torno a riberas del río Huasco, taludes de terrazas y canales.

Respecto de las condiciones de edificación, específicamente la altura (color amarillo en figura siguiente), se definen áreas de mayor intensidad de uso sobre las terrazas altas, las cuales se distribuyen en forma lineal reconociendo la morfología de área, y generando mayor ocupación sobre superficies no afectadas por fenómenos de inundación, aunque con resguardos respecto de fenómenos de remoción en masa.

Figura 46. Opción B “Reforzamiento de ejes que siguen la topografía urbana”



Fuente: Elaboración propia.

Folio014133

IX.2 COHERENCIA DE LAS ALTERNATIVAS CON EL CRITERIO DE SUSTENTABILIDAD Y LOS OBJETIVOS AMBIENTALES

A continuación, se evalúa la coherencia de las alternativas propuestas para la localidad urbana de Vallenar, en relación con el cumplimiento de los criterios de sustentabilidad y los objetivos ambientales propuestos.

La evaluación de la coherencia se realiza en base a una puntuación, que establece:

- +1 para la alternativa que posee coherencia con respeto a los objetivos ambientales y criterios de sustentabilidad.
- -1 para la alternativa que no posee coherencia con respecto a los objetivos ambientales y criterios de sustentabilidad.

Esto representa un antecedente para comenzar la evaluación de las alternativas, ya que la alternativa seleccionada debe presentar coherencia con respecto a los criterios de sustentabilidad y los objetivos ambientales propuestos.

Cuadro 13. Coherencia del Criterio de sustentabilidad con opciones de desarrollo.

CRITERIO DE SUSTENTABILIDAD	OPCIÓN A	OPCIÓN B
Criterio 1.- "Vallenar promueve el desarrollo compacto de la ciudad, con barrios integrados e independientes"	+1	+1
Criterio 2.- "Vallenar resguarda sus elementos naturales y rescata espacios desvalorados en la ciudad, velando por el patrimonio histórico tangible y el resguardo de su población"	-1	+1
Criterio 3.- "Vallenar reconoce su geografía, favoreciendo la conectividad y protegiendo al río Huasco y su entorno"	-1	+1
TOTAL	**-1**	**3**

Fuente: Elaboración propia.

La opción B es la que presenta mayor coherencia respecto de los tres criterios de sustentabilidad definidos para el Plan, ya que aborda en su propuesta general el desarrollo urbano, favoreciendo el desarrollo de barrios y evitando la dispersión de la ciudad mediante la definición de centros en sectores altos, sin la presencia de multiplicidad de centralidades que implica posibles expansiones a futuro, como la alternativa A. Además, abarca el criterio referido a los elementos naturales y patrimoniales de valor, ya que genera áreas verdes asociados a elementos valorados, destacando en su definición el paisaje y condiciones topográficas del territorio, lo que a su vez ayuda a proteger a la población frente a peligros naturales. Y por último esta alternativa reconoce la geografía, al definir áreas verdes en torno a los taludes y en torno al río, y favorece a conectividad interna en la ciudad, especialmente entre el altiplano y el Valle al proponer una vialidad en zigzag.

En ambas alternativas se reconoce el centro histórico como un elemento relevante en la definición de centralidades, por ello el tema patrimonial histórico se considera contemplado por la propuesta en ambos casos, sin embargo, en la opción A no se contemplan elementos naturales valorados como parte del paisaje del área urbana.

Respecto del criterio referido al reconocimiento de la geografía, favoreciendo la conectividad y protegiendo al río Huasco y su entorno. La alternativa A no reconoce elementos relevantes de la geografía como los taludes y el entorno al río, ni genera nuevas conectividades que permitan

Folio014134

conectar los sectores altos con el valle. Por lo tanto, no responde al criterio de sustentabilidad definido.

Cuadro 14. Coherencia de los objetivos ambientales con opciones de desarrollo

OBJETIVOS AMBIENTALES	OPCIÓN A	OPCIÓN B
Fomentar la integración de elementos naturales valorados (cursos hídricos) al medio urbano, mediante la definición de una red de áreas verdes teniendo en consideración la disponibilidad del recurso hídrico y áreas de sombreado, que priorice el mejoramiento de las condiciones ambientales, y a su vez actúen como áreas de recreación y de movilidad peatonal.	-1	+1
Proteger a la población frente a amenazas naturales y antrópicas en el área urbana, mediante la definición de normas urbanas que eviten el poblamiento en áreas de riesgo como: definición de área verdes en superficies de taludes de las terrazas y en superficies en torno al Río Huasco, y zonas no edificables para el caso de riesgos antrópicos asociados a relaves abandonados, y estableciendo medidas de mitigación de amenazas y mejoramiento de ambientes contaminados fijadas por los servicios pertinentes.	-1	+1
Resguardar elementos patrimoniales tangibles y su entorno característico de la ciudad, mediante la definición de zonas de conservación histórica ubicadas en el área céntrica de la ciudad que con sus normas mantengan la imagen urbana del área fundacional.	0	0
TOTAL	**-2**	**+2**

Fuente: Elaboración propia.

La opción A presenta incoherencia respecto de los objetivos propuestos, ya que en la mayor parte de ellos no considera la incoporación de los objetivos en sus lineamientos. Si bien incorpora una vialidad multimodal que permita conectar la localidad y considera con ello las condiciones topográficas del área, no existe integración de ellas, ni incorporación de elementos como el río, sino más bien se propuestas se basa en superficies de áreas verdes puntuales que permiten surtir a la ciudad de nuevas áreas de recreación, sin embargo no protege elementos caracteristicos del paisaje. Si bien contempla mayores densidades de poblamiento en sectores altos de la ciudad, no refleja una intención de protección asociada a usos especificos que impidan el poblamiento en sectores de mayor fragilidad ambiental, como taludes y en torno al río.

La opción B presenta coherencia en la mayor parte de los objetivos, la valoración de elementos naturales reconociendo las condiciones locales del paisaje y la topografía, ya que propone sistemas de áreas verdes lineales en función de las riberas del río y de las superficies de terrazas, taludes y canales, lo cual a su vez va de la mano con el objetivo de reducir la exposición de la población frente a amenazas naturales. Además integra en sus lineamientos la integración de los elementos naturales, al considerar las condiciones geográficas a la hora de planificar.

El objetivo referido al patrimonio no es abarcado por ninguna de las alternativas, ya que al momento de manejar las directrices no se considero esta variable, ya que responde a una propuesta de zonificación especifica. Sin embargo, en ambas opciones de desarrollo se

Folio014135

considera incluir en las centralidades al centro cívico, pese a ello no se mencionan las caracteristicas patrimoniales de esta área y la necesidad de protegerla.

IX.3 EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS AMBIENTALES Y DE SUSTENTABILIDAD DE LAS OPCIONES DE DESARROLLO

La evaluación ambiental de las alternativas debe tener en cuenta las sinergias y los conflictos de las alternativas u opciones de desarrollo, en relación a las dimensiones del ambiente y la sustentabilidad, mediante el marco de factores críticos de decisión o temas claves.

Se utilizará una matriz construida en base a la evaluación de oportunidades y riesgo, donde respecto de cada alternativa se da un juicio de valor con respecto a posibles implicancias positivas (oportunidades) y negativas (riesgos) que podría llevar la implementación de una alternativa u opción de desarrollo.

De acuerdo a la Guía de Orientación para la EAE en Chile (2015), se recomienda tener presenta al contar con los resultados de la evaluación lo siguientes temas:

• Las ventajas ofrecidas por las distintas opciones para abordar los riesgos y las oportunidades
• Las barreras existentes para abordar las diversas oportunidades y riesgos
• La opción de desarrollo con mayor facilidad de actuación ante los riesgos y oportunidades

Con lo anterior es posible determinar la mejor alternativa en términos ambientales para en este caso planificar Vallenar.

El cuadro siguiente presentan los resultados de la evaluación de cada una de las opciones de desarrollo estudiadas.

Cuadro 15. Matriz de Evaluación Oportunidades y Riesgos.

FACTORES CRÍTICOS DE DECISIÓN (FCD)	OPCIÓN A Reforzamiento de un sistema de polos urbanos		OPCIÓN B Reforzamiento de ejes que siguen la topografía urbana	
	OPORTUNIDADES	RIESGOS	OPORTUNIDADES	RIESGOS
FCD 1. Integración y valoración de los cursos de agua (ríos y canales) de la ciudad.	Propone la definición de múltiples centros lo cual se encuentra vinculado con la integración de barrios y sectores de la ciudad de Vallenar. Con estos múltiples centros se logra dotar de mayor oferta de comercio y servicios evitando la dependencia al centro principal.	No contempla en su diseño la variable referida al paisaje natural, ya sea integrándolo o reconociéndolo en la planificación. Respecto de la integración, es importante destacar que al existir múltiples centros no se logra una integración, sino más bien una dispersión del área céntrica.	Reconoce las condiciones del paisaje y su topografía, al disponer tanto los centros como las superficies de áreas verdes en forma lineal contemplando taludes, canales y entorno al río Huasco. Incorpora 3 centralidades adicionales al centro principal, ubicadas en el sector bajo y alto de la ciudad, se evalúa positivamente ya que permite generar mayores ofertas de servicios, evitando la	Superficies de áreas verdes demasiado extensas, ya que siguen la topografía del área, lo que implica recursos municipales para concretarlas.

			dependencia de un centro único, más aun considerando las dificultades de desplazamiento en la ciudad. A diferencia de la alternativa A no genera una dispersión de unidades centrales sino que centra los esfuerzo en 4 centros principales, fomentando la integración del área urbana.	
FCD 2. Presencia de actividades contaminantes asociada a la actividad minera y disposición de residuos domiciliarios.	No se identifica. Respecto de la disposición de residuos existen medidas a nivel municipal relacionadas al tema, referidas a la educación ambiental, Además existe organización respecto de la recolección y disposición de los residuos.	No contempla una zonificación respecto de la presencia de desechos contaminantes.	No se identifican áreas de relaves en la alternativa, sin embargo la propuesta define superficies verdes en torno al río, sector donde existen relaves y trapiches abandonados. Respecto de la disposición de residuos existen medidas a nivel municipal relacionadas al tema, referidas a la educación ambiental. Además existe organización respecto de la recolección y disposición de los residuos.	Se requiere una visión integral, reconociendo todas las superficies de relaves con la finalidad de evitar impactos en la población cercana.
FCD3. Amenazas Naturales	La propuesta de un corredor multimodal se considera una oportunidad en relación a las amenazas naturales, ya que esta nueva vialidad mejora la conectividad y sirve como un elemento de evacuación y de movilidad efectivo. Además propone en los sectores de terrazas altas mayor intensidad de uso con lo cual responde a	No incorpora las condiciones geográficas a la hora de planificar. Si bien propone áreas verdes estas se encuentran dispersas y no permiten hacer frente a posibles deslizamientos o inundaciones, con la finalidad de atenuar o disminuir el impacto. Respecto de la intensidad de uso en sectores altos, si bien se reconoce	Al reconocer las superficies lineales de áreas verdes en torno al río y taludes, se impide el uso de estas superficies para uso residencial, con ello se protege a la población frente a las amenazas que se encuentra expuesta Vallenar. Además se incluye una vía en zigzag, que en función de las condiciones geográficas del área permite generar	Si bien existe la incorporación de una vía multimodal, existen escasas vialidades norte – sur, lo cual dificulta la conectividad interna en la ciudad. La incorporación de edificaciones en altura de evalua como un riesgo al incluir bloques bordeando taludes por los posibles amenazas a las que se encuentran expuestos, pese a

	respectar las condiciones del paisaje y genera un poblamiento mayor en sectores expuestos a menos amenazas.	que existe distanciamiento del río, igualmente se encuentran expuestos a los fenómenos de remoción en masa de los taludes entre terrazas.	conectividad entre el sector de altiplano y el valle, con ello se facilita la movilidad en caso de evacuaciones, por ejemplo.	contar con las superficies de áreas verdes.
FCD 4. Nuevos proyectos que generan impactos en el área urbana.	Incorpora y reconoce múltiples centros, con la finalidad de evitar la dependencia respecto del centro principal y así lograr que los barrios se desarrollen. Esto permite que al llegar nuevos residentes asociado a nuevos proyectos la ciudad no se encontrará colapsada al existir múltiples centros que otorgan acogida a nuevas demandas. Incorpora una vía multimodal y conectividades norte sur que mejoran la movilidad interna, tal situación permite afrontar la llegada de nuevas inversiones de manera adecuado otorgando cabida en ciertos sectores actividades de mayor impacto.	Falta de precisión de nuevos núcleos industriales inofensivos en la propuesta.	No se identifica en la propuesta. Sin embargo, se valora de forma positiva la incorporación de áreas de mayores densidades en las superficies de terrazas, las cuales otorgan mayor cabida de población residente en Vallenar. Además se incorporan nuevas centralidades, aunque en menor número que la alternativa anterior, las cuales permiten surtir de servicios y comercio a nuevos residentes y nuevas inversiones.	No existe precisión respecto de las áreas industriales, para lo cual también se requiere evaluar las vialidades en su entorno, con la finalidad de evitar impactos en la población residente.

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a cada uno de los factores críticos, a continuación se señala los aspectos relevantes de la evaluación:

1.- Integración y valoración de los cursos de aguas (río y canales) de la ciudad.

Respecto de este factor la alternativa B presentan en la mayor parte de los parámetros una evaluación positiva, ya que proponen centralidades que favorecen el crecimiento de subcentros en áreas de terrazas bajas y altas, promoviendo el desarrollo también en los sectores altos de Vallenar, a la vez establece un corredor multimodal que permite unir los tres centros urbanos propuestos. Define áreas verdes lineales reconociendo las condiciones geográficas del área con lo cual se protege elementos naturales valorados como el río y el sector de vegas, y a la vez a la población frente a amenazas naturales.

La opción A es evaluada negativamente en relación a las áreas verdes, ya que esta propone áreas verdes fragmentadas, que si bien son un aporte a la localidad, en términos paisajísticos y

reconociendo áreas de interés natural, no representan un aporte real en términos ambientales, debido a su escasa extensión. Propone múltiples centros con lo cual genera más bien una desintegración del área urbana y no genera espacios de encuentro en la ciudad como ocurre en la alternativa B al considerar el entorno al río como espacio de integración y esparcimiento.

A continuación se presentan los agentes o elementos de cambio considerados para este factor.

Respecto de ello, **la alternativa B** presenta acercamiento a los agentes de cambio, aquellos no considerados por la alternativa son marcados (en negrita) con la intención que ellos sean considerados en el Plan propuesto.

Agentes de cambio Elemento no considerado en la alternativa mejor evaluada para este factor.	– **Potenciar los ejes transversales vinculantes de los distintos estratos sociales** – **Vincular espacios urbanos a través de circuitos y recorridos viales que permitan el uso de modos de transporte no convencionales.** – **Generar espacios públicos en torno al río como elemento natural principal y estructurante del área urbana, con vegetación nativa que ayude a la infiltración.** – **Evitar la ocupación de suelos en el entorno al río y áreas de vegas, lugares con ecosistemas que favorecen las condiciones naturales de infiltración y por ende ayudan a la protección del acuífero.** – Proteger los canales de regadío que cruzan la ciudad, como elementos relevantes del medio construido, por aspectos identitarios, y reconociendo con ello la importancia ambiental que poseen. Con ello se evita que estos sean el patio trasero de las villas.

2.- Presencia de actividades contaminantes asociada a la actividad minera.

La alternativa A se considera neutra, ya que no propone medidas o una zonificación específica para ello. En cambio la alternativa B reconoce en torno al río un área verdes o un sistema de área verde que permite proteger el río, y a la vez permitiría definir área de mejoramiento en el caso de la presencia de relaves en torno a esta amplia superficie de áreas verdes en torno al río, sector que posee presencia de plantas en abandono. De acuerdo a una revisión normativa presente respecto de las faenas en abandono, se requiere de un estudio específico que permita establecer usos de suelo en el área, por ello se considera implementar una zona no edificable, impidiendo con ello el uso de los suelos, hasta no saber el tipo de contaminantes que poseen y la forma como es posible remediarlos.

A continuación se presentan los agentes o elementos de cambio considerados para este factor.

Agentes de cambio Elemento no considerado en la alternativa mejor evaluada para este factor.	– **Identificar áreas de relave, junto a estudios que permitan establecerlos como contaminantes y así definir una zonificación apropiada, que evite la exposición de la población frente a contaminantes.** – **El entorno debe contar con restricciones de habitabilidad.** – **Establecer caminos de tránsito de camiones con carga contaminante.** – **Valorar los cursos hídricos a nivel comunal**

Folio014139

3.- Amenazas naturales.

Respecto de este factor se evalúa positivamente la alternativa B respecto de la conectividad debido a que se reconoce que las vías al generar mejor conexión entre el valle y el altiplano permiten establecer posibilidades de evacuación en caso de amenazas. Respecto de las áreas verdes se reconoce su definición a partir de las condiciones del paisaje, donde se establece un sistema de áreas verdes en torno al río Huasco y también en los taludes, dos sectores afectados por amenazas, el primero por inundación, mientras que el segundo por remoción en masa.

La alternativa A no contempla en su definición de áreas verdes como superficies de protección en términos de paisaje o protección de la población, por ello es evaluada de forma negativa en todos sus aspectos, a excepción de la conectividad debido a que incorpora nuevas vialidades lo cual favorece la evacuación. Sin embargo en relación a las alturas esta opción presenta mayor dispersión de edificaciones en alturas y por lo tanto genera menor impacto, especialmente en sectores más vulnerables como los taludes de terrazas.

A continuación se presentan los agentes o elementos de cambio considerados para este factor. Respecto de ello, la alternativa B presenta acercamiento a los agentes de cambio, aquellos no considerados por la alternativa son marcados (en negrita) con la intención que de ellos sean considerados en el Plan propuesto.

Agentes de cambio Elemento no considerado en la alternativa mejor evaluada para este factor.	– Planificar el área urbana de acuerdo a un estudio actualizado que define áreas de riesgos. – Establecer normas que permitan generar una disminución de los impactos de amenazas naturales, permitiendo la edificación únicamente considerando medidas de mitigación pertinentes – Definir vialidades que ayuden a la evacuación de los sectores afectados. – **Localizar los equipamientos básicos (postas, hospitales, copa de agua potable, etc.), fuera de áreas de riesgos, con la finalidad de que estos se encuentren operativos a la hora de un desastre.**

4.- Nuevos proyectos que generan impactos en el área urbana.

Respecto de este factor la alternativa B es la mejor evaluada, ya que propone varios núcleos de centralidad, permitiendo el crecimiento de nuevos polos de desarrollo en distintos lugares de la ciudad, evitando con ello la concentración excesiva en el área céntrica. Además de ello se proponen nuevas opciones viales que permiten conectar la ciudad internamente, evitando la congestión. Respecto de las otras directrices, áreas verdes y alturas, este factor no representa una medida en específico respecto de ello.

Agentes de cambio Elemento no considerado en la alternativa mejor evaluada para este factor.	– **Contemplar en la planificación la incorporación de mejoras en la conectividad interna, por la posibilidad de aumento de tránsito vehicular por la llegada de nuevos residentes**. – **Establecer vialidades acorde a la capacidad de nuevos equipamientos.** – **Contemplar sectores de posible incorporación de proyectos inmobiliarios que cuenten con las condiciones de habitabilidad.**

IX.4 ALTERNATIVA SELECCIONADA JUNTO A CONSIDERACIONES DE CAMBIO Y RECOMENDACIONES PARA EL PROYECTO DE PLAN

En resumen, respecto de la evaluación de las alternativas la mejor opción presenta disparidades, por lo que se recomienda la definición de una nueva alternativa que permita congregar los parámetros mejor evaluados con respecto a los factores claves considerados. En resumen, la opción de desarrollo mejor evaluada debería contener los siguientes parámetros en base a aquellos elementos de cambio considerados en la evaluación.

- **Centralidad**: La alternativa mejor evaluada es la alternativa B, debido a que como se señala en el factor crítico de decisión: **Integración y valoración de los cursos de agua,** establece un centro principal con nuevas centralidades generando con ello la integración de la ciudad, ya que permite generar nuevos polos de desarrollo y evitar la dependencia de un único centro, a la vez al generar espacios verdes lineales permite la protección de cursos de agua naturales y artificiales que pasan por la ciudad, y a la vez les otorga relevancia en el área urbana.
- **Conectividad**. La alternativa mejor evaluada corresponde a la alternativa A debido a que el corredor vial propuesto, permite mejorar las condiciones de conectividad interna actualmente distanciadas por las condiciones topográficas del sitio urbano, favoreciendo la integración de la ciudad, evitando generar conexión en el área céntrica debido a posible congestión vial. Este tema al igual que el anterior responden al factor crítico de decisión referido a la **integración y valoración de los cursos de agua**.
- **Áreas verdes**. La opción mejor evaluada corresponde a la opción B, ya que propone áreas verdes lineales reconociendo con ello las condiciones topográficas del área, y haciendo frente a dos factores críticos de decisión:

  1.- FCD 1. Integración y valoración de los cursos de agua, ya que reconoce los cursos de agua y los protege con la definición de superficies de áreas verdes que permite su protección aunque con el respaldo de ordenanzas específicas de áreas verdes y su manejo, dependiendo de las características de su uso.

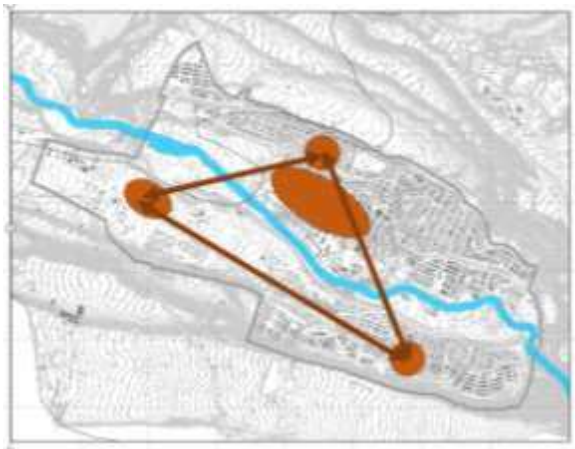
  2.- FCD 3. Amenazas naturales, debido a que las áreas verdes también se reconocen en superficies de taludes, áreas de cambio de pendientes entre terrazas, con la finalidad de evitar su uso residencial u otro tipo que pueda verse afectado por desprendimientos y deslizamientos.
- **Altura de edificación**. La alternativa mejor evaluada es la A. El contemplar superficies de mayor densidad dispersas en las terrazas medias y alas dentro del área urbana, permite la incorporación de los objetivos de planificación, referidos a evitar la ocupación de suelos agrícolas del valle, y a su vez hace frente a 3 Factores Críticos de Decisión, estos son:

  1.- FCD 1. Integración y valoración de cursos de agua. La ubicación de las áreas de mayor densidad no generan impactos en torno a los cursos de agua, ya que esta alternativa también propone su protección.

  2.- FCD 3. Amenazas naturales. La ubicación de las áreas de mayor densificación se ubica en sectores sin riesgos y dispersos.

  3.- FCD 4. Nuevos proyectos que generen impacto en el área. Esta opción considera la incorporación de nuevas poblaciones y la posibilidad de generar nuevos poblamientos pero en superficies más densas con la finalidad de evitar la expansión de la ciudad.

Figura 47. Parametro de Centralidad mejor evaluado. Alternativa B.



Consolidación de 3 subcentros emergentes en las terrazas y el Centro urbano tradicional

Figura 48. Parametro de Conectividad mejor evaluado. Alternativa A



Corredor Multimodal perimetral uniendo terrazas.

Figura 49. Parametro de Áreas Verdes mejor evaluado. Alternativa B.



Parque lineales (Miradores, Taludes, Canales, río

Figura 50. Parametro de Altura de edficación mejor evaluado. Alternativa A.



Alturas de edificación en franjas siguiendo el curso

Fuente Elaboración propia.

La opción construida que permite una mejor evaluación ambiental corresponde al mix de parámetros representados con anterioridad, que es una composición entre la opción A y B en función de respuestas positivas para la evaluación ambiental en relación a cada factor crítico de decisión para la planificación. Sin embargo es necesario hacer hincapié que al momento de establecer opciones de desarrollo en mayor profundidad es necesario considerar las vistas al valle y a partir de ello proponer localización de áreas de mayor intensidad de uso respetando con ello el factor crítico de decisión 1, integración de la ciudad y valoración del Río Huasco.

En relación a la evaluación de las alternativas es importante considerar que existen parámetros base que permiten responder a los factores críticos considerados, sin embargo es necesario contemplar una zonificación general de las opciones de desarrollo, esto con la finalidad de dar respuesta a los objetivos ambientales, ya que como se expone en el presente informe no existen coherencia de las opciones de desarrollo respeto de aquellos objetivos que proponen definición de áreas de amortiguación, entre zonas productivas y residenciales.

Si bien los aspectos señalados son bien evaluados existen algunos no considerados por las alternativas evaluadas. Estos aspectos son:

- Potenciar los ejes transversales vinculantes de los distintos estratos sociales
- Identificar áreas de relave y establecer zonificación apropiada, que evite la exposición de la población frente a contaminantes.
- El entorno de los relaves debe contar con restricciones de habitabilidad.
- Establecer caminos de tránsito de camiones con carga contaminante.
- A nivel comunal se debe relevar los cursos hídricos permanentes y no permanentes del área comunal, como una medida de protección del recurso hídrico y de los ecosistemas que proveen, como es el caso de la Quebrada el Jilguero, que es reconocido como sitio prioritario de conservación junto al área de desierto florido que abarca una parte de la superficie entorno al área urbana.
- Planificar el área urbana de acuerdo a un estudio actualizado que define áreas de riesgos.
- Establecer normas que permitan generar una disminución de los impactos de amenazas naturales, permitiendo la edificación únicamente considerando medidas de mitigación pertinentes.
- Definir vialidades que ayuden a la evacuación de los sectores afectados.
- Localizar los equipamientos básicos (postas, hospitales, copa de agua potable, etc.), fuera de áreas de riesgos, con la finalidad de que estos se encuentren operativos a la hora de un desastre.
- Establecer vialidades acorde a la capacidad de nuevos equipamientos.
- Contemplar sectores de posible incorporación de proyectos inmobiliarios que cuenten con las condiciones de habitabilidad.

Las acciones señaladas son necesarias de considerar en la propuesta del Plan o Proyecto, con la finalidad de contemplar en detalle aquellos aspectos normativos y de zonificación no considerados en la propuesta de alternativas, al ser está una definición general de criterios urbanos y ambientales generales para su definición.

Folio014143

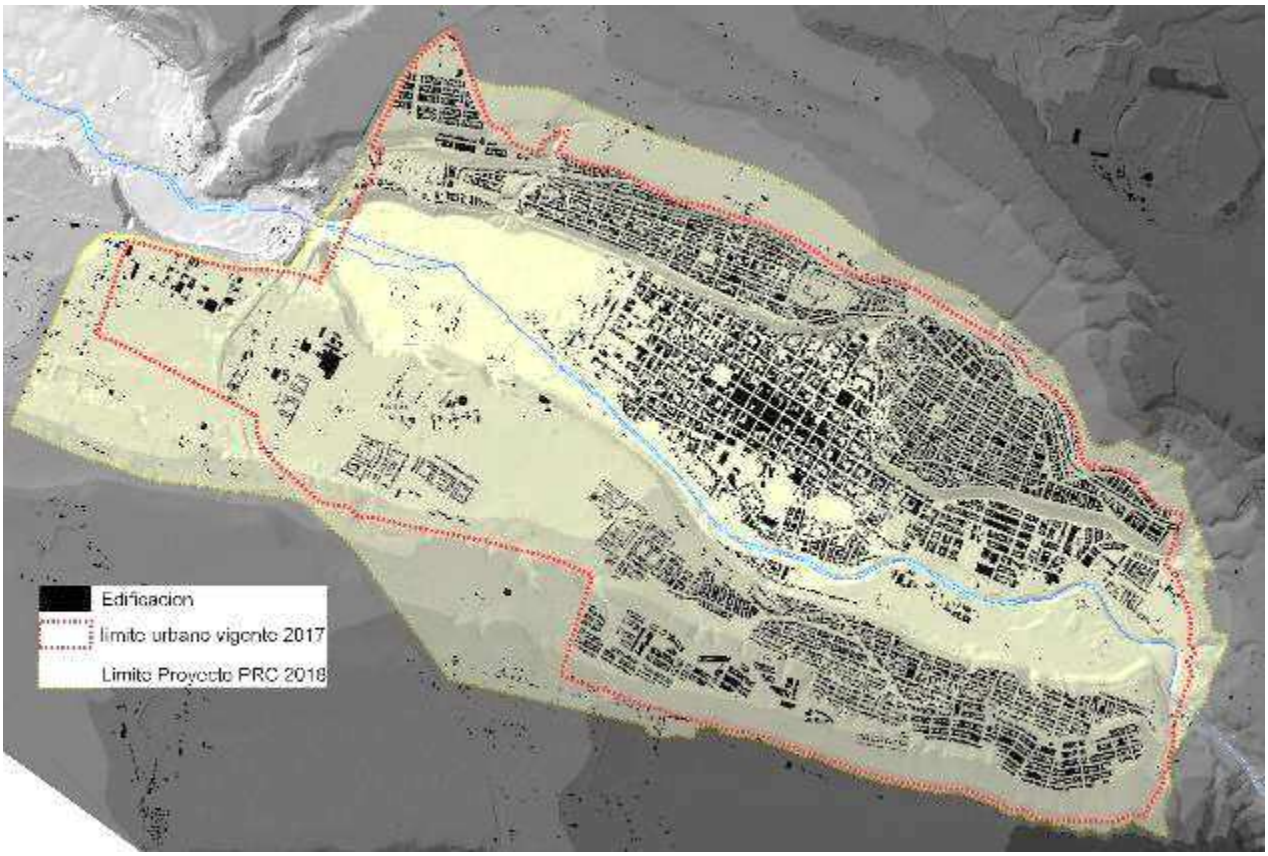
IX.5 EL PLAN (PROYECTO)

Como resultado del trabajo participativo se llegó a la definición normativa en la fase de proyecto. A continuación se exponen los resultados y se evidencia la incorporación de materias necesarias relacionadas con los factores críticos de decisión, señalados en el capítulo precedente.

El límite propuesto por el Plan contempla una superficie total 2.950 de hectáreas, superando al límite actual en 1.840 hectáreas, la justificación de ampliación de superficie se refiere a asumir demandas potenciales de iniciativas de inversión que podrían cambiar la tendencia demográfica, ya que la demanda de 1.813 hogares con proyección al año 2030 requeriría una superficie de 63,4 hectáreas de suelo urbano lo cual puede ser acogido por el suelo vacante (160 Hectáreas aprox.).

La idea de contemplar esta superficie en el área urbana tiene por finalidad absorber demandas sustanciales de áreas verdes y conectividades, además de poder planificar en detalle sectores que por su contexto podrían desarrollarse con usos urbanos al margen de la planificación, utilizando con ello suelos del entorno rural, aunque reconociendo crecimientos actuales.

Figura 51. Limite urbano vigente y propuesto.



Fuente: elaboración propia

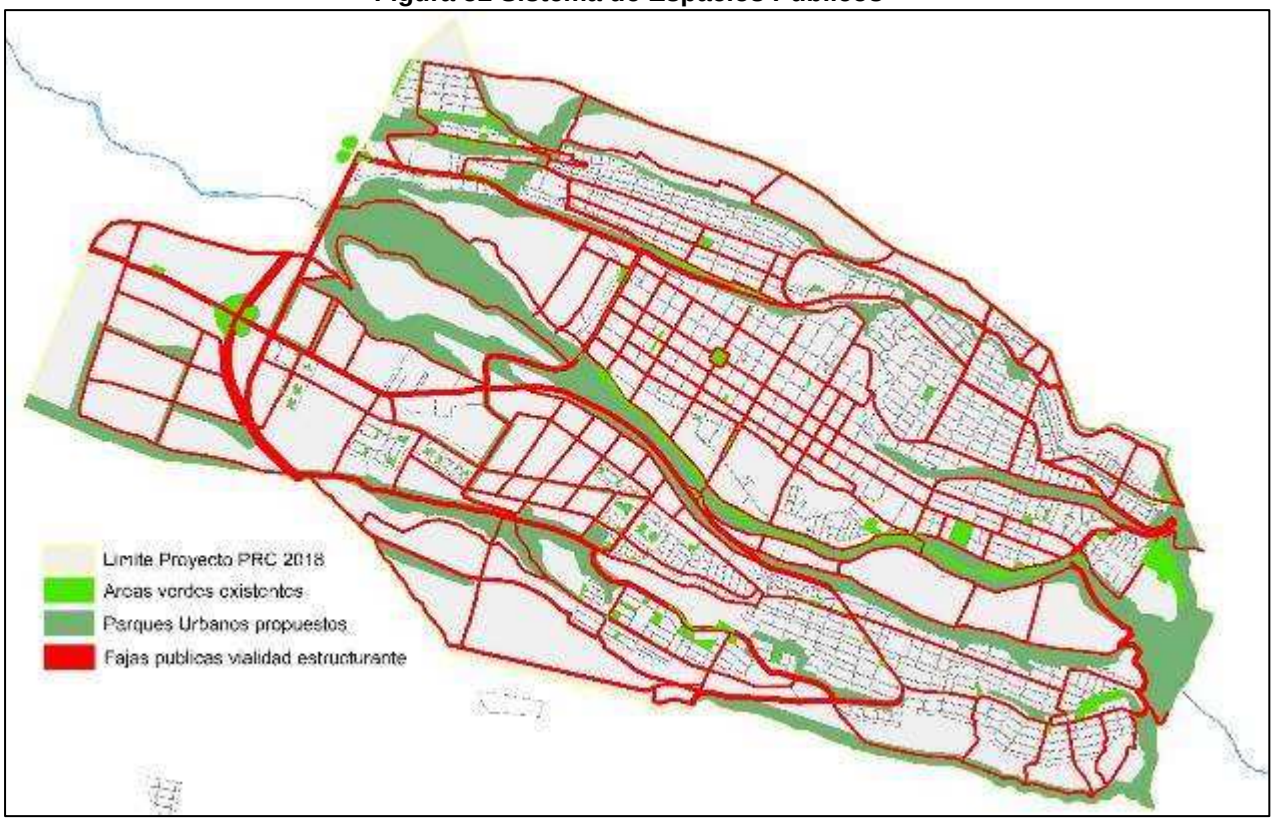
El diagnóstico corroboró el déficit de áreas verdes en el área urbana, con mayor énfasis en algunos sectores de la ciudad y de acuerdo a lo que señala el PLADECO se contaba 4.43 m^2 de área verde por habitante. La propuesta totalizará, cuando estas superficies se consoliden, un total de 240,5 hectáreas de áreas verdes públicas (DUP, ZAV y ZEP), lo que al 2030 cuando la población podría acercarse a 55.000 habitantes (en un escenario optimista), y se hubiesen

Folio014144

consolidado un 70% (168 há) de estas áreas verdes, se alcanzará un índice de 30 m^2 de área verde per cápita.

Las áreas verdes propuestas y parques urbanos, por una parte cubren las necesidades de áreas verdes por habitante, pero en esta propuesta tienen un rol fundamental para configurar una imagen urbana de ciudad oasis y resguardan los atributos del paisaje donde se ha consolidado la ciudad.

Figura 52 Sistema de Espacios Públicos



Fuente: elaboración propia

Otro aspecto relevante que este PRC soluciona con creces es la debilidad que presenta actualmente en su estructura vial, el PLADECO hace notar que la ciudad sólo se puede recorrer en su extensión a través de dos vías, este instrumento plantea una red que incorporará las vialidades que materializan las demandas y anhelos en esta materia.

El Plan propone una zonificación mixta de usos cuyas condiciones de usos en el caso del valle y del altiplano se diferencian en relación a la presencia de amenazas naturales de inundación o fenómenos de remoción en masa, es así como la zona de altiplano se diferencia en: zonas altiplano densidad baja (40 hab/há) a densidades medias (120 hab /há). En todas ellas se permite alturas máximas de 3 pisos app. (10,5 metros).

A continuación se señala cada una de las zonas, su nombre y descripción.

ZEP	ESPACIO PÚBLICO	Zonas de plazas y plazoletas
DUP	BIEN NACIONAL DE USO PÚBLICO	Zonas de parques públicos y áreas verdes
AV	ÁREAS VERDES EXISTENTES	Zonas de uso de suelo de área verde
ZVC1	ZONA VALLE CENTRO 1	Centro histórico y de servicios
ZVC2	ZONA VALLE CENTRO 2	Equipamiento relacionado a Estadio Municipal

ZVC3	ZONA VALLE CENTRO 3	Centro histórico de valor patrimonial
ZVC4	ZONA VALLE CENTRO 4	Área residencial y equipamiento en continuidad con el centro
ZVC5	ZONA VALLE CENTRO 5	Área residencial y equipamiento en sectores inundables
ZCH1	ZONA CONSERV. HISTÓRICA 1	Protección patrimonial en torno a la plaza, usos mixtos
ZCH2	ZONA CONSERV. HISTÓRICA 2	Protección patrimonial en torno a A. Prat, usos mixtos
ZRD1	ZONA RESIDENSIAL DE DENSIFICACIÓN 1	Ejes y áreas para desarrollo en densidad y altura media
ZRD2	ZONA RESIDENCIAL DE DENSIFICACIÓN 2	Áreas para desarrollo en densidad y altura media en sectores inundables
ZA1	ZONA ALTIPLANO 1	Área residencial de densidad media baja en altiplanos
ZA2	ZONA ALTIPLANO 2	Subcentros barriales en zonas de altiplanos
ZA3	ZONA ALTIPLANO 3	Área residencial de densidad media en altiplano sur
ZA4	ZONA ALTIPLANO 4	Área residencial de densidad baja en altiplano sur
ZA5	ZONA ALTIPLANO 5	Área residencial de densidad muy baja en altiplano sur
ZTA	ZONA TALUD	Área residencial de densidad media en riesgo alto de remoción
ZVR1	ZONA VALLE RÍO 1	Área de equipamiento en torno a río Huasco
ZVR2	ZONA VALLE RÍO 2	Área residencial de densidad baja en torno a río Huasco
ZAE	ZONA ALTIPLANO DE EQUIPAMIENTO	Área de equipamientos en Centro provincial
ZCA	ZONA CARRETERA	Actividades productivas y equipamientos en torno a ruta 5
ZPE	ZONA PRODUCTIVA Y DE EQUIP.	Actividades productivas y equipamientos
ZC	ZONA CEMENTERIO	Cementerio

La zona de Valle se proponen zonas en torno al centro (ZVC1) con baja intensidad de ocupación, zonas de reconversión en torno al estadio y aledañas al centro histórico, que pretenden mantener las condiciones de edificación dl entorno, extensión del centro y además se reconocen zonas inundables en torno al Huasco (ZUC5).

Además se reconoce las zonas de Valle Río 1 y 2, que corresponden a zonas inundables o potencialmente inundables en torno al río Huasco, donde se permiten intensidades de usos bajas (60 hab/há).

Se proponen además zonas de actividades productivas en torno a la ruta 5 y al acceso del área urbana, además de ZPE que corresponde a una zona de actividades productivas y equipamientos localizados en torno a la ruta 5 al oriente.

Se define además un nuevo centro ubicado al oriente denominado ZPE altiplano equipamiento, el cual pretende ser una nueva centralidad de tipo provincial al interior de la ciudad.

Se proponen zonas de conservación histórica (ZCH1 y ZCH2), con la finalidad de proteger elementos patrimoniales de Vallenar, ubicadas en torno a la plaza de Vallenar y en el sector de A. Arturo Prat, con lo cual se pretende conservar las condiciones arquitectónicas del área, con la cual se hace frente al objetivo ambiental referido al patrimonio histórico no contemplado en las alternativas propuestas. Así mismo, otro de los objetivos ambientales no abordado por las opciones de desarrollo, referido a la presencia de pasivos ambientales mineros en el área urbana, como se menciona en el Estudio de Riesgo, es necesario considerar estas superficies bajo una zona no edificable, en la cual se impide la definición de usos hasta no contar con un estudio de cada uno de los relaves identificados donde se señale el tipo de contaminantes y las formas de remediación.

Folio014146

Se definen además áreas de restricción correspondientes a: áreas de riesgo y zonas no edificables, en estas últimas se reconocen las superficies de relaves y línea férrea. En las áreas de riesgo se identifican tanto riesgos naturales como antrópicos, en los primeros se identifican:

- Áreas de riesgo en zonas de remoción en masa por flujo de detritos, localizados en las principales quebradas.
- Áreas de riesgo en zonas de inundación por desborde, en torno al río Huasco.
- Áreas de riesgo en zonas de remoción en masa por desprendimientos en taludes, en torno a las superficies de quebradas y taludes de terrazas.
- Áreas de riesgo en zonas de inundación y/o potencial inundación en torno al río Huasco en sector de vegas al poniente de la localidad.

Respecto del riesgo antrópico se propone un área de riesgo solamente se identifican superficies en torno a los relaves, asociados a la posible dispersión de los contaminantes señalados por visitas a terreno de especiales (Ver: Informe Fundado de Riesgo).

De acuerdo a la OGUC las áreas de riesgo se entienden como aquellos territorios en los cuales, previo estudio fundado, se limite determinado tipo de construcciones por razones de seguridad contra desastres naturales u otros semejantes, que requieran para su utilización la incorporación de obras de ingeniería o de otra índole suficientes para subsanar o mitigar tales efectos. Por ello, estas áreas restringen los usos en las superficies que se encuentran ubicadas bajo ellas, y por ello al construir en ellas se requiere subsanar o mitigar los efectos de las amenazas en el sector.

IX.6 EVALUACIÓN DE LA ALTERNATIVA PREFERENTE

Con anterioridad se evaluaron las opciones de desarrollo, sin embargo se determinó que existía la necesidad de definir una alternativa que comprendiera directrices combinadas de ambas alternativas, es así como surge la definición del Plan, el que a continuación se evalúa.

Cuadro 16. Evaluación alterntaiva seleccionada

FACTORES CRÍTICOS DE DECISIÓN	OPORTUNIDADES	RIESGOS
FCD 1. Integración y valoración de los cursos de agua (ríos y canales) de la ciudad.	**Centralidades** Se propone definición de un centro principal en torno a la plaza, y otros subcentros ubicados en el altiplano: la zona ZAE (zona altiplano de equipamientos), ZA 2 (zona altiplano 2) que pretender surtir a la ciudad de servicios y comercio, evitando la dependencia al centro principal. Configurando espacios más equitativos.	**Centralidades** Se propone gran diversidad de subcentros, existen 5 subcentros en la zona ZA2, tal situación puede generar una desintegración de la ciudad, sino se establece el roles de primacía.

	Formas de habitar diversa Se define una zonificación mixta de usos de suelo, que permite la incorporación de gran diversidad de formas de habitar desde zonas de baja densidad hasta zonas de alta densidad. En el sector de altiplanos se definen densidades bajas (40 hab/há), como: ZA5, ZA4 y ZA2, a altas (200 hab/há) como las zonas ZA1, estas últimas permiten recibir viviendas sociales. Así mismo en las áreas de valle se definen densidades bajas de 20 hab/há a 120 hab/há. Las zonas residenciales de densificación son 2: una de ellas se ubica en el altiplano y representan los sectores más densos y establecen alturas hasta de 6 pisos, mientras que a otra ZRD2 se ubica en el sector de valle y posee densificación de hasta 300 hab/há, esta última escapa de los patrones de resguardo fijados en torno al río. La zona ZRD2 si bien en superficies de amenazas asociadas a las inundaciones, al encontrarse en "áreas de riesgo", estas superficies al encontrarse identificadas por un estudio fundado de riesgos, al momento de construir en ellos por razones de seguridad la OGUC establece en el artículo 2.1.17 que contra desastres naturales u otros semejantes, se requieran para su utilización la incorporación de obras de ingeniería o de otra índole suficientes para subsanar o mitigar tales efectos. Con ello se resguarda la ocupación de estos espacios, previo a la construcción de obras necesarias que los mitiguen.	-

	Áreas verdes y valoración de cursos de agua Se definen áreas verdes en torno al Río Huasco, sector de vegas, taludes y en torno a canales.	**Áreas verdes y valoración de cursos de agua** Se proponen amplias superficies de áreas verdes, lo que implica gran inversión de recursos para su implementación.
	Conectividad Se proponen vialidades conectadas que permite dar conectividad entre los sectores altos y de valle en la ciudad, esto se refuerza con la incorporación de nuevas vialidades que conecta el sector norte y sur, lo cual entrega mejoras sustanciales en la conectividad interna de la ciudad. Se definen nuevas aperturas en el sector de altiplano intermedio y en el valle lo que fortalece la conectividad entre sector alto y bajo de la ciudad.	**Conectividad** Falta de materialización de las aperturas propuestas, representan un riesgo para la propuesta, ya que no permitiría generar la integración lograda con las mejoras en la conectividad establecida por la propuesta, generando barrios dispersos y con dificultades de conectividad con el centro principal.
FCD 2. Presencia de actividades contaminantes asociada a la actividad minera y disposición de residuos domiciliarios.	**Relaves en el área urbana** Respecto de los relaves se definirá todas las superficies como “áreas no edificables”, se entenderán aquéllas que por su especial naturaleza y ubicación no son susceptibles de edificación, en virtud de lo preceptuado en el inciso primero del artículo 60° de la Ley General de Urbanismo y Construcciones. En estas áreas sólo se aceptará la ubicación de actividades transitorias. Se tomó esta decisión debido a que no se cuenta con estudios específicos de los contaminantes de los relaves, y debido a ello no se pueden establecer las medidas de remediación, como los establece la ley de faenas mineras abandonadas. Las zonas no edificables impiden la construcción sobre la superficie y por lo tanto se está protegiendo a la población frente a posible exposición de contaminantes. Una vez se cuente con los estudios	**Relaves en el área urbana** Existirán en el interior de la ciudad presencia de relaves, espacios sin uso, con la posibilidad de generarse en ello microbasurales o actividades indeseadas para la ciudad. Se requiere realizar estudios de cada uno de los relaves para evitar las consecuencias anteriormente señaladas.

	respectivos, se podrá realizar una modificación al Plan respecto de las zonas no edificables y establecer una norma apropiada a las condiciones que establezcan los estudios respectivos. Además de ello se proponen una superficie más amplia, que se asocia a la dispersión de los contaminantes, como una zona riesgo antrópico, con ello se restringe el uso de las superficies en torno a las áreas no edificables, con ello se impide el uso previo a estudios fundados para su ocupación.	
FCD3. Amenazas Naturales	**Zonificación** El Plan propone una zonificación mixta de usos cuyas condiciones de usos en el caso del valle y del altiplano se diferencian en relación a la presencia de amenazas naturales de inundación o fenómenos de remoción en masa, es así como la zona de altiplano se diferencia en: zonas altiplano densidad baja (40 hab/há) a densidades medias (120 hab /há). En todas ellas se permite alturas máximas de 3 pisos app. (10,5 metros). Existe una zona residencial de densificación 2, de alto potencial de renovación y densificación con alturas medias (5 pisos aproximación) ubicados en zonas inundables. Pese a ello la norma urbanística como se mencionó anteriormente, la OGUC señala la necesidad de previo a la construcción de obras y medidas de mitigación que subsanen el riesgo. Se identifican los siguientes riesgos naturales, entre ellos: -Riesgo en zonas de remoción en masa por flujos de detritos. -Riesgos en zonas d inundación por desborde. -Riesgo de remoción en masa	**Zonificación** Un riesgo es la necesidad de gestión respecto del riesgo, que permita generar un ordenamiento en cuanto a las vialidades que permita establecer evacuaciones frente a algún desastre natural. De acuerdo a lo anterior se requiere de una gestión en relación a posibles amenazas que afecten la ciudad, un trabajo en conjunto con la comunidad.

	por desprendimiento de taludes -Riesgo en zonas de inundación y/o potencial inundación Es importante mencionar que de acuerdo a lo señalado por la OGUC en el artículo 2.1.17, al construir sobre estas superficies se debe contar con medidas de mitigación respectivas, con lo que se protege a la población frente a amenazas. Se proponen áreas verdes en torno al Río Huasco y en los taludes, con a finalidad de evitar la ocupación en estos espacios	
	Conectividad La propuesta incorpora vialidades que permite conectar el valle con el altiplano en una vialidad que los integra, se evalúa de forma positiva no solo esta vía, sino también las conexiones establecidas en vialidades menores que otorgan mejoras sustanciales en la conectividad interna.	**Conectividad** La falta de materialización de las vías es una dificultad para el Plan, ya que no se generaría la integración buscada por las mejoras en la movilidad y la integración de los barrios en la ciudad.
FCD 4. Nuevos proyectos que generan impactos en el área urbana.	**Actividades productivas** Se proponen en el Plan dos zonas productivas, una de ellas exclusiva que solo permite el uso de actividades productivas y equipamientos (ZPE), mientras que la segunda ZCA (zona Carretera) permite uso residencial, aunque en bajas densidad. Ambas permiten instalación de industria inofensiva. Ambas zonas se encuentran distanciadas de los principales centros y se ubican en puntos estratégicos de conectividad de la ciudad, si bien existe cercanía con usos residenciales, se establecen distanciamiento como áreas de amortiguación.	**Actividades productivas** Contemplar una ordenanza que orden el uso de las vías., ya que pueden existir conflictos en el uso de vialidades, especialmente respecto del paso de camiones en la ciudad en el sector sur de la ciudad.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se expone en detalle todos aquellos aspectos contemplados por el Plan, en relación a la tendencia de los factores críticos y aquellas acciones adicionales necesarias de considerar para el cumplimiento de los objetivos.

Cuadro 17. Aspectos incorporados al Plan

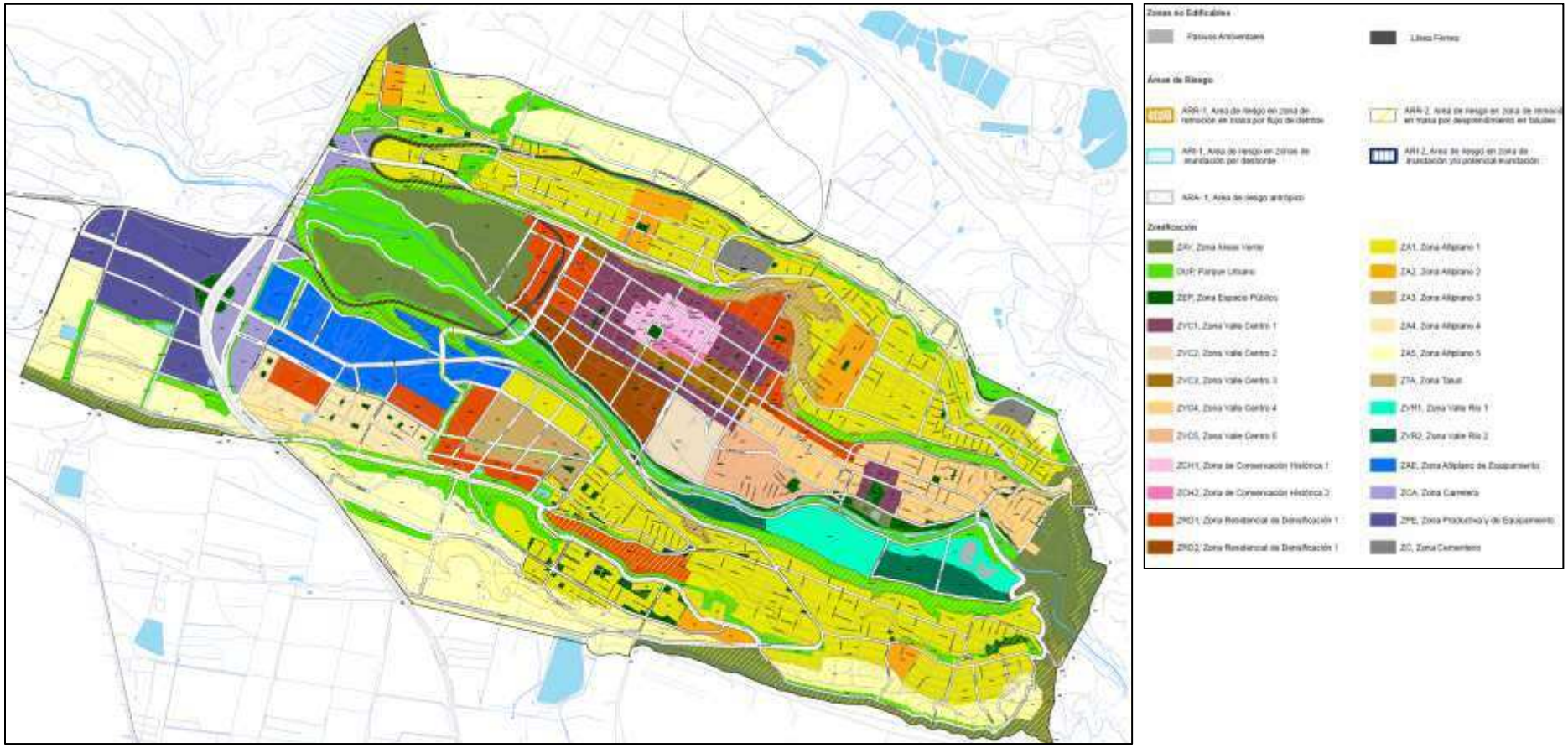
INCORPO-RACIÓN AL PLAN	ASPECTOS NECESARIOS DE CONSIDERAR	DESCRIPCIÓN DE INCORPORACIÓN AL PLAN	ACCIONES ESPECIFICAS A CONSIDERAR
SI	Potenciar los ejes transversales vinculantes de los distintos estratos sociales.	Se proponen densidades similares en la zona valle y altiplano en términos residenciales, con la salvedad de zonas afectadas por amenazas naturales.	-
SI	Identificar áreas de relave y establecer zonificación apropiada, que evite la exposición de la población frente a contaminantes.	Las superficies reconocidas con relaves serán definidas como riesgo antrópico. Por lo tanto existirán medidas necesarias de contemplar a la hora de definir posibilidad de poblamiento.	**Medidas complementarias.** Necesidad de contemplar estudios en cada uno de los relaves, por el Municipio con la finalidad de reconocer en cada uno de ellos. Una vez identificadas las superficies y la distribución de los contaminantes se puede definir áreas de restricción permitiendo cierto tipo de usos dependiendo de las recomendaciones establecidas por los estudios de cada uno de los relaves.
NO	Establecer en el entorno áreas de resguardo que permitan establecer superficies con condiciones especiales que dificulte la dispersión de los contaminantes. Aunque esta es una medida paliativa puede ayudar a disminuir la dispersión o controlarla.	No se observan medidas contempladas en la ordenanza.	Cercar las superficies en torno a los relaves con la finalidad de evitar e l ingreso y la dispersión de los contaminantes de acuerdo a lo que se establece por Ley faenas mineras abandonadas.
SI	El entorno al área afectada (relaves) debe contar con restricciones a la habitabilidad.	Se prohíbe el uso de las superficies contaminadas, de acuerdo a lo que señala el estudio de riesgos debe considerar la definición de zonas no edificables.	-
NO	Establecer con claridad caminos de tránsito de camiones con cargas contaminantes en los cuales se evite el tránsito de ellos por sectores poblados.	No forma parte de la normativa que establece el Plan Regulador Comunal.	**Medidas complementarias.** Definir una ordenanza de tránsito actualizada en conformidad a las vías propuestas, que procure la protección de la población y su calidad de vida.
SI	A nivel comunal se debe relevar los cursos hídricos permanentes y no permanentes del área	Se definen un área verde en torno al río Huasco con la finalidad de protegerlo y destinar este espacio como lugar de recreación. Así mismo las áreas de taludes	**Medidas complementarias.** Establecer una ordenanza de áreas verdes que permita establecer tipo de especies, y equipamiento permitido en cada una de las

INCORPO-RACIÓN AL PLAN	ASPECTOS NECESARIOS DE CONSIDERAR	DESCRIPCIÓN DE INCORPORACIÓN AL PLAN	ACCIONES ESPECIFICAS A CONSIDERAR
	comunal, como una medida de protección del recurso hídrico y de los ecosistemas que proveen, como es el caso de la Quebrada el Jilguero, que es reconocido como sitio prioritario de conservación junto al área de desierto florido que abarca una parte de la superficie entorno al área urbana.	son definidas como superficies de áreas verdes.	superficies propuestas, debido a las diferencias paisajísticas que existe en cada una de ellas (paisaje de valle y con pendientes pronunciadas) y las condiciones climáticas que imperan en el área, privilegiando especies nativas adaptadas a sus condiciones.
SI	Planificar el área urbana de acuerdo a un estudio actualizado que define áreas de riesgos.	La elaboración del Plan contempla el Informe fundado de riesgos, con la definición de áreas de restricción como se establece en la OGUC.	
SI	Establecer normas que permitan generar una disminución de los impactos de amenazas naturales, permitiendo la edificación únicamente considerando medidas de mitigación pertinentes.	Se establecen zonas de áreas verdes y parques urbanos con la finalidad de disminuir los impactos en sectores afectados por amenazas. A la vez se definen áreas de riesgos según lo definido por OGUC, estableciéndose en las zonas edificables medidas de mitigación necesarias previas a la construcción.	-
SI	Definir vialidades que ayuden a la evacuación de los sectores afectados.	Se contemplaron la posibilidad de evacuación sobre todo en torno al río y en los sectores de terrazas altas. Como por ejemplo calle Guillermo Matta, respecto de áreas de inundación.	**<u>Medidas complementarias.</u>** Establecer en el municipio un Plan de evacuación y de gestión del riesgo en el área urbana, sector mayormente habitado, con la finalidad de tener claridad del modo de operar en el sector. Este debe ser complementario al Plan de Gestión de Riesgos definido para la comuna de Vallenar el año 2016.
SI	Localizar los equipamientos básicos (postas, hospitales, copa de agua potable, etc.), fuera de áreas de riesgos, con la finalidad de que estos se encuentren operativos a la hora de un desastre.	Las zonas de equipamientos básicos se encuentran en sectores fuera de riesgo, de acuerdo a la normativa propuesta. (Por ejemplo la zona ZTA o Zona Talud, debido a su ubicación prohíbe el uso de equipamiento salud, educación, seguridad y actividades productivas e infraestructura, debido a su condición de peligro)	
SI	Incorporación de mejoras en la	Se definen nuevas vialidades que permitan	-

INCORPO-RACIÓN AL PLAN	ASPECTOS NECESARIOS DE CONSIDERAR	DESCRIPCIÓN DE INCORPORACIÓN AL PLAN	ACCIONES ESPECIFICAS A CONSIDERAR
	conectividad interna, por la posibilidad de aumento de tránsito vehicular por la llegada de nuevos residentes.	generar mejoras en la conectividad interna de Vallenar.	
SI	Establecer vialidades acorde a la capacidad de nuevos equipamientos.	Se reconocen en el área urbana sitios de nuevos proyectos de inversión en cartera, y en torno a ellos las vialidades se encuentran acorde a la demanda. La zona definida corresponde a ZAE.	--
SI	Contemplar superficies para nuevos proyectos inmobiliarios que cuenten con las condiciones de habitabilidad.	El área urbana incorpora nuevas superficies y a la vez reconoce superficies disponibles que permiten propiciar el desarrollo urbano residencial, entre las zonas propuestas se encuentran: Zona Valle Centro, Zona Altiplano, Zona Valle Río.	-

.

Figura 53. Proyecto de Plan Regulador Comunal. (Ver plano en anexo)



Fuente: SURPLAN.

Folio014155

IX.7 IDENTIFICACIÓN DE DIRECTRICES

Las directrices son orientaciones, recomendaciones o medidas que permiten establecer prioridades y unificar criterios para la toma de decisiones encaminadas a lograr los objetivos ambientales y de sustentabilidad. (MMA, 2015)[41]

Se Identifican y formulan a partir de las principales acciones y propuestas que surgen de cómo abordar los riesgos y oportunidades de la opción preferente. Para ello la Guía recomienda tener presente lo siguiente:

- Las acciones de planificación y gestión específica
- Los responsables de las acciones
- Las prioridades de directrices incluyendo las que son relevantes para el tema planteado.

El cuadro a continuación expresa las directrices de gestión y planificación. El cuadro N° 18 expone las directrices de gobernabilidad identificadas para el PRC de Vallenar.

Cuadro 18. Directrices de gestión y planificación

FACTOR CRITICO DE DECISIÓN	OPORTUNIDADES	RIESGOS	DIRECTRICES DE GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN
FCD 1. Integración y valoración de los cursos de agua (ríos y canales) de la ciudad.	**Centralidades** Se propone definición de un centro principal en torno a la plaza, y otros subcentros ubicados en el altiplano: la zona ZAE (zona altiplano de equipamientos), ZA 2 (zona altiplano 2) que pretender surtir a la ciudad de servicios y comercio, evitando la dependencia al centro principal. Configurando espacios más equitativos. **Formas de habitar diversa** Se define una zonificación mixta de usos de suelo, la que permite la incorporación de gran diversidad de formas de habitar desde zonas de baja densidad hasta zonas de alta densidad. En el sector de altiplanos se definen densidades bajas (40 hab/há), como: ZA5, ZA4 y ZA2, a altas (200 hab/há) como las zonas ZA1, estas últimas permiten recibir viviendas sociales. Así mismo en las áreas de valle se definen se definen densidades	**Centralidades** Se propone gran diversidad de subcentros, existen 5 subcentros en la zona ZA2, tal situación puede generar una desintegración de la ciudad, sino se establece el rol principal del centro. **Áreas verdes y valoración de cursos de agua** Se proponen amplias superficies de áreas verdes, lo que implica gran inversión de recursos para su implementación. **Conectividad** Falta de materialización de las aperturas propuestas representa un riesgo para la propuesta, ya que no permitiría generar la integración lograda con las mejoras en la conectividad establecida	- Implementar una ordenanza de áreas verdes que permita proteger los cursos de agua principales, taludes y vegas. - Definir una cartera de proyectos destinadas a mejorar el espacio público. - Implementar una cartera de proyectos en la que se incluyan las nuevas vialidades propuestas, con la finalidad de contar con financiamiento.

[41] "Guía de orientación para la EAE en Chile". 2015. Página 50.

FACTOR CRITICO DE DECISIÓN	OPORTUNIDADES	RIESGOS	DIRECTRICES DE GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN
	bajas de 2 hab/há a 120 hab/há. Las zonas residenciales de densificación son 2: una de ellas se ubica en el altiplano y representan los sectores más densos y establecen alturas hasta 6 pisos, mientras que a otra ZRD2 se ubica en el sector de valle y posee densificación de hasta 300 hab/há, esta última escapa de los patrones de resguardo fijados en torno al río. La zona ZRD2 si bien en superficies de amenazas asociadas a las inundaciones, al encontrarse en "áreas de riesgo", estas superficies al encontrarse identificadas por un estudio fundado de riesgos, al momento de construir en ellos por razones de seguridad la OGUC establece en el artículo 2.1.17 que contra desastres naturales u otros semejantes, se requieran para su utilización la incorporación de obras de ingeniería o de otra índole suficientes para subsanar o mitigar tales efectos. Con ello se resguarda la ocupación de estos espacios, previo a la construcción de obras necesarias que los mitiguen. **Áreas verdes y valoración de cursos de agua** Se definen zonas Declaratoria de Uso Público (DUP) y zonas de áreas verdes (ZAV) en torno al Río Huasco, sector de vegas, taludes y en torno a canales. **Conectividad** Se propone una red vial que permite dar conectividad entre los sectores altos y de valle en la ciudad, esto se refuerza con la incorporación de nuevas vialidades que conecta el sector norte y sur, lo cual entrega mejoras sustanciales en la	por la propuesta, generando barrios dispersos y con dificultades de conectividad con el entro principal.	

FACTOR CRITICO DE DECISIÓN	OPORTUNIDADES	RIESGOS	DIRECTRICES DE GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN
	conectividad interna de la ciudad. Se definen nuevas aperturas en el sector de altiplano intermedio y en el valle lo que fortalece la conectividad entre sector alto y bajo de la ciudad.		
FCD 2. Presencia de actividades contaminantes asociada a la actividad minera y disposición de residuos domiciliarios.	**Relaves en el área urbana** Respecto de los relaves se definirá todas las superficies como “áreas no edificables”, se entenderán aquéllas que por su especial naturaleza y ubicación no son susceptibles de edificación, en virtud de lo preceptuado en el inciso primero del artículo 60° de la Ley General de Urbanismo y Construcciones. En estas áreas sólo se aceptará la ubicación de actividades transitorias. Se tomó esta decisión debido a que no se cuenta con estudios específicos de los contaminantes de los relaves, y debido a ello no se pueden establecer las medidas de remediación, como los establece la ley de faenas mineras abandonadas. Las zonas no edificables impiden la construcción sobre la superficie y por lo tanto se está protegiendo a la población frente a posibles contaminantes. Una vez que se cuente con los estudios respectivos se puede realizar una modificación al Plan respecto de las zonas no edificables y establecer una norma apropiada a las condiciones que establezcan los estudios respectivos. Además de ello se proponen una superficie más amplia, que se asocia a la dispersión de los contaminantes, como una zona de áreas de riesgo antrópico, con ello se restringe el uso de las superficies en torno a las áreas no edificables, con ello se impide	**Relaves en el área urbana** Existirán en el interior de la ciudad presencia de relaves, espacios sin uso, con la posibilidad de generarse en ello microbasurales o actividades indeseadas para la ciudad. Se requiere realizar los estudios de cada uno de los relaves para evitar las consecuencias anteriormente señaladas.	- Necesidad de contemplar estudios en cada uno de los relaves, por el Municipio con la finalidad de reconocer en cada uno de ellos los contaminantes y establecer medidas. - Una vez identificadas las superficies y la distribución de los contaminantes se puede definir áreas de restricción permitiendo cierto tipo de usos dependiendo de las recomendaciones establecidas por los estudios de cada uno de los relaves. - Cercar las superficies en torno a los relaves con la finalidad de evitar el ingreso y la dispersión de los contaminantes de acuerdo a lo que se establece por Ley faenas mineras abandonadas. - Realizar un catastro de sitios eriazos, para mantener control de los microbasurales y basurales en la ciudad.

FACTOR CRITICO DE DECISIÓN	OPORTUNIDADES	RIESGOS	DIRECTRICES DE GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN
	el uso previo a estudios fundados para su ocupación.		
FCD3. Amenazas Naturales	**Zonificación** El Plan propone una zonificación mixta de usos cuyas condiciones de usos en el caso del valle y del altiplano se diferencian en relación a la presencia de amenazas naturales de inundación o fenómenos de remoción en masa, es así como la zona de altiplano se diferencia en: zonas altiplano densidad baja (40 hab/há) a densidades medias (120 hab /há). En todas ellas se permite alturas máximas de 3 pisos app. (10,5 metros). Existe una zona residencial de densificación 2, es una zona de alto potencial de renovación y densificación con alturas medias (5 pisos aproximación) ubicados en zonas inundables. Pese a ello la norma urbanística como se mencionó anteriormente, la OGUC señala la necesidad de previo a la construcción de obras y medidas de mitigación que subsanen el riesgo. Se identifican riesgos naturales, entre ellos: -Riesgo en zonas de remoción en masa por flujos de detritos. -Riesgos en zonas de inundación por desborde. -Riesgo de remoción en masa por desprendimiento de taludes -Riesgo en zonas de inundación y/o potencial inundación Es importante mencionar que de acuerdo a lo señalado por la OGUC en el artículo 2.1.17, al construir sobre estas superficies se debe contar con medidas de mitigación respectivas, con lo que se protege a la población frente a amenazas.	**Zonificación** Existe la necesidad de un ordenamiento en cuanto a las vialidades que permita establecer evacuaciones frente a algún desastre natural. De acuerdo a lo anterior se requiere de una gestión en relación a posibles amenazas que afecten la ciudad, un trabajo en conjunto con la comunidad. La materialización de áreas verdes adecuadas como áreas de amortiguación de las amenazas identificadas en el área urbana, principalmente asociadas a la inundación y remoción en masa en taludes. **Conectividad** La falta de materialización de las vías es una dificultad para el Plan, ya que no se generaría la integración buscada por las mejoras en la movilidad y la integración de los barrios en la ciudad.	- Establecer una ordenanza de áreas verdes que permita establecer tipo de especies, y equipamiento permitido en cada una de ellas, debido a las diferencias paisajísticas (paisaje de valle y con pendientes pronunciadas) y las condiciones climáticas que imperan en el área, privilegiando especies nativas adaptadas a sus condiciones. - Definir una ordenanza de tránsito actualizada en conformidad a las vías propuestas, que procure la protección de la población y su calidad de vida. - Establecer en el municipio un Plan de evacuación y de gestión del riesgo en el área urbana, sector mayormente habitado, con la finalidad de tener claridad del modo de operar en el sector. Este debe ser complementario al Plan de Gestión de Riesgos definido para la comuna de Vallenar el año 2016.

Folio014159

FACTOR CRITICO DE DECISIÓN	OPORTUNIDADES	RIESGOS	DIRECTRICES DE GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN
	Se proponen áreas verdes en torno al Río Huasco y en los taludes, con a finalidad de evitar la ocupación en estos espacios **Conectividad** La propuesta incorpora vialidades que permite conectar el valle con el altiplano en una vialidad que los integra, se evalúa de forma positiva no solo esta vía, sino también las conexiones establecidas en vialidades menores que otorgan mejoras sustanciales en la conectividad interna.		
FCD 4. Nuevos proyectos que generan impactos en el área urbana.	**Actividades productivas** Se proponen en el Plan dos zonas productivas, una de ellas exclusiva que solo permite el uso de actividades productivas y equipamientos (ZPE), mientras que la segunda ZCA (zona Carretera) permite uso residencial, aunque en bajas densidad. Ambas permiten instalación de industria inofensiva. Ambas zonas se encuentran distanciadas de los principales centros y se ubican en puntos estratégicos de conectividad de la ciudad, si bien existe cercanía con usos residenciales, se establecen distanciamiento como áreas de amortiguación.	**Actividades productivas** Pueden existir conflictos en el uso de vialidades, las cuales requieren un ordenamiento respecto del paso de camiones, especialmente en el sector sur de la ciudad.	- Mantener un registro actualizado de denuncias respecto de las actividades industriales y efectos en el tránsito local.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 19. Directrices de gobernabilidad

FACTOR CRITICO DE DECISIÓN	OPORTUNIDADES	RIESGOS	DIRECTRICES DE GOBERNABILIDAD
FCD 1. Integración y valoración de los cursos de agua (ríos y canales) de la ciudad.	**Centralidades** Se propone definición de un centro principal en torno a la plaza, y otros	**Centralidades** Se propone gran diversidad de	- Establecer convenios con el gobierno regional en virtud de la extensión de las superficies de

FACTOR CRITICO DE DECISIÓN	OPORTUNIDADES	RIESGOS	DIRECTRICES DE GOBERNABILIDAD
	subcentros ubicados en el altiplano: la zona ZAE (zona altiplano de equipamientos), ZA 2 (zona altiplano 2) que pretender surtir a la ciudad de servicios y comercio, evitando la dependencia al centro principal. Configurando espacios más equitativos. **Formas de habitar diversa** Se define una zonificación mixta de usos de suelo, la que permite la incorporación de gran diversidad de formas de habitar desde zonas de baja densidad hasta zonas de alta densidad. En el sector de altiplanos se definen densidades bajas (40 hab/há), como: ZA5, ZA4 y ZA2, a altas (200 hab/há) como las zonas ZA1, estas últimas permiten recibir viviendas sociales. Así mismo en las áreas de valle se definen se definen densidades bajas de 2 hab/há a 120 hab/há. Las zonas residenciales de densificación son 2: una de ellas se ubica en el altiplano y representan los sectores más densos y establecen alturas hasta 6 pisos, mientras que a otra ZRD2 se ubica en el sector de valle y posee densificación de hasta 300 hab/há, esta última escapa de los patrones de resguardo fijados en torno al río. La zona ZRD2 si bien en	subcentros, existen 5 subcentros en la zona ZA2, tal situación puede generar una desintegración de la ciudad, sino se establece el rol principal del centro. **Áreas verdes y valoración de cursos de agua** Se proponen amplias superficies de áreas verdes, lo que implica gran inversión de recursos para su implementación. **Conectividad** Falta de materialización de las aperturas propuestas representa un riesgo para la propuesta, ya que no permitiría generar la integración lograda con las mejoras en la conectividad establecida por la propuesta, generando barrios dispersos y con dificultades de conectividad con el entro principal.	áreas verdes propuestas

FACTOR CRITICO DE DECISIÓN	OPORTUNIDADES	RIESGOS	DIRECTRICES DE GOBERNABILIDAD
	superficies de amenazas asociadas a las inundaciones, al encontrarse en “áreas de riesgo”, estas superficies al encontrarse identificadas por un estudio fundado de riesgos, al momento de construir en ellos por razones de seguridad la OGUC establece en el artículo 2.1.17 que contra desastres naturales u otros semejantes, se requieran para su utilización la incorporación de obras de ingeniería o de otra índole suficientes para subsanar o mitigar tales efectos. Con ello se resguarda la ocupación de estos espacios, previo a la construcción de obras necesarias que los mitiguen. Áreas verdes y valoración de cursos de agua Se definen áreas verdes en torno al Río Huasco, sector de vegas, taludes y en torno a canales. **Conectividad** Se propone una red vial que permite dar conectividad entre los sectores altos y de valle en la ciudad, esto se refuerza con la incorporación de nuevas vialidades que conecta el sector norte y sur, lo cual entrega mejoras sustanciales en la conectividad interna de la ciudad. Se definen nuevas aperturas en el sector de altiplano intermedio y en		

FACTOR CRITICO DE DECISIÓN	OPORTUNIDADES	RIESGOS	DIRECTRICES DE GOBERNABILIDAD
	el valle lo que fortalece la conectividad entre sector alto y bajo de la ciudad.		
FCD 2. Presencia de actividades contaminantes asociada a la actividad minera y disposición de residuos domiciliarios.	Relaves en el área urbana Respecto de los relaves se definirá todas las superficies como “áreas no edificables”, se entenderán aquéllas que por su especial naturaleza y ubicación no son susceptibles de edificación, en virtud de lo preceptuado en el inciso primero del artículo 60° de la Ley General de Urbanismo y Construcciones. En estas áreas sólo se aceptará la ubicación de actividades transitorias. Se tomó esta decisión debido a que no se cuenta con estudios específicos de los contaminantes de los relaves, y debido a ello no se pueden establecer las medidas de remediación, como los establece la ley de faenas mineras abandonadas. Las zonas no edificables impiden la construcción sobre la superficie y por lo tanto se está protegiendo a la población frente a posibles contaminantes. Una vez que se cuente con los estudios respectivos se puede realizar una modificación al Plan respecto de las zonas no edificables y establecer una norma apropiada a las condiciones que establezcan los estudios respectivos.	**Relaves en el área urbana** Existirán en el interior de la ciudad presencia de relaves, espacios sin uso, con la posibilidad de generarse en ello microbasurales o actividades indeseadas para la ciudad. Se requiere realizar los estudios de cada uno de los relaves para evitar las consecuencias anteriormente señaladas.	- Establecer mesas de trabajo con SERNAGEOMIN para poder tratar la materia de relaves y así financiar estudios referidos al tema.

FACTOR CRITICO DE DECISIÓN	OPORTUNIDADES	RIESGOS	DIRECTRICES DE GOBERNABILIDAD
	Además de ello se proponen una superficie más amplia, que se asocia a la dispersión de los contaminantes, como una zona de áreas de riesgo antrópico, con ello se restringe el uso de las superficies en torno a las áreas no edificables, con ello se impide el uso previo a estudios fundados para su ocupación.		
FCD3. Amenazas Naturales	Zonificación El Plan propone una zonificación mixta de usos cuyas condiciones de usos en el caso del valle y del altiplano se diferencian en relación a la presencia de amenazas naturales de inundación o fenómenos de remoción en masa, es así como la zona de altiplano se diferencia en: zonas altiplano densidad baja (40 hab/há) a densidades medias (120 hab /há). En todas ellas se permite alturas máximas de 3 pisos app. (10,5 metros). Existe una zona residencial de densificación 2, es una zona de alto potencial de renovación y densificación con alturas medias (5 pisos aproximación) ubicados en zonas inundables. Pese a ello la norma urbanística como se mencionó anteriormente, la OGUC señala la necesidad de previo a la construcción de obras y medidas de mitigación que subsanen el riesgo.	**Zonificación** Existe la necesidad de un ordenamiento en cuanto a las vialidades que permita establecer evacuaciones frente a algún desastre natural. De acuerdo a lo anterior se requiere de una gestión en relación a posibles amenazas que afecten la ciudad, un trabajo en conjunto con la comunidad. La materialización de áreas verdes adecuadas como áreas de amortiguación de las amenazas identificadas en el área urbana, principalmente asociadas a la inundación y remoción en masa en taludes. **Conectividad** La falta de materialización de las vías es una dificultad para el Plan, ya que no se generaría la integración buscada	- Establecer mesas de trabajo con ONEMI para definir un plan actualizado de gestión de riesgos local.

FACTOR CRITICO DE DECISIÓN	OPORTUNIDADES	RIESGOS	DIRECTRICES DE GOBERNABILIDAD
	Se identifican riesgos naturales, entre ellos: -Riesgo en zonas de remoción en masa por flujos de detritos. -Riesgos en zonas d inundación por desborde. -Riesgo de remoción en masa por desprendimiento de taludes -Riesgo en zonas de inundación y/o potencial inundación Es importante mencionar que de acuerdo a lo señalado por la OGUC en el artículo 2.1.17, al construir sobre estas superficies se debe contar con medidas de mitigación respectivas, con lo que se protege a la población frente a amenazas. Se proponen áreas verdes en torno al Río Huasco y en los taludes, con a finalidad de evitar la ocupación en estos espacios Conectividad La propuesta incorpora vialidades que permite conectar el valle con el altiplano en una vialidad que los integra, se evalúa de forma positiva no solo esta vía, sino también las conexiones establecidas en vialidades menores que otorgan mejoras sustanciales en la conectividad interna.	por las mejoras en la movilidad y la integración de los barrios en la ciudad.	
FCD 4. Nuevos proyectos que generan impactos en el área urbana.	**Actividades productivas** Se proponen en el Plan dos zonas productivas, una de ellas exclusiva	**Actividades productivas** Pueden existir conflictos en el uso de	-

Folio014165

FACTOR CRITICO DE DECISIÓN	OPORTUNIDADES	RIESGOS	DIRECTRICES DE GOBERNABILIDAD
	que solo permite el uso de actividades productivas y equipamientos (ZPE), mientras que la segunda ZCA (zona Carretera) permite uso residencial, aunque en bajas densidad. Ambas permiten instalación de industria inofensiva. Ambas zonas se encuentran distanciadas de los principales centros y se ubican en puntos estratégicos de conectividad de la ciudad, si bien existe cercanía con usos residenciales, se establecen distanciamiento como áreas de amortiguación.	vialidades, las cuales requieren un ordenamiento respecto del paso de camiones, especialmente en el sector sur de la ciudad.	

Fuente: Elaboración propia.

Folio014166

X.- RESULTADOS DE LA COORDINACIÓN INTERSECTORIAL

Como parte del procedimiento de la Evaluación Ambiental Estratégica se convocó a participar a los Órganos de la Administración del Estado a dos mesas de participación, denominada mesa intersectorial 1 y 2, correspondiente la primera a temáticas de diagnóstico y los resultados preliminares de las consideraciones ambientales correspondiente al documento de inicio del procedimiento y la segunda a la exposición y consulta de los resultados de la evaluación ambiental estratégica.

Las mesas intersectoriales se llevaron a cabo en:

Cuadro 20. Mesas intersectoriales

MESA INTERSECTORIAL	FECHA Y LUGAR	OBJETIVO
Mesa Intersectorial 1	23 de Febrero a las 11 horas en el en Centro Comunitario Erasmo Escala	Exponer las consideraciones ambientales del Plan y obtener retroalimentación de los organismos de la administración del estado.
Mesa Intersectorial 2	30 de noviembre en dependencias de la SEREMI MINVU.	Exponer los resultados de la evaluación ambiental estratégica, evaluación de las alternativas y obtener retroalimentación de los participantes.

Fuente: Elaboración propia.

En relación a la retroalimentación de los organismos de la administración del estado, en cada instancia de participación se dio el espacio para realizar consultas y observaciones a las materias expuestas y además se entregó una hoja de consulta, que tiene por objetivo recopilar opiniones respecto de temas de interés en cada instancia.

MESA INTERSECTORIAL	TEMAS DE INTERES CONSULTADOS EN HOJA DE CONSULTA
Mesa Intersectorial 1	Se pidió opinión respecto de objetivos ambientales, criterios de sustentabilidad e información adicional que como servicios posean que sea relevante para la planificación.
Mesa Intersectorial 2	Se pidió opinión respecto de los factores críticos de decisión identificados y de las alternativas evaluadas, solicitando señalar aspectos positivos y negativos de cada una de ellas.

A continuación se presentan por separado los convocados y participantes de las mesas intersectoriales, sus observaciones y finalmente en cada apartado se expone como fueron consideradas sus opiniones en el Plan.

X.1 MESA INTERSECTORIAL 1

X.1.1.- Asistencia

Los organismos de la administración del Estado convocados a participar en la primera instancia de participación corresponden a los siguientes:

Cuadro 21. Listado de Convocados a Participar de Mesa Intersectorial 1

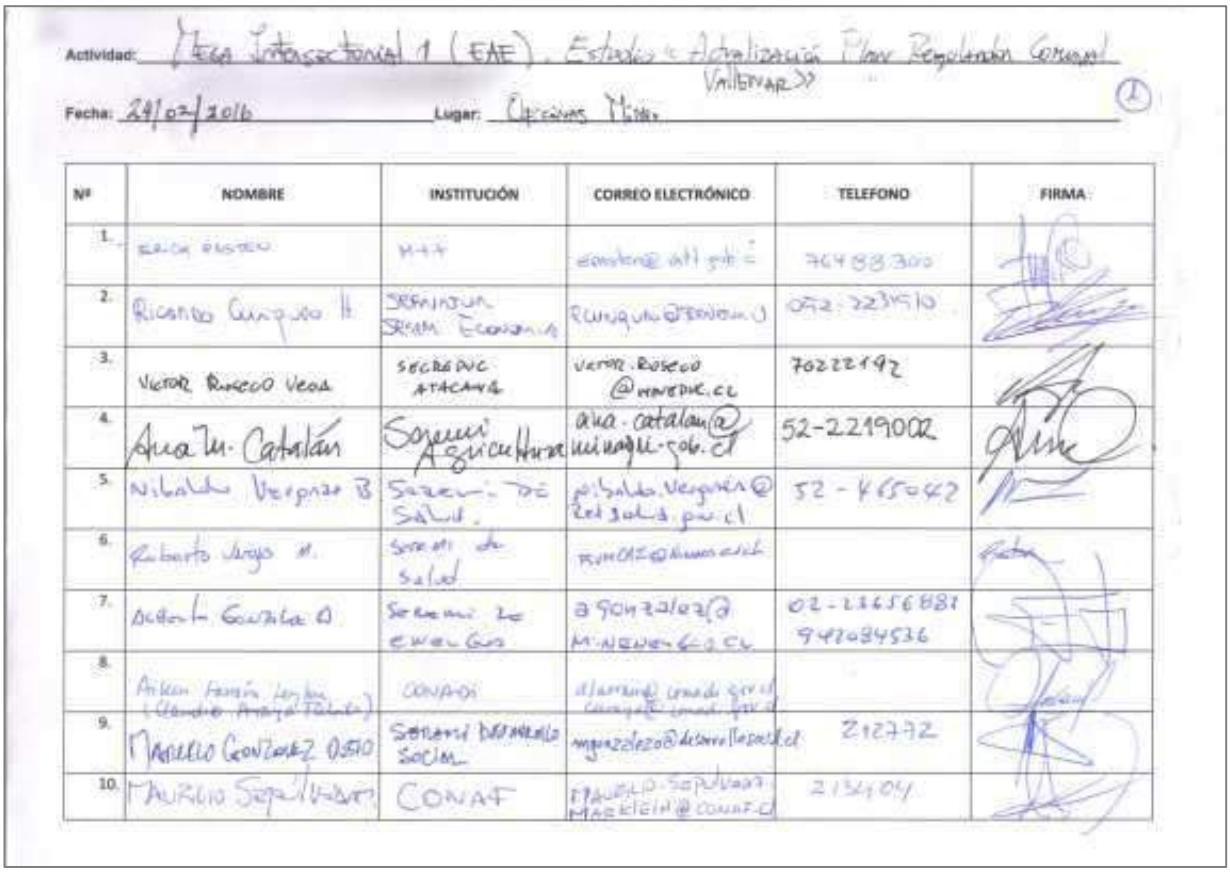
N°	ÓRGANOS DE LA ADMINISTRACIÓN DEL ESTADO	MOTIVO CONVOCATORIA
1	SEREMI de Agricultura	La convocatoria de este servicio se relaciona con la información que ellos como institución manejan respecto de áreas rurales del entorno de Vallenar y respecto de la ampliación del límite urbano.
2	Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)	Como servicio dependiente del Ministerio de agricultura, y especialista en temas de programas rurales, su participación podrá entregar la perspectiva del entorno rural, específicamente desde el punto de vista de programas de apoyo al entorno agropecuario.
3	SEREMI MINVU	Se convoca al Ministerio de Vivienda y Urbanismo, al ser este un organismo promotor del estudio y además por su injerencia y conocimiento en temas de planificación a distintas escalas.
4	SEREMI Medio Ambiente	Se convoca a la SEREMI de Medio Ambiente como Órgano acompañante de la EAE. Además de ser un organismo especialista en temas ambientales insumo para el diagnóstico del estudio.
5	CONADI	La convocatoria de este servicio tiene como principal motivo informar acerca del proceso, y además obtener información acerca de la tradición y cultura, y la presencia de comunidades indígenas en el territorio, con la finalidad de realizar participación diferenciada como se requiere de acuerdo al convenio
6	Gobierno Regional (división de planificación de desarrollo Regional)	Se convoca al gobierno regional debido al conocimiento en programas regionales, las perspectivas de desarrollo de la región, sus provincias y comunas, y nuevos proyectos de inversión.
7	SEREMI MOP	Se convoca a la SEREMI MOP debido a su conocimiento en proyectos viales en el área.
8	SEREMI SALUD	Se convoca a la SEREMI de Salud debido a la información que puede proporcionar respecto de nuevos proyectos y categorización de actividades productivas.
9	MOP Dirección General de Aguas (DGA)	Se convoca a la DGA por la información y estudios que posee respecto de riego, antecedentes meteorológicos e hidrológicos del área.
10	MOP Dirección de Obras Hidráulicas (DOH)	Se convoca a DOH por los conocimientos que posee respecto de Obras hidráulicas, estudios referidos a estas materas y proyectos en estas materias, especialmente en el área de Vallenar
11	MOP Dirección Regional de Vialidad MOP Dirección de Planificación (DIRPLAN)	Se convoca a MOP al ser un servicio especialista en materias referidas a conectividad, puentes y vialidad.

N°	ÓRGANOS DE LA ADMINISTRACIÓN DEL ESTADO	MOTIVO CONVOCATORIA
12	SEREMI de Economía, fomento y turismo	Se convoca a la SERMI de economía debido a que su sector permitir obtener información económica de la comuna y local.
13	Gobernación Provincial de Huasco	Se convoca a la gobernación provincial para informar respecto de la elaboración del Plan.
14	SEREMI Bienes Nacionales	Se convoca como organismos especialista en materas de patrimonio natural e histórico.
15	Corporación Nacional Forestal (CONAF)	Se convoca como servicio especialista en entorno natural, medidas de forestación, y áreas naturales (vegetación y fauna).
16	Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR)	Se convoca como servicio especialista en materias referidas a turismo, sector en desarrollo en el área comunal.
17	SEREMI de Transportes y Telecomunicaciones.	Se convoca a la SEREMI de transportes y telecomunicaciones debido a la información vial que puede proporcionar y debido a que ellos poseen en detalle proyectos de vialidad y transporte en el área.
18	Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN)	Se convoca como organismos especialista en temas geológicos que permiten caracterizar el área y como antecedentes específicos para el estudio de riesgos.
19	SEREMI Ministerio de Desarrollo Social	Se convoca a este organismo debido a su manejo en materias de inversión especialmente referido a cartera de proyectos de inversión en la comuna.
20	SEREMI Ministerio de Energía	Se convoca a este organismo debido a la información sectorial referida a energía, específicamente proyectos futuros y existentes para el área.
21	SEREMI Ministerio de Minería	Se convoca a este servicio como Ministerio perteneciente al consejo de ministros por la sustentabilidad, y debido a la información referida a proyectos mineros y estudios en esta materia, debido a la importancia de esta actividad en la región y especialmente en la comuna.
22	SEREMI Hacienda	Se convoca como parte del consejo de ministros por la sustentabilidad y con la finalidad de Informar acerca del proceso.
23	Servicio de Vivienda y Urbanización	Se convoca a este servicio con la finalidad de tener información respecto de las Vivienda sociales en proyecto y actuales en la comuna.
24	SEREMI Educación	Se convoca a este organismo como especialista en materia de educación, incluyendo en esto a la infraestructura referida a este tema y además en materias específicas de monumentos históricos y materias patrimoniales en el área.

Fuente: Extraído de Listado de OAE a convocar en Oficio de Inicio.

La asistencia obtenida corresponde a un total de 24 asistentes, de los cuales existe representación de más de un funcionario por Secretaria Ministerial.

Figura 54. Listado de Asistencia Mesa Intersectorial 1



Actividad: Mesa Intersectorial 1 (EAE). Estado de Actualización Plan Regulador Comunal Vallenar ①

Fecha: 24/02/2016 Lugar: Oficinas MINVU

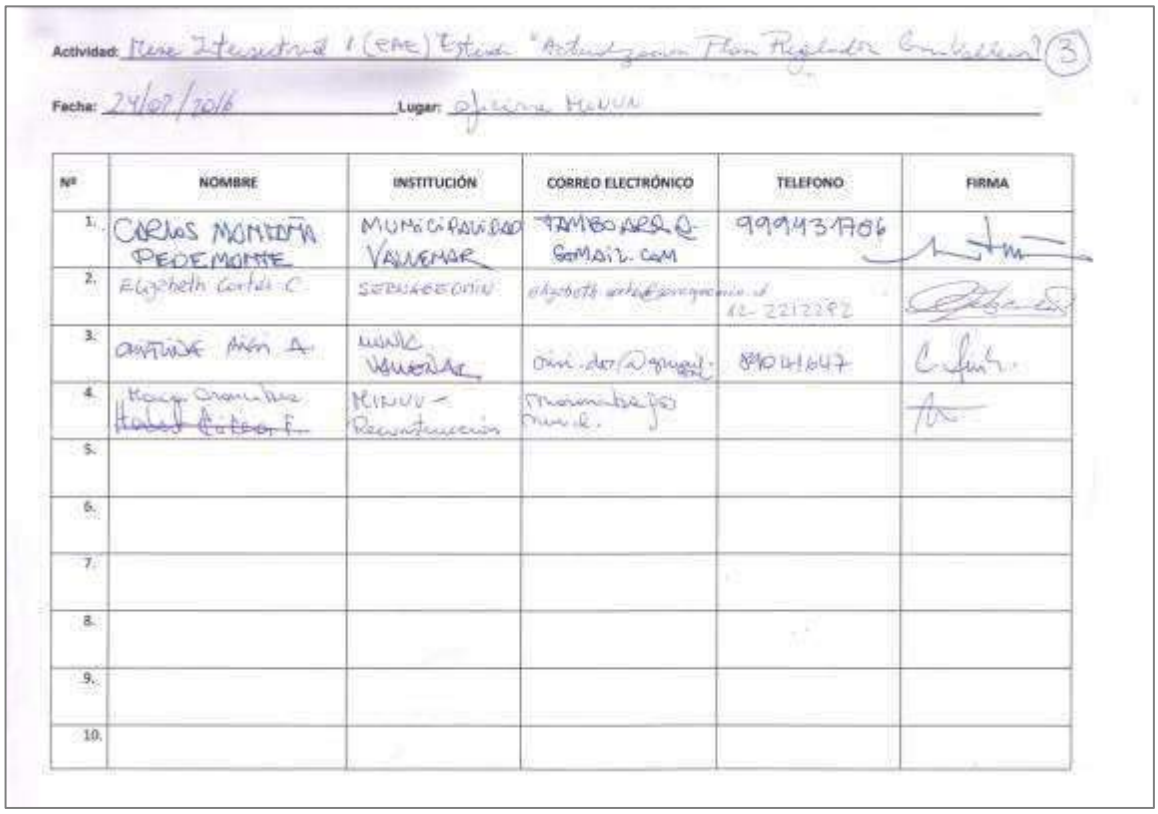
Nº	NOMBRE	INSTITUCIÓN	CORREO ELECTRÓNICO	TELEFONO	FIRMA
1.		MINVU		76488300	
2.	Ricardo Cunqueo H.	SERPLAJUR Depto. Economía		072-223510	
3.	VICTOR ROSECO VEGA	SECRETARIO ATACAMA	VICTOR.ROSECO @MINEDUC.CL	70222192	
4.	Ana M. Catalán	Secretaría Agricultura	ana.catalan@minagri.gob.cl	52-2219002	
5.	Nibaldo Vergara B.	Secretaría de Salud.	nibaldo.vergara@redsalud.gob.cl	52-465042	
6.	Roberto Vargas M.	Secretaría de Salud			
7.	Roberto González O.	Secretaría de Economía	@economia.gob.cl M.NEWEN@	02-23656881 94284536	
8.	Arleen Fabiola Leyton (Claudio Araya Tejeda)	CONAF			
9.	MARCELO GONZALEZ OSSIO	Secretaría Desarrollo Social	mgonzalezo@desarrollosocial.cl	212772	
10.	MAURICIO SEPÚLVEDA	CONAF	MAURICIO.SEPULVEDA MARCHEIN@CONAF.CL	215404	



Actividad: Mesa Intersectorial (EAE) Estado Actualización Plan Regulador Comunal Vallenar ②

Fecha: 24/02/2016 Lugar: Oficinas MINVU

Nº	NOMBRE	INSTITUCIÓN	CORREO ELECTRÓNICO	TELEFONO	FIRMA
1.	JOSE Antonio C.	SAG		57-2243472	
2.	Ramón Araya T.	MINVU	ramon.araya@minvu.cl	052-2535694	
3.	César Araya S.	MMA	carayas@mma.gob.cl	75884944	
4.	Patricio Tambley P.	Ministerio Bienes Nacionales	ptambley@mbienes.cl	79880161	
5.	FRANCISCO VALENZUELA R.	Ministerio Bienes Nacionales	fvalenzuela@mbienes.cl	52220828	
6.	Alberto	Servi Minvu		52535697	
7.	Marcela Araya S.	MMA Valle de Huasco		79980806	
8.		Servicio Desarrollo Social		52222 2772	
9.	María Luisa del Pino	Servicio MINVU		2575632	
10.	PATRICIO VARELA A.	DGA-Explotación	patricio.vargas@dga.cl	2522768	



Actividad: Mesa Intersectorial 1 (EAE) Etapa "Actualización Plan Regulador Comunal" (3)

Fecha: 24/07/2016 Lugar: oficina MINVU

Nº	NOMBRE	INSTITUCIÓN	CORREO ELECTRÓNICO	TELEFONO	FIRMA
1.	CARLOS MONTOYA PEDEMONTE	MUNICIPALIDAD VALLENAR	[illegible] GOMAIL.COM	999431706	
2.	Elizabeth Cortés C.	SECRETARIA	[illegible]	[illegible] 2212292	
3.	CRISTINA ARÓN A.	MINVU VALLENAR	[illegible]	8904 1647	
4.	Hugo Cruces Huber Cortés F.	MINVU - Reconstrucción	[illegible]		
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					

Fuente: Registro de participación Mesa Intersectorial 1.

X.1.2.- Metodología utilizada en presentación

La metodología empleada en la exposición fue la siguiente:

Esta instancia de participación se realizó a través de una exposición, donde se presentó a través de una proyección los contenidos principales. Se dividió en tres momentos:

- Momento 1. Que corresponde a exponer el contexto en el cual se desarrolla el Plan Regulador Comunal de Vallenar.
- Momento 2. Exposición del Diagnóstico y principales contenidos de la EAE (objetivos ambientales y criterio de sustentabilidad)
- Momento 3. Consulta de los OAE y la aplicación de una hoja de consulta acerca de los contenidos principales.

Los resultados de esta mesa intersectorial se sistematizan a continuación, mediante la utilización de la hoja de consulta entregada en el momento 3, que aborda tres temas relevantes a la hora de recabar antecedentes para mejorar las consideraciones ambientales.

X.1.3.- Resultados hoja de consulta

A continuación se exponen los resultados obtenidos de las hojas de Consulta, separados en cada una de las temáticas tratadas referidas a los criterios de sustentabilidad, Objetivos de Desarrollo Sustentable y la información mencionada y obtenida.

El cuadro a continuación muestra la consulta realizada a loa Organismos de la administración del estado respecto del criterio de sustentabilidad, donde se consulta si considera necesario replantear el criterio o lo valida, esto en relación a los conocimientos de los organismos participantes respecto del territorio de Vallenar y su visión de futuro.

Cuadro 22. Resultados Hoja de Consulta Criterio de Sustentabilidad

CRITERIOS DE SUSTETABILIDAD	REPLANTEAR CRITERIO	VALIDA CRITERIO
MINVU – Reconstrucción (María Arancibia)	Replantear criterio en base a la normativa, aplicar terminología adecuada y fuente de información.	
Seremi agricultura (Ana María Catalán)	Debe considerarse dentro del desarrollo económico, la actividad agrícola, por lo que las clasificaciones de uso de suelo y suelos aptos para desarrollar esta actividad no se vea afectada.	
SAG (José Andaur Cáceres)	Considerar en áreas de ampliación de radio urbano que sean suelos de capacidad de uso mayor a IV.	
Secreduc (Victor Rioseco Vega)	-	Se valida y se menciona que se debe considerar factor energético.
SEREMI de Salud (Nibaldo Vergara)	-	Valida
Seremi Desarrollo Social (Mario ardiles)	-	Valida

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro siguiente al igual que el anterior expone los resultados de la hoja de consulta respecto de los objetivos ambientales expuestos en la mesa intersectorial. Los resultados se exponen de acuerdo al objetivo ambiental, quien realiza la observación y si replantea el objetivo o si lo valida.

Cuadro 23. Observaciones con respecto a los Objetivos Ambientales Expuestos

OBJETIVOS AMBIENTALES	OAE	REPLANTEA	VALIDA
Objetivo 1	Minvu - reconstrucción María Arancibia	Replantear y dejar claridad en el marco de aplicación de PRC	
Objetivo 2			Mitigar, depende de factores adecuados
Objetivo 3		Sobre la base de consideraciones planteadas por SERNAGEOMIN 1.- Conceptos, 2.- Mitigación real, 3.-Normativa aplicable 4.- Estudios de MMA.	
Objetivo 4		Consideración de estudios de MMA	
Objetivo 5		Con solo cambio de uso no evitan los vertederos.	
Objetivo 1	DGA Patricio Luengo Alarcón	Debe considerar información actualizada existente (análisis además, analizar la disponibilidad física, administrativa, hidrológica y legal del recurso hídrico) en cualquier idea de proyecto	

OBJETIVOS AMBIENTALES	OAE	REPLANTEA	VALIDA
		afín aquí detallado.	
Objetivo 2			
Objetivo 3			
Objetivo 4			
Objetivo 5		Catastrar pozos de extracción de áridos que afectan el lecho del río.	
Objetivo 1	Ricardo Cuniqueo SERNATUR Atacama	La modificación del paisaje no solo viene dado por la intervención del río, sino que también de la zona del desierto florido, alternativa de jerarquía 3 y los paneles fotovoltaicos y líneas de evacuación correspondiente.	
Objetivo 2			
Objetivo 3			
Objetivo 4			
Objetivo 5			
Objetivo 1	Mario Ardiles SEREMI Desarrollo Social		Existen proyectos ejecutados o en ejecución junto al rio Huasco y algunos canales de la terraza.
Objetivo 2		El PRC no tiene la capacidad real de indicar la evacuación de nuevos centros por sí solo.	
Objetivo 3			Si
Objetivo 4		En el altiplano norte la ocupación urbana está consolidada y no tiene habitabilidad real una reducción de densidad la línea F.F.C.C.	
Objetivo 5			Si
Objetivo 1	Nibaldo Vergara Seremi de Salud		Si
Objetivo 2			Si
Objetivo 3		No es posible asegurar en un principio la existencia de elementos que pueden afectar la salud de las personas por lo que se debe replantear el territorio.	
Objetivo 4			Si
Objetivo 5			Si
Objetivo 1	Victor Rioseco Secreduc – Atacama		Si
Objetivo 2			Considerar la accesibilidad vial a equipamientos de gran escala (vial y espacial)
Objetivo 3			No se puede reducir la población, más bien seria reducir o

OBJETIVOS AMBIENTALES	OAE	REPLANTEA	VALIDA
			controlar sectores contaminados
Objetivo 4			Se podría potenciar con apoyos de decretos que controlen efectivamente el acopio y traslado de materiales contaminados.
Objetivo 5			Si
Objetivo 1	José Andaur SAG		Si
Objetivo 2			Proteger suelos de buena calidad en la región de atacama se considera clase iv de capacidad de uso.
Objetivo 3			Si
Objetivo 4			Si
Objetivo 5			Si
Objetivo 1	Elizabeth cortes MTT	-	-
Objetivo 2		-	-
Objetivo 3		Contaminante: debe existir análisis que determinen que pasa la norma, según ley MA. Medidas biológicas: solo se debe indicar medidas porque pueden ser de otro tipo.	
Objetivo 4		-	-
Objetivo 5		-	-
Objetivo 1	Cesar Araya (MMA)	El concepto área verde considera tanto espacios vegetales como áreas de esparcimiento, ligado a la definición de disponibilidad solo del recurso hídrico carece de carácter social y económico.	
Objetivo 2		Justificar en materia ambiental, social y económico.	
Objetivo 3		Ver las zonas de amortiguación una definición mayor en materia de factibilidad	
Objetivo 4		Plan de prevención de contaminación conforme a medidas en esta materia. Revisar.	
Objetivo 5			Se valida.
Objetivo 1	Ana María Catalán		Se valida

OBJETIVOS AMBIENTALES	OAE	REPLANTEA	VALIDA
Objetivo 2			Se Valida
Objetivo 3		Adicionar: medidas de control en emisiones, material particulado.	
Objetivo 4			Se valida
Objetivo 5			Se Valida
Objetivo 1	Mauricio Sepúlveda	-	-
Objetivo 2		-	--
Objetivo 3		-	-
Objetivo 4		Considerar plan de descontaminación ambiental de la comuna Huasco actualmente en desarrollo.	
Objetivo 5		-	-

Fuente: Elaboración propia.

Además de lo anterior, en la hoja de consulta se solicitó a los organismos de la administración del Estado, informes o antecedentes necesarios de contemplar para la elaboración del Plan. En base a lo señalado en las hojas de consulta por los organismos participantes, a continuación se presenta la información señalada que poseen disponible los servicios y que se considera relevante para la elaboración del Plan.

Cuadro 24. Información recibida de Órganos de la Administración del Estado.

INFORMACIÓN	CORREO SOLICITUD	INFORMACIÓN OBTENIDA
PRI HUASCO	marancibiaf@minvu.cl	X
Análisis Integrado Gestión de cuenca Rio Huasco (2014)	www.dga.cl	X
Estudio Oportunidad Turística para la Provincia de Atacama	Rcuniqueo@sernatur.cl	-
Catastro de atractivos Plan de Acción 2014 – 2018		-
Política Regional de Turismo		X
Faenas Mineras en la Comuna	Elizabethcortes@sernageomin.cl y Marcelo Díaz Suazo (buscar correo)	X
Faenas Mineras Paralizadas y/o Abandonadas		X
Plan de Gestión de Transito	Epasten@mtt.gob.cl	-
Norma secundaria de Calidad de aguas del río Huasco	Seremi MMA carayas@mma.gob.CL	
Los IFC (Informe favorable para la construcción) (Ex Cus) en el sector y comuna de Vallenar.	ana.catalan@minagri.gob.cl	X

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a lo señalado por los servicios públicos, en el Plan se incorporó la información señalada y recibida, además se corrigieron los objetivos ambientales de acuerdo a lo señalado por los servicios especialmente respecto de las observaciones de replantear tanto los criterios y objetivos.

De los objetivos presentados, dos de ellos fueron eliminados debido a la falta de posibilidad de continuar un seguimiento, y debido a que el Plan no podía hacerse cargo de ellos. Estos son: uno referido a problemas de congestión que como fue observado corresponde más bien a una problemática urbana sin posibilidad de ser medida por el Plan, y por otra parte los

Folio014175

conflictos ocasionados por el tren que pasa por el centro de la ciudad, que como fue mencionado en el taller posee una norma que establece condiciones d funcionamiento y estas medidas por lo tanto no pasan por normas establecidas por el Plan.

Debido a lo anterior el objetivo fueron modificados incorporándose un objetivo referido al patrimonio debido a la necesidad de protección del área céntrica y fundacional de Vallenar, y por otra parte se incorpora un objetivo destinado a la protección de la población en relación a las amenazas naturales.

X.2 MESA INTERSECTORIAL 2

Esta esa intersectorial pretende informar acerca del desarrollo del Plan y a la vez obtener una retroalimentación de los organismos participantes respecto de la evaluación ambiental de las alternativas.

X.2.1.- Asistencia

Los organismos de la administración del Estado convocados a participar en la primera instancia de participación corresponden a los siguientes:

Cuadro 25.Listado de Convocados a Participar de Mesa Intersectorial 1

N°	ÓRGANOS DE LA ADMINISTRACIÓN DEL ESTADO	MOTIVO CONVOCATORIA
1	SEREMI de Agricultura	La convocatoria de este servicio se relaciona con la información que ellos como institución manejan respecto de áreas rurales del entorno de Vallenar y respecto de la ampliación del límite urbano.
2	Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)	Como servicio dependiente del Ministerio de agricultura, y especialista en temas de programas rurales, su participación podrá entregar la perspectiva del entorno rural, específicamente desde el punto de vista de programas de apoyo al entorno agropecuario.
3	SEREMI MINVU	Se convoca al Ministerio de Vivienda y Urbanismo, al ser este un organismo promotor del estudio y además por su injerencia y conocimiento en temas de planificación a distintas escalas.
4	SEREMI Medio Ambiente	Se convoca a la SEREMI de Medio Ambiente como Órgano acompañante de la EAE. Además de ser un organismo especialista en temas ambientales insumo para el diagnóstico del estudio.
5	CONADI	La convocatoria de este servicio tiene como principal motivo informar acerca del proceso, y además obtener información acerca de la tradición y cultura, y la presencia de comunidades indígenas en el territorio, con la finalidad de realizar participación diferenciada como se requiere de acuerdo al convenio
6	Gobierno Regional (división de planificación de desarrollo Regional)	Se convoca al gobierno regional debido al conocimiento en programas regionales, las perspectivas de desarrollo de la región, sus provincias y comunas, y nuevos proyectos de inversión.
7	SEREMI MOP	Se convoca a la SEREMI MOP debido a su

Folio014176

N°	ÓRGANOS DE LA ADMINISTRACIÓN DEL ESTADO	MOTIVO CONVOCATORIA
		conocimiento en proyectos viales en el área.
8	SEREMI SALUD	Se convoca a la SEREMI de Salud debido a la información que puede proporcionar respecto de nuevos proyectos y categorización de actividades productivas.
9	MOP Dirección General de Aguas (DGA)	Se convoca a la DGA por la información y estudios que posee respecto de riego, antecedentes meteorológicos e hidrológicos del área.
10	MOP Dirección Regional de Vialidad MOP Dirección de Planificación (DIRPLAN)	Se convoca a MOP al ser un servicio especialista en materias referidas a conectividad, puentes y vialidad.
11	SEREMI de Economía, fomento y turismo	Se convoca a la SERMI de economía debido a que su sector permitir obtener información económica de la comuna y local.
13	SEREMI Bienes Nacionales	Se convoca como organismos especialista en materas de patrimonio natural e histórico.
14	Corporación Nacional Forestal (CONAF)	Se convoca como servicio especialista en entorno natural, medidas de forestación, y áreas naturales (vegetación y fauna).
15	Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR)	Se convoca como servicio especialista en materias referidas a turismo, sector en desarrollo en el área comunal.
16	SEREMI de Transportes y Telecomunicaciones.	Se convoca a la SEREMI de transportes y telecomunicaciones debido a la información vial que puede proporcionar y debido a que ellos poseen en detalle proyectos de vialidad y transporte en el área.
17	Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN)	Se convoca como organismos especialista en temas geológicos que permiten caracterizar el área y como antecedentes específicos para el estudio de riesgos.
18	SEREMI Ministerio de Desarrollo Social	Se convoca a este organismo debido a su manejo en materias de inversión especialmente referido a cartera de proyectos de inversión en la comuna.
19	SEREMI Ministerio de Energía	Se convoca a este organismo debido a la información sectorial referida a energía, específicamente proyectos futuros y existentes para el área.
22	Servicio de Vivienda y Urbanización	Se convoca a este servicio con la finalidad de tener información respecto de las Vivienda sociales en proyecto y actuales en la comuna.
23	SEREMI Educación	Se convoca a este organismo como especialista en materia de educación, incluyendo en esto a la infraestructura referida a este tema y además en materias específicas de monumentos históricos y materias patrimoniales en el área.

Fuente: Extraído de Listado de OAE a convocar en Oficio de Inicio.

La asistencia obtenida corresponde a un total de 6 asistentes, los cuales representaron a los siguientes servicios públicos: Gobierno Regional, Sernageomin, Ministerio de Medio Ambiente, Dirección General de Aguas (DGA) y el Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Figura 55. Listado de Asistencia Mesa Intersectorial 2



Plan Regulador de Vallenar

TEMA REUNIÓN:

Fecha / Horas	30 de noviembre	Inicio:	Cierre:

Nombre de Asistentes	Institución	Correo	Firma
Francisco Javier Chirino Salinas	DIPLADE GOB REGIONAL	fchirinos@goreatacama.cl	
Jessica Cortés Prado	Seremageomin	jessica.cortes@seremageomin.cl	
Carlos Olivares Sweet	M.M.A.	colivares.3@mma.gob.cl	
Katherine Moreno Alfaro	D.G.A.	katherine.moreno@mop.gob.cl	
Marjolaine Vera	SURPLAN	marjolaine@surplan.cl	
Carlos Montoya Pedemonte	DAU Municipalidad Vallenar	TAMBOARE@GMAIL.COM	
María Stella Acevedo Fernández	Secretaria MINVU		
Cristina Silva Alvarez	DAU Municipalidad Vallenar		
Renato Krstya Radonic	MINVU		
Gabriela Muñoz	Surplan	gabriela@surplan.cl	

X.2.2.- Metodología utilizada en presentación

Esta instancia de participación se realizó a través de una exposición, donde se presentó a través de una proyección los contenidos principales. Se dividió en tres momentos:

- Momento 1. Que corresponde a exponer el contexto en el cual se desarrolla el Plan Regulador Comunal de Vallenar.
- Momento 2. Exposición Diagnóstico, factores Críticos y la evaluación de las alternativas (objetivos ambientales y criterio de sustentabilidad)
- Momento 3. Consulta de los OAE y la aplicación de una hoja de consulta acerca de los contenidos principales.

No se recibieron observaciones respecto de los temas tratados en forma escrita, sin embargo durante la reunión se señalaron aspectos que fueron contemplados en la descripción de los factores críticos. La observación realizada corresponde al Factor crítico 1. Denominado Paisaje geográfico y las condiciones propias de zonas áridas.

OBSERVACIÓN	INCORPORACIÓN
No se entiende a que se refiere el factor crítico 1, y además se señala una mala utilización del término paisaje geográfico.	Por esto se incluyó una modificación del factor haciendo especial hincapié en Integración de la ciudad, y valoración del río Huasco, debido a que con ello se hace énfasis a la distribución de la población en el área urbana, sobre las terrazas fluviales y a su vez se pone énfasis en el elemento natural estructurante de la ciudad, el Río Huasco.

Folio014178

X.2.3.- Resultados hoja de consulta

Durante la reunión no se recibieron observaciones escritas, y tampoco se recibieron observaciones vía correo electrónico, pese a enviar hoja de consulta el día 7 de diciembre del 2017 a los participantes de la reunión vía correo electrónico.

XI.- RESULTADOS DE INSTANCIAS DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA

En el informe de Participación Ciudadana se encuentran señalados en detalle cada uno de los talleres efectuados a lo largo de la etapa 4 con listado de participantes y resumen de los resultados obtenidos en cada uno de ellos.

Los resultados obtenidos de los talleres se integrarán al informe ambiental, señalando la forma como fueron incorporados a la elaboración del Plan, que para el caso de esta etapa se considerará la exposición de los resultados de los talleres desarrollados en la etapa III y IV, que corresponde a la construcción de imagen objetivo y alternativas de estructuración territorial, y anteproyecto.

En la etapa III y IV se desarrollaron un total de 11 talleres de participación ciudadana, de los cuales se extrajeron los siguientes resultados:

Talleres Etapa III.

1. **Taller con Técnicos Municipales**

En este taller se exponen las alternativas de desarrollo, separadas por elementos de estructuración, a cuatro grupos técnicos municipales de los cuales se obtuvo como resultado, mayor inclinación por la alternativa B, con la salvedad de la evaluación en términos de la centralidad y conectividad. Los resultados obtenidos para cada elemento de estructuración de la alternativa u opción de desarrollo son:

Centralidades: No existe una claridad por la definición por una alternativa, ya que los participantes consideran aspectos favorables para ambas., en relación al elemento de las centralidades.

Alternativa A

- Descentraliza el centro de la comuna hacia las poblaciones y sectores adyacentes
- Evita tacos y accidentes
- Se sugiere para que esta descentralización sea real habría que construir otro puente vehicular
- Se necesita equipar con retenes y “cajas pagadoras” para adultos mayores

Alternativa B

- Se cree que la identidad de los barrios debe mantenerse, por ejemplo, las dos poblaciones que están consolidadas en el área norte
- Se propone que se creen delegaciones de servicios públicos
- Se cree que a estos tres sectores se les debe dar desarrollo económico y oportunidades laborales

Conectividad: Respecto de la conectividad manifiestan que la **alternativa A** es más favorable. Entre las justificaciones señalados por los técnicos se señala:

- Crea una mejor conectividad entre la zona sur con la zona norte

Folio014179

- Se evitaría la congestión en el anillo perimetral configurando una circunvalación.
- Se opta por esta opción pero se sugiere pensar una cierta fusión con la alternativa A.

Áreas verdes: las áreas verdes son mejor valoradas en la **alternativa B**, ya que se instalan en sitios eriazos y basurales, y además le otorga continuidad en forma lineal, lo cual crea oportunidades para hacer ciclovías y paseos peatonales.

Altura de edificación: La **alternativa B** es la mejor valorada, ya que como justifican:

- Se escoge este sistema porque va emparentado con el sistema de áreas verdes propuesto.
- Se destaca que antes de aplicar este sistema se realicen las construcciones con sus respectivos estudios de suelo y que no reproduzcan impacto ambiental.
- Que la altura máxima sea de 4 pisos.

Respecto de los resultados de este taller existe una tendencia por presentar una mejor evaluación de la alternativa B, con la salvedad de la centralidades existiendo en ambos casos una buena valoración justificándose en cada caso. Por otra parte la conectividad es el único elemento que es valorado positivamente para la alternativa A, ya que destacan la linealidad en función de posibles problemas de congestión. Lo señalado anteriormente es considerado al momento de reevaluar las alternativas, con la finalidad de incorporarlos a la propuesta final, la cual igualmente es consultada en etapas participativas.

2. Talleres con Comunidad

Situación muy distinta corresponde a la participación de la comunidad, ya que la alternativa mejor valorada en la mayor parte de los elementos corresponde a la alterativa A, específicamente en relación a la conectividad, sistema de áreas verdes y altura de edificación, existiendo únicamente mejor valoración para la alternativa B en la temática de centralidades, debido a que la comunidad señala como elemento favorable la descongestión de la ciudad.

Si bien la participación en ambos talleres representa la opinión de los grupos de trabajo, es importante destacar que la justificación de la selección de una u otra alternativa y su justificación entrega elementos de análisis local, que permiten profundizar las alternativas.

Un elemento importante como resultado de los talleres surgió del último taller realizado el 19 de diciembre, en el cual se trabajó para priorizar **elementos locales** que ayudarán a constituir con posterioridad el anteproyecto, es así como se señalan a continuación elementos que serán utilizados como base general para constituir un anteproyecto de propuesta específico para la localidad. Respecto de cada una de las temáticas tratadas los temas priorizados son:

Conectividad: coinciden en la relevancia de contar con un sistema de conectividades que esté diseñado a partir de la base de los posibles desastres naturales que la comuna pueda vivir, por lo tanto, este debe prever vías que permitan una adecuada y segura evacuación.

Los dos grupos priorizan como conectividad Avenida Matta Sur ya que consolidando ésta también se conectaría Vista Alegre. En segundo lugar, se cree importante la Circunvalación Sur siempre cuando se consolide el puente.

Edificaciones en altura: que la altura adecuada para la comuna es de 6 pisos como máximo, a continuación, algunas opiniones:

- -Se proponen nuevos espacios para ubicar edificios en altura: sector del Hospital Provincial, en el Sector Talud Sur hacia León mirando hacia el Valle y el Sector de Torino.

- Eliminan, los dos grupos, el Sector del Talud Norte como propuesta de altura porque le quita lo que está consolidado y no permitiría que la población tuviera una vista al valle.
- Un grupo elimina la propuesta de altura en el centro de la ciudad, para resguardar el patrimonio urbano y la escala de la comuna.
- Un grupo propone que ojalá se proyecten las alturas en el Sector Industrial.

Localización de equipamiento: entre el sector de la carretera 5 norte y la ex 5 norte se señala como lugar adecuado para instalación de talleres mecánicos debido al tránsito frecuente de vehículos. Se manifiesta además la necesidad de un nuevo terminal de buses en la ciudad ubicado de preferencia en las cercanías al centro. Por otra parte los equipamientos como discoteque y el posible centro comercial se señala la posibilidad de ubicar en sectores cercanos al rodeo, es decir en sectores más alejados de la ciudad, evitando con ello los efectos asociados al ruido.

Al igual que los talleres con técnicos municipales, los resultados expuestos con anterioridad referidos a las priorizaciones de la comunidad respecto de: conectividad, edificaciones en altura y localización de equipamiento ayudaran a definir en etapas posteriores al anteproyecto en relación a la zonificación de usos de suelo y vialidades que se adopten a la opción de desarrollo seleccionada.

Taller etapa IV

En esta etapa se realizaron 5 actividades de participación ciudadana, una de ellas corresponde a la exposición de los resultados de la etapa al Concejo Municipal, Talleres con técnicos Municipales, 2 talleres con comunidad y uno de ellos orientado a comunidades indígenas. Los resultados obtenidos responden a la definición de anteproyecto en una etapa de mayor desarrollo que la etapa III, ya que el objetivo principal de estas actividades es exponer y validar la versión inicial del anteproyecto.

En los talleres con técnicos municipales se consultó respecto de los siguientes aspectos: vialidad estructurante, áreas verdes, zonas de usos de suelo, áreas de extensión urbana y comentarios que surjan de la discusión.

1. **Taller con Técnicos Municipales.**

Las observaciones realizadas respecto del taller son las siguientes:

Vialidad Estructurante.

- Vialidad terraza norte como nuevo límite urbano (circunvalación)
- Camino cuatro palomas, buen retiro, Manu Mara, Llano de Soro, Avenida Pedro Ferrera. Poder tener una vía o ciclovía al borde río.
- Se modifica vía estructurante hacia parque temático, proponiendo que misma bordee ZH4.

Áreas Verdes: agrega área verde en toda la extensión de la circunvalación (zona norte) y expandir a Jardín Botánico.

Zonas de usos de suelo.

- ZH4 que pase a una zona de mayor densidad.
- ZER: Revisar si se aprobó un proyecto habitacional en el sector.

Áreas de extensión urbana.

- expansión lado norte, hay parcelas y caminos y vías que se pueden tomar para darle más forma a la expansión urbana.
- El límite propuesto es adecuado, debe realizarse para proyectos de vivienda social.
- El límite norte se expande a vialidad existente.

Comentarios: Hacer listado de los sitios eriazos y avenidas no consolidadas.

Forma como se incorpora al Anteproyecto

Se incorporan una superficie más amplia de extensión urbana hacia al norte con una vialidad en el límite como lo señalan. Se incorporan nuevas superficies de áreas verdes en torno a la circunvalación.

2. **Participación ciudadana.**

Vialidad estructurante

- Agregar dentro de las vías estructurantes lo siguiente: Puente Torino, Algarrobo y Torreblanca. En general agregar más puentes de los existentes.
- Y se señala modificar: Piscina rotaria, Colchagua hacia Ochagandia, Maratón hasta Matta y camino norte límite urbano.

Áreas verdes

- Amplias áreas verdes a ZH4 y ampliar hasta el jilguero.
- Parque inundable en ambos lados del río.
- Resguardar la democratización de las áreas verdes, ya que al parecer la propuesta presenta una extensión grande de áreas verdes en una zona de parcelación.

Zonas de usos de suelo: No se presentan comentarios.

Áreas de extensión urbana

- Densificar el lado norte
- No se consideran adecuadas las extensiones evaluadas, se debe expandir la terraza norte.

Forma como se incorpora al Anteproyecto

El anteproyecto se incorporan dos cruces al río como continuación de Av. Matta, y Tucapel. La quebrada el Jilguero en el área urbana es contemplada como superficie de área verde. Se incorporan superficies de área verdes en toda la ciudad no solo en algunos sectores. Las observaciones referidas a extensión de calle no fueron consideradas debido a que no existe factibilidad de realizarse.

3. **Taller orientado a comunidades indígenas.**

Vialidad estructurante

- Se sugiere agregar en las vialidades Puente Torino, Algarrobo, Torreblanca, en general crear más puentes de los existentes.

- Se señala modificar Piscina Rotaria, Colchagua hacia Ochandía, Maratón hasta Matta y camino norte al límite urbano.

Áreas Verdes

- Cuidar las existentes e incorporar en la zona de Villa Edén.

Zonas de usos de Suelo.

- Zonas de conservación Histórica Centro (ZCH1), Se propone incorporar Museo y el otro grupo propone volver a lo tradicional.
- Zonas de Equipamiento (ZER) Sacar terminal de buses del centro y se propone incorporar terminal de taxis y colectivos.

Áreas de extensión Urbana

- Consideran adecuado el límite propuesto.
- Con respecto a la planificación del sector sur de la comuna se debería consultar a la población indígena que vive en el sector.

Comentarios

- Se debe conservar el patrimonio.
- Se solicita crear un espacio como sede para la etnia Diaguita.
- Se plantea que con respecto a la planificación del sector sur de la comuna se debería consultar a la población indígena que vive en el sector.

Forma como se incorpora al Anteproyecto

Las observaciones referidas a extensión de calle no fueron consideradas debido a que no existe factibilidad de realizarse.

La zona de equipamiento incorpora el terminal de buses reconociendo lo existente, ya que no existen proyectos de trasladarlo a otro lugar.

XI.1 PARTICIPACIÓN CIUDADANA EN EL MARCO DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA (EAE).

El procedimiento de inicio de la EAE del PRC de Vallenar, se dio inicio el día 7 de julio del año 2016 (Oficio ORD. N° 1178), situación que debió ser desistida y dar nuevo inicio al procedimiento, debido a que la actividad de difusión no fue ejecutada en los plazos que se fija por reglamento. El Municipio, orientado por el Ministerio de Medio Ambiente, desistió del procedimiento y acto seguido realizó el reingreso del inicio del procedimiento (oficio ORD N°2207) con fecha 30 de noviembre del año 2017, cumpliendo posteriormente con los plazos establecidos para el proceso de difusión.

A continuación, se presentan las actividades de inicio y difusión realizada:

Cuadro 26. Actividades realizadas en el procedimiento de Inicio y difusión – PRC Vallenar

(en ANEXO se encuentran Documentos de respaldo)

OFICIO Y MATERIA	FECHA	PLAZO
Inicio Procedimiento		
Oficio ORD. N° 1178. Ingreso Inicio Procedimiento (completo)	7 de julio del 2016	-
Oficio ORD. N° 2207. Reingreso de Inicio de Procedimiento	28 de noviembre del 2017	-

Proceso de Difusión inicio		
Publicaciones Extracto de Inicio	14 de diciembre del 2017	Desde ingreso de inicio al MMA hasta 10 días después.
Periodo de Exposición de antecedentes y recepción de observaciones	14 de diciembre del 2017 al 26 de enero del 2018. El cual se extendió al 2 de febrero del 2018, con la finalidad de entregar más posibilidades de consulta y observaciones a la comunidad.	30 días

Fuente: Elaboración propia.

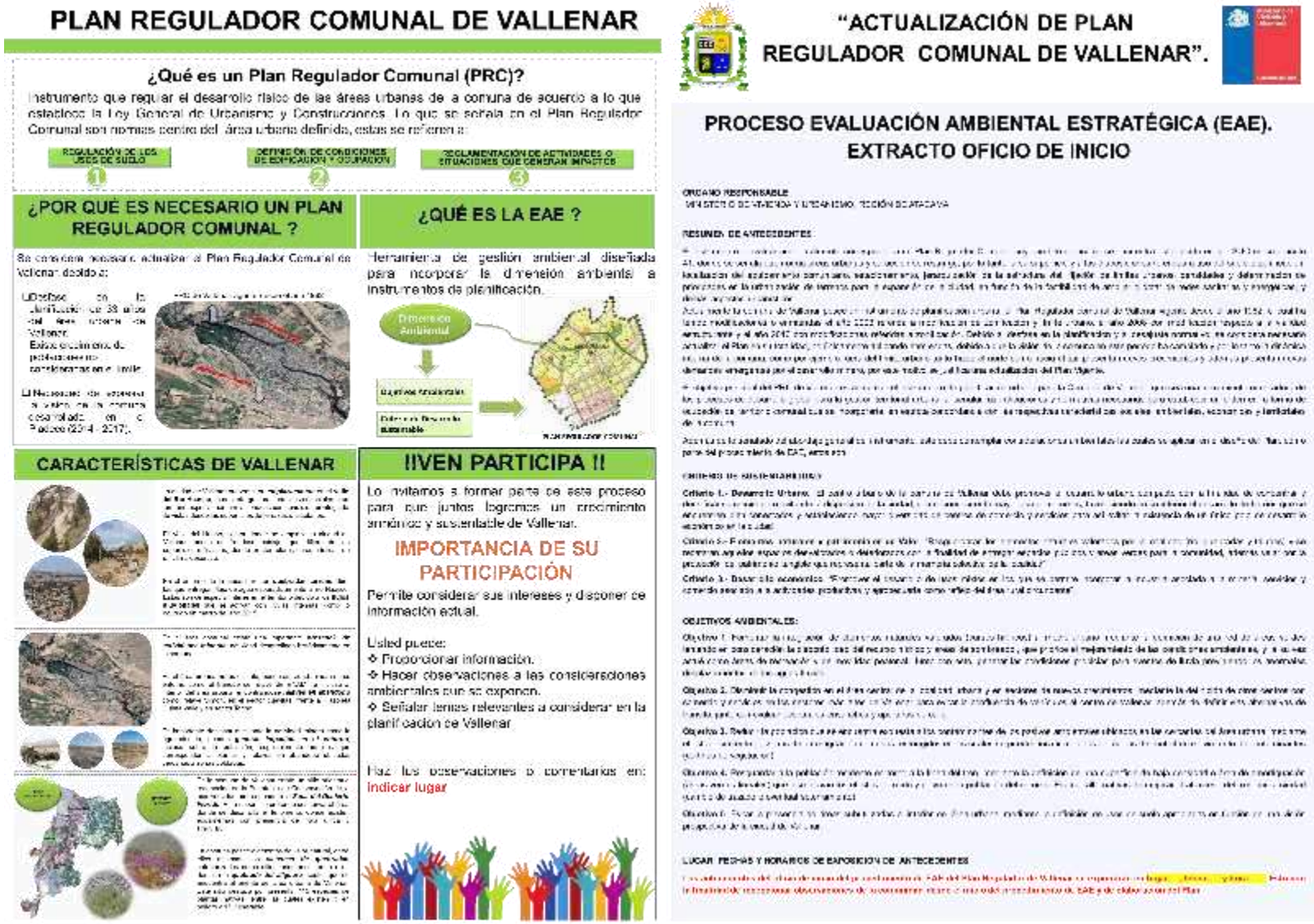
El procedimiento de difusión de inicio de la Evaluación Ambiental Estratégica del Plan Regulador Comunal de Vallenar se dio inicio el día 14 de diciembre del año 2017 con la publicación del Extracto de inicio[42], en dependencias de la SEREMI Minvu de la Región de Atacama, ubicada en calle Atacama N° 71, primer piso en Copiapó, y en el Hall de acceso del Edificio Municipal Nicolás Naranjo, ubicada en calle Merced 145 esquina Talca, Vallenar.

Los antecedentes expuestos en ambos lugares, corresponden al informe de inicio del procedimiento de la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE), además de un afiche que contiene el extracto de inicio, se expone en forma sintética en que consiste el Plan Regulador y la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE), la justificación de la actualización del Plan Regulador Comunal de Vallenar, antecedentes de comunales y la forma como participar del proceso de difusión.

Los plazos establecidos de acuerdo al articulo 16 de Reglamento de la EAE[43] se cumplieron, manteniendo los antecedentes en exposición y el libro de observaciones durante 30 días hábiles, es decir desde el día 14 de diciembre del 2017 al 26 de Enero del año 2018. Pese a ello no se recibieron observaciones de parte de la comunidad.

[42] Documentos publicados en Anexo. Extracto de publicaciones
[43] DS 32. Reglamento para la Evaluación Ambiental Estratégica. Publicado el 4 de noviembre del año 2015.

Figura 56. Afiche utilizado en la exposición de antecedentes



Fuente: SURPLAN.

Folio014185

XII.- PLAN DE SEGUIMIENTO

El enfoque o criterio general del Plan de Seguimiento Ambiental aplicará, a las variables ambientales relevantes producto del Plan desarrollado. Éstas se traducen en efectos ambientales, encontrándose vinculados a los criterios de desarrollo sustentable y los objetivos ambientales del Plan. Por lo tanto, con este plan de seguimiento se pretende monitorear que el efecto ambiental positivo generado con la propuesta final, sea mantenido a través del tiempo de vigencia del PRC como una medida de control y seguimiento a nivel municipal, con la debida actualización de las fuentes de información necesarias para este sistema.

De acuerdo a lo anterior se identifican directrices para el PRCV, de acuerdo a los factores críticos de decisión, los cuales permitieron evaluar las opciones de desarrollo del Plan.

Cuadro 27. Directrices de gestión y planificación

FCD	DIRECTRICES DE GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN Y/O GOBERNABILIDAD	META	INDICADOR
FCD 1. Integración y valoración de los cursos de agua (ríos y canales) de la ciudad.	- Diseño de una ordenanza de áreas verdes, que permita mantener las condiciones del entorno a cursos hídricos - Implementación de ordenanza	- Integración de cursos hídricos al área urbana	- Herramienta de gestión de áreas verdes
	- Definir una cartera de proyectos destinadas a mejorar el espacio público. - Establecer convenios con el gobierno regional en virtud de la extensión de las superficies de áreas verdes propuestas		- Proyectos de áreas verdes
FCD 2. Presencia de actividades contaminantes asociada a la actividad minera y disposición de residuos domiciliarios	- Realizar un catastro de sitios eriazos, para mantener control de los microbasurales y basurales en la ciudad.	Disminuir los microbasurales y basurales en el área urbana	- Control de sitios eriazos
	- Solicitar recursos y gestión de estudio técnico de cada uno de los relaves identificados en el área. - Una vez identificadas las superficies y la distribución de los contaminantes se puede definir áreas de restricción permitiendo cierto tipo de usos dependiendo de las recomendaciones establecidas por los estudios de cada uno de los relaves. - Cercar las superficies en torno a los relaves con la	- Poder establecer un manejo adecuado de cada uno de las superficies identificadas.	- Estudio técnico de los relaves del área urbana.

Folio014186

FCD	DIRECTRICES DE GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN Y/O GOBERNABILIDAD	META	INDICADOR
	finalidad de evitar e l ingreso y la dispersión de los contaminantes de acuerdo a lo que se establece por Ley faenas mineras abandonadas. - Establecer mesas de trabajo con SERNAGEOMIN para poder tratar la materia de relaves y así financiar estudios referidos al tema.		
FCD3. Amenazas Naturales	- Establecer una ordenanza de áreas verdes que permita establecer tipo de especies, y equipamiento permitido en cada una de ellas, debido a las diferencias paisajísticas (paisaje de valle y con pendientes pronunciadas) y las condiciones climáticas que imperan en el área, privilegiando especies nativas adaptadas a sus condiciones. - Implementación de la ordenanza	Mitigación de Riesgos Naturales	Herramientas para la mitigación de riesgos naturales.
	- Definir una ordenanza de tránsito actualizada en conformidad a las vías propuestas, que procure la protección de la población y su calidad de vida.	Definir una gestión de riesgos de desastres para Vallenar	Acciones para la gestión de riesgo local
	- Establecer en el municipio un Plan de evacuación y de gestión del riesgo en el área urbana, sector mayormente habitado, con la finalidad de tener claridad del modo de operar en el sector. Este debe ser complementario al Plan de Gestión de Riesgos definido para la comuna de Vallenar el año 2016. - Establecer mesas de trabajo con ONEMI para definir un plan actualizado de gestión de riesgos local.		

FCD	DIRECTRICES DE GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN Y/O GOBERNABILIDAD	META	INDICADOR
FCD 4. Nuevos proyectos que generan impactos en el área urbana.	Incentivo de proyectos que permitan surtir de las necesidades de nuevos pobladores del área urbana.	Establecer las condiciones que permitan la llegada de nuevos habitantes a la ciudad	Definición de condiciones óptimas para la llegada de nuevos habitantes a la ciudad.

Fuente: Elaboración propia.

Folio014188

A continuación se exponen los indicadores de seguimiento para cada una de las directrices identificadas.

Cuadro 28. Indicadores de seguimiento de Gestión y Planificación

FCD 1					
Diseño de una ordenanza de áreas verdes, que permita mantener las condiciones del entorno a cursos hídricos y taludes					
META	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	FORMULA DE INDICADOR	PLAZO DE MEDICION	FUENTE DE INFORMACIÓN
Integración de cursos de agua en el área urbana y Mitigación de Riesgos Naturales.	Herramienta de gestión de áreas verdes	Mide que se diseñe una ordenanza local que permita incorporar a los cursos de agua como parte del paisaje urbano y a la vez mitigar las superficies de riesgos naturales.	Ordenanza de áreas verdes e implementación	1 año	SECPLA
Implementar ordenanza de áreas verdes, que permita mantener las condiciones del entorno a cursos hídricos y taludes					
META	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	FORMULA DE INDICADOR	PLAZO DE MEDICION	FUENTE DE INFORMACIÓN
Integración de cursos de agua en el área urbana y Mitigación de Riesgos Naturales.	Proyectos de áreas verdes	Mide la cantidad de proyectos y establece parámetros mínimos de acuerdo a los objetivos propuestos para superficies de áreas verdes	(Sumatoria de m^2 de áreas verdes)* (total de m^2 de áreas verdes)	5 años	SECPLA
FCD 2					
Solicitar recursos y gestión de estudio técnico de cada uno de los relaves identificados en el área.					
META	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	FORMULA DE INDICADOR	PLAZO DE MEDICION	FUENTE DE INFORMACIÓN
Poder establecer un manejo adecuado de cada una de las superficies identificadas.	Estudio técnico de los relaves del área urbana.	Estudio técnico de los relaves del área urbana.	Estudio realizado	1 año	SECPLA DOM
Definir una ordenanza de tránsito actualizada en conformidad a las vías propuestas, que procure la protección de la población y su calidad de vida.					
META	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	FORMULA DE INDICADOR	PLAZO DE MEDICION	FUENTE DE INFORMACIÓN
Definir una gestión	Acciones	Ordenanza	Ordenanza de	anual	TRÁNSITO

Folio014189

de riesgos de desastres para Vallenar	para la egstión de riesgo local	local municipal referida a tránsito	tránsito con indicaciones de gestión de riesgo		
Plan de evacuación y de gestión del riesgo					
META	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	FORMULA DE INDICADOR	PLAZO DE MEDICION	FUENTE DE INFORMACIÓN
Definir una gestión de riesgos de desastres para Vallenar	Acciones para la egstión de riesgo local	Plan de Gestión de Riesgos local	Instrumento de PGR terminado	Bianual	SECPLA
FCD 4					
Incentivo de proyectos que permitan surtir de las necesidades de nuevos pobladores del área urbana.					
META	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	FORMULA DE INDICADOR	PLAZO DE MEDICION	FUENTE DE INFORMACIÓN
Establecer las condiciones que permitan la llegada de nuevos habitantes a la ciudad de Vallenar.	Definición de condiciones óptimas para la llegada de nuevos habitantes a la ciudad.	Realizar estudio respecto de los nuevos proyectos y establecer en conversación con inversionistas posibilidades de poblamiento y necesidades	-	1 año	SECPLA DOM

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 29. Indicadores de seguimiento de Gobernabilidad

FCD 1					
Establecer convenios con el gobierno regional en virtud de la extensión de las superficies de áreas verdes propuestas					
META	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	FORMULA DE INDICADOR	PLAZO DE MEDICION	FUENTE DE INFORMACIÓN
Integración de cursos hídricos al área urbana	Proyectos de áreas verdes	Proyectos de áreas verdes y espacios públicos financiados o ofinanciados por el GORE	N° de proyectos de áreas verdes financiados o cofinanciados por el GORE	1 año	SECPLA
FCD 2					
Establecer mesas de trabajo con SERNAGEOMIN para poder tratar la materia de relaves y así financiar estudios referidos al tema.					
META	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	FORMULA DE INDICADOR	PLAZO DE MEDICION	FUENTE DE INFORMACIÓN
Establecer un manejo adecuado de cada uno de las superficies identificadas.	Estudio técnico de los relaves del área urbana.	Eaboraión de estudios referidos a los relaves en el área urbana	Ejecución del estudio	5	SECPLA

Folio014190

FCD 3					
Establecer mesas de trabajo con ONEMI para definir un plan actualizado de gestión de riesgos local.					
META	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	FORMULA DE INDICADOR	PLAZO DE MEDICION	FUENTE DE INFORMACIÓN
Definir una gestión de riesgos de desastres para Vallenar	Acciones para la gestión de riesgo local	Mesas de trabajo en el marco de la elaboración de un Plan de Gestión de Riesgo (PGR) actualizado	Mesas de trabajo y acuerdos orientados a la elaboración del PGR	2	SECPLA

Fuente: Elaboración propia

Además de lo anterior se realiza un seguimiento y monitoreo a los objetivos y su cumplimiento de acuerdo a cada una de los indicadores de medición que se han formulado para controlar la eficacia del Plan. El desarrollo del seguimiento debe ser revisado y/o ejecutado por la dirección de obras municipales del Municipio involucrado dependiendo del criterio de eficacia que se requiera medir, realizándose según especificaciones de los indicadores.

Es importante considerar en este punto que las temáticas claves mencionadas en capítulos anteriores o factores críticos, se encuentra fuertemente relacionadas con los indicadores de seguimiento del Plan, debido a que los datos considerados para las fórmulas de cálculo corresponden a elementos contemplados en las factores críticos.

Folio014191

Cuadro 30. Plan de Seguimiento de Eficacia

OBJETIVOS AMBIENTALES DEL PLAN	INDICADOR DE MEDICIÓN	FORMULA DE CALCULO	RANGOS	ENCARGADO - PLAZO DE REVISIÓN
Fomentar la integración de elementos naturales valorados (cursos hídricos) al medio urbano, mediante la definición de una red de áreas verdes teniendo en consideración la disponibilidad del recurso hídrico y áreas de sombreado, que priorice el mejoramiento de las condiciones ambientales, y a su vez actúen como áreas de recreación y de movilidad peatonal.	Porcentaje de materialización de áreas verdes (ZAV y DUP) **Datos referencia de las propuestas:** Superficie propuesta: ZAV: 54 hectáreas DUP: 535 hectáreas Nota: Las superficies anteriormente mencionadas corresponden a cálculos realizados sobre el proyecto actual.	(m^2 de áreas verdes construida anual / m2 de áreas de superficies verdes propuestas)*100	**Alto**: Si al primer año hubiera un 15% o más de materialización de área verde en relación a la propuesta, este es un buen indicador de materialización de áreas verdes. **Medio**: Si al primer año hay menos de un 15% y más de 10% de materialización de área verde este indicador es moderado. **Bajo**: Si al primer año hay menos de un 10% de materialización de área verde este indicador es insuficiente. **Nulo**: Si al tercer año existe bajo un 5% de la materialización es un indicador malo o de nula materialización de áreas verdes Nota: estos rangos se enmarcan en un logro gradual en el plazo de 10 años con un alto rendimiento los 3 primeros años, un rendimiento medio los 4 años siguientes y un bajo rendimiento los últimos 3 años, en los cuales se agrega la mantención del 100% de las superficies. Los 10 años considerados como tope para revisión, se relacionan con lo establecido para la actualización de planes de acuerdo	ANUAL SECPLA

Folio014192

OBJETIVOS AMBIENTALES DEL PLAN	INDICADOR DE MEDICIÓN	FORMULA DE CALCULO	RANGOS	ENCARGADO - PLAZO DE REVISIÓN
			a la ley en el artículo 178.	
Proteger a la población frente a amenazas naturales y antrópicas en el área urbana, mediante la definición de normas urbanas que eviten el poblamiento en áreas de riesgo como: definición de área verdes en superficies de taludes de las terrazas y en superficies en torno al Río Huasco, y zonas no edificables para el caso de riesgos antrópicos asociados a relaves abandonados, y estableciendo medidas de mitigación de amenazas y mejoramiento de ambientes contaminados fijadas por los servicios pertinentes. .	N° de denuncias en Municipio por conflictos en el área urbana asociada a los pasivos mineros del área urbana. **Datos referencia de la propuestas**: Registros de denuncias departamento de medio ambiente o DOM.	N° de denuncias recibidas en el área urbana / N° de denuncias registradas previo a la entrada en vigencia del Plan.	Bueno: Cuando no existen denuncias referidas a esta temática Medio: igual a 1 en indicador Malo: Sobre 1 en el indicador (más denuncias que las actuales)	Anual Departamento de Medio Ambiente
	Definición de normas de áreas verdes y parques urbanos en áreas afectadas por: Anegamiento: 54 há (ZAV) Inundación: 78 há (DUP) Remoción en masa: 393 há (DUP)	**Anegamiento** (Superficies de áreas verdes materializadas / Superficies de áreas verdes propuestas para mitigar amenazas de anegamiento)*100 **Inundación** (Superficies de parques urbanos materializadas / Superficies de parques urbanos propuestas para mitigar riesgos de inundación)*100	**Alto**: Si al primer año hubiera un 15% o más de materialización de área verde en relación a la propuesta, este es un buen indicador de materialización de áreas verdes. **Medio**: Si al primer año hay menos de un 15% y mas de 10% de materialización de área verde este indicador es moderado. **Bajo**: Si al primer año hay menos de un 10% de materialización de área verde este indicador es insuficiente.	SECPLA Anual

Folio014193

OBJETIVOS AMBIENTALES DEL PLAN	INDICADOR DE MEDICIÓN	FORMULA DE CALCULO	RANGOS	ENCARGADO - PLAZO DE REVISIÓN
		Remoción en masa (Superficies de parques urbanos materializadas / Superficies de parques urbanos propuestas para mitigar riesgos de remoción)*100	**Nulo**: Si al tercer año existe bajo un 5% de la materialización es un indicador malo o de nula materialización de áreas verdes Nota: estos rangos se enmarcan en un logro gradual en el plazo de 10 años con un alto rendimiento los 3 primeros años, un rendimiento medio los 4 años siguientes y un bajo rendimiento los últimos 3 años, en los cuales se agrega la mantención del 100% de las superficies. Los 10 años considerados como tope para revisión, se relacionan con lo establecido para la actualización de planes de acuerdo a la ley en el artículo 178.	
Resguardar elementos patrimoniales tangibles y sus entornos característicos de la ciudad, mediante la definición de zonas de conservación histórica ubicadas en el área céntrica de la ciudad que con sus normas mantengan la imagen urbana del área fundacional.	Herramientas para la gestión de las áreas definidas con valor patrimonial	Elaborar un Plan de Manejo con criterios de intervención para las áreas definidas con valor patrimonial	-	Anual SECPLA

Fuente: Elaboración propia

Folio014195

XII.1 CRITERIOS E INDICADORES DE REDISEÑO DEL PLAN

Los criterios de rediseño corresponden a aquellos indicadores que permiten establecer la necesidad de realizar cambios o modificaciones al Plan. Se seleccionan dos variables para evaluar el rediseño del Plan, una de ellas tiene que ver con la capacidad del área urbana de recibir usos residenciales y la falta de consolidación de las zonas d actividades productivas, considerando este último punto relevante al contemplar la expansión de la ciudad por la llegada de nuevos proyectos en la comuna.

Cuadro 31. Indicadores de Rediseño

CRITERIO DE REFORMULACIÓN	DESCRIPCIÓN	FORMULA DE CALCULO	META	PLAZO Y RANGO	FUENTE Y RESPONSABLE
Incapacidad de cabida de nuevas demanda habitacionales	% de viviendas demandadas fuera del cupo establecido en el área urbana	(N° de viviendas demandadas / N° de viviendas que oferta la ciudad)*100	Identificar la necesidad de nuevas edificaciones en el área urbana	Cada 5 años	DOM
Falta de consolidación de zonas de actividades productivas en el área urbana. Zonas ZPE y ZCA	Nº de permisos de edificación, destinados a actividades productivas, aprobados en la zona ZPE Y ZCA	(N° de permisos aprobados con destino a actividades productivas en estas zonas (ZPE y ZCA) / en relación a los destinos de permisos restantes en las mismas zonas)*100	Lograr identificar que las zonas de actividades productivas se encuentren acorde a la realidad del área	Bueno > 50% Malo > 50% Cada 2 años	DOM

Fuente: Elaboración propia.

XIII.- ANEXOS

XIII.1 HOJAS DE CONSULTA MESA INTERSECTORIAL 1

HOJA DE CONSULTA

Mesa Intersectorial 1 Evaluación Ambiental Estratégica

"Actualización de Plan Regulador Comunal de Vallenar"

I. Datos Generales

Nombre	**Claudio Araya Tabilo**
Institución a la que representa	**CONADI**
Cargo	**Encargado Oficina Regional**

II. Consultas

Responda las siguientes consultas referidas a la materia tratada en la exposición y justifique su respuesta.

1. Los criterios de sustentabilidad (3) planteados para la comuna, en específico para el desarrollo del área urbana, posee un planteamiento acorde a las perspectivas de desarrollo de la región y a la perspectiva de sustentabilidad propuesta por la EAE (dimensión ambiental, social y económica).		
Observación: Señalar los motivos.	Valida	Replantea
	X	

2. Los objetivos ambientales propuestos para el PRC de Vallenar se encuentran definidos desde la problemáticas ambientales identificadas. Por lo anterior considera que la definición de cada una de ellos presenta coherencia con la realidad de las localidades.				
Objetivo 1. Fomentar la integración de elementos naturales valorados (cursos hídricos) al medio urbano mediante la definición de una red de áreas verdes teniendo en consideración la disponibilidad del recurso hídrico y áreas de sombreado, que priorice el mejoramiento de las condiciones ambientales, y a su vez actúen como áreas de recreación y de movilidad peatonal.	Valida X		Replantea	
Observación.				
Objetivo 2. Disminuir la congestión en el área central de la localidad urbana y en sectores de nuevos crecimientos, mediante la definición de otros centros con comercio y servicios en los sectores más altos de Vallenar para evitar la confluencia de vehículos al centro de Vallenar, además de definir vías alternativas de tránsito	Valida		Replantea X	

Página **1** de **2**

Observación. Es necesario considerar que parte de la problemática planteada radica en que las vías de circulación son estrechas. Por lo tanto, se sugiere considerar el ensanchamiento y mejoramiento de las mismas, además de establecer vías exclusivas.				
Objetivo 3. Reducir la población que se encuentre expuesta a los contaminentes de los pasivos ambientales ubicados en las cercanías al área urbana, mediante el establecimiento de zonas de amortiguación con usos restringidos en los cuales se puedan incluir medidas biológicas de control de movimiento de contaminantes (cortinas de vegetación)	Valida X		Replantea	
Observación. Tener en consideración que la vegetación utilizada sea la idónea, en relación al clima y tipo de suelo. Lo anterior, ya que se ha visualizado en parques de la región la instalación de vegetación inapropiada que requiere un cuidado más detallado y además abundante recurso hídrico.				
Objetivo 4. Resguardar a la población residente en torno a la línea del tren, mediante la definición de una superficie de baja densidad o área de amortiguación (áreas verdes lineales) que disminuya los efectos de ruido y polvo en la población del entorno.	Valida X		Replantea	
Objetivo 5. Evitar la presencia de áreas subutilizadas al interior del área urbana, mediante la definición de usos de suelo apropiadas en función de una visión prospectiva de la ciudad de Vallenar.	Valida X		Replantea	

3. Desde el sector al que representa (Órgano de la Administración del Estado), existe información relavante desde el ámbito de la planificación y relacionado con las temáticas abordadas en la exposición. (ejemplo: Estudio Patrimonial otorgado por Consejo de Monumentos para un área que se caracterice por su patrimonio histórico).

Nombre estudio o antecedentes	Tipo de información (Digital o papel)	Escala de trabajo	Datos de Contacto para realizar solicitud
Existencia de organizaciones indígenas en zonas con contaminantes de pasivos ambientales	Registros de CONADI		Claudio Araya Tabilo caraya@conadi.gov.cl 522537157 – 77583433
Existencia de organizaciones indígenas con características urbanas en la comuna de Vallenar	Registros de CONADI		Claudio Araya Tabilo caraya@conadi.gov.cl 522537157 - 77583433

HOJA DE CONSULTA

Mesa Intersectorial 1 Evaluación Ambiental Estratégica

"Actualización de Plan Regulador Comunal de Vallenar"

I. Datos Generales

Nombre	ELIZABETH CORTES CARNOVA
Institución a la que representa	SEDNAGEOMIN
Cargo	Coord. Gestión Ambiental y Cierre Faenas Mineras

II. Consultas

Responda las siguientes consultas referidas a la materia tratada en la exposición y justifique su respuesta.

1. Los criterios de sustentabilidad (3) planteados para la comuna, en específico para el desarrollo del área urbana, posee un planteamiento acorde a las perspectivas de desarrollo de la región y a la perspectiva de sustentabilidad propuesta por la EAE (dimensión ambiental, social y económica).

Observación: Señalar los motivos.	Valida	Replantea

2. Los objetivos ambientales propuestos para el PRC de Vallenar se encuentran definidos desde la problemáticas ambientales identificadas. Por lo anterior considera que la definición de cada una de ellos presenta coherencia con la realidad de las localidades.

Objetivo 1. Fomentar la integración de elementos naturales valorados (cursos hídricos) al medio urbano mediante la definición de una red de áreas verdes teniendo en consideración la disponibilidad del recurso hídrico y áreas de sombreado, que priorice el mejoramiento de las condiciones ambientales y a su vez actúen como áreas de recreación y de movilidad peatonal.	Valida		Replantea	
Observación.				
Objetivo 2. Disminuir la congestión en el área central de la localidad urbana y en sectores de nuevos crecimientos, mediante la definición de otros centros con comercio y servicios en los sectores más altos de Vallenar para evitar la confluencia de vehículos al centro de Vallenar, además de definir vías alternativas de tránsito.	Valida		Replantea	

Observación.				
Objetivo 3. Reducir la población que se encuentre expuesta a los contaminentes de los pasivos ambientales ubicados en las cercanías al área urbana, mediante el establecimiento de zonas de amortiguación con usos restringidos en los cuales se puedan incluir medidas biológicas de control de movimiento de contaminantes (cortinas de vegetación).	Valida		Replantea	*
Observación. "CONTAMINANTE" DEBEN EXISTIR ANALISIS Q' DETERMINEN QUE PASA LO NORMO, SEGUN LEY N.A "MEDIDAS BIOLÓGICAS" ; solo debe indicar "MEDIDAS" porque pueden ser de otro tipo				
Objetivo 4. Resguardar a la población residente en torno a la línea del tren, mediante la definición de una superficie de baja densidad o área de amortiguación (áreas verdes lineales) que disminuya los efectos de ruido y polvo en la población del entorno.	Valida		Replantea	
Objetivo 5. Evitar la presencia de áreas subutilizadas al interior del área urbana, mediante la definición de usos de suelo apropiadas en función de una visión prospectiva de la ciudad de Vallenar.	Valida		Replantea	

3. Desde el sector al que representa (Órgano de la Administración del Estado), existe información relavante desde el ámbito de la planificación y relacionado con las temáticas abordadas en la exposición. (ejemplo: Estudio Patrimonial otorgado por Consejo de Monumentos para un área que se caracterice por su patrimonio histórico).

Nombre estudio o antecedentes	Tipo de información (Digital o papel)	Escala de trabajo	Datos de Contacto para realizar solicitud
Faenas mineras en la comuna	Catastro papel	Coord. PSAD 56.	Se Directa Sra. Yasmin Reyes de Atacama Señor: Marcelo Díaz Suazo
Faenas mineras Paralizadas y/o Abandonadas.	Catastro papel	Coord. PSAD 56.	

*

HOJA DE CONSULTA

Mesa Intersectorial 1 Evaluación Ambiental Estratégica

"Actualización de Plan Regulador Comunal de Vallenar"

I. Datos Generales

Nombre	Maria Aranda Dia
Institución a la que representa	Munn – Plan Stuccion
Cargo	Geografa.

II. Consultas

Responda las siguientes consultas referidas a la materia tratada en la exposición y justifique su respuesta.

1. Los criterios de sustentabilidad (3) planteados para la comuna, en específico para el desarrollo del área urbana, posee un planteamiento acorde a las perspectivas de desarrollo de la región y a la perspectiva de sustentabilidad propuesta por la EAE (dimensión ambiental, social y económica).

Observación: Señalar los motivos.	Valida	Replantea
Replantear criterio sobre la base de normativa, aplicar Terminología adecuada. y Fuente de información		✓

2. Los objetivos ambientales propuestos para el PRC de Vallenar se encuentran definidos desde la problemáticas ambientales identificadas. Por lo anterior considera que la definición de cada una de ellos presenta coherencia con la realidad de las localidades.

	Valida		Replantea	
Objetivo 1. Fomentar la integración de elementos naturales valorados (cursos hídricos) al medio urbano mediante la definición de una red de áreas verdes teniendo en consideración la disponibilidad del recurso hídrico y áreas de sombreado, que priorice el mejoramiento de las condiciones ambientales, y a su vez actúen como áreas de recreación y de movilidad peatonal				✓
Observación. Replantear y dejar claridad en el marco de aplicación del P.R.C.				
Objetivo 2. Disminuir la congestión en el área central de la localidad urbana y en sectores de nuevos crecimientos, mediante la definición de otros centros con comercio y servicios en los sectores más altos de Vallenar para evitar la confluencia de vehículos al centro de Vallenar, además de definir vías alternativas de tránsito.		X		

Rutiger, dispuesto de factores adicionales!

Observación.			
Objetivo 3. Reducir la población que se encuentre expuesta a los contaminentes de los pasivos ambientales ubicados en las cercanías al área urbana, mediante el establecimiento de zonas de amortiguación con usos restringidos en los cuales se puedan incluir medidas biológicas de control de movimiento de contaminantes (cortinas de vegetación).	Valida		Replantea ✓
Observación. Sobre la base de consideraciones planteadas por SERNAGEOMIN ① Concepto ② Amortiguación Red ③ Normativa aplicable ④ estudios de D.I.A.			
Objetivo 4. Resguardar a la población residente en torno a la línea del tren, mediante la definición de una superficie de baja densidad o área de amortiguación (áreas verdes lineales) que disminuya los efectos de ruido y polvo en la población del entorno.	Valida		Replantea ✓
Consideramos estudios de D.I.A.			
Objetivo 5. Evitar la presencia de áreas subutilizadas al interior del área urbana, mediante la definición de usos de suelo apropiadas en función de una visión prospectiva de la ciudad de Vallenar.	Valida		Replantea ✓
Con sólo cambio de uso no se evitan los Vertederos.			

3. Desde el sector al que representa (Órgano de la Administración del Estado), existe información relavante desde el ámbito de la planificación y relacionado con las temáticas abordadas en la exposición. (ejemplo: Estudio Patrimonial otorgado por Consejo de Monumentos para un área que se caracterice por su patrimonio histórico).

Nombre estudio o antecedentes	Tipo de información (Digital o papel)	Escala de trabajo	Datos de Contacto para realizar solicitud
PRI sin Hitos	Digital/Shape cupon X 12 000		marcabal@muni.cl

Página 2 de 2

HOJA DE CONSULTA

Mesa Intersectorial 1 Evaluación Ambiental Estratégica

"Actualización de Plan Regulador Comunal de Vallenar"

I. Datos Generales

Nombre	Ana María Catalán S.
Institución a la que representa	Seremi Agricultura
Cargo	Prof. de Apoyo.

II. Consultas

Responda las siguientes consultas referidas a la materia tratada en la exposición y justifique su respuesta.

1. Los criterios de sustentabilidad (3) planteados para la comuna, en específico para el desarrollo del área urbana, posee un planteamiento acorde a las perspectivas de desarrollo de la región y a la perspectiva de sustentabilidad propuesta por la EAE (dimensión ambiental, social y económica).

Observación: Señalar los motivos.	Valida	Replantea
debe Considerarse dentro del Desarrollo econó mico, la activ. agrícola, por lo que la clasifi- caciones de uso de suelos y suelo apto para desarrollar esta activ. no se vea afectada.		X

2. Los objetivos ambientales propuestos para el PRC de Vallenar se encuentran definidos desde la problemáticas ambientales identificadas. Por lo anterior considera que la definición de cada una de ellos presenta coherencia con la realidad de las localidades.

	Valida	Replantea
Objetivo 1. Fomentar la integración de elementos naturales valorados (cursos hídricos) al medio urbano mediante la definición de una red de áreas verdes teniendo en consideración la disponibilidad del recurso hídrico y áreas de sombreado, que priorice el mejoramiento de las condiciones ambientales, y a su vez actúen como áreas de recreación y de movilidad peatonal.	✓	
Observación.		
Objetivo 2. Disminuir la congestión en el área central de la localidad urbana y en sectores de nuevos crecimientos, mediante la definición de otros centros con comercio y servicios en los sectores más altos de Vallenar para evitar la confluencia de vehículos al centro de Vallenar, además de definir vías alternativas de tránsito.	✓	

Observación.				
Objetivo 3. Reducir la población que se encuentre expuesta a los contaminentes de los pasivos ambientales ubicados en las cercanías al área urbana, mediante el establecimiento de zonas de amortiguación con usos restringidos en los cuales se puedan incluir medidas biológicas de control de movimiento de contaminantes (cortinas de vegetación).	Valida		Replantea	✓
Observación. Adicionar: medidas de control en emisiones, material particulado sedimentable.				
Objetivo 4. Resguardar a la población residente en torno a la línea del tren, mediante la definición de una superficie de baja densidad o área de amortiguación (áreas verdes lineales) que disminuya los efectos de ruido y polvo en la población del entorno.	Valida	✓	Replantea	
Objetivo 5. Evitar la presencia de áreas subutilizadas al interior del área urbana, mediante la definición de usos de suelo apropiadas en función de una visión prospectiva de la ciudad de Vallenar.	Valida	✓	Replantea	

3. Desde el sector al que representa (Organo de la Administración del Estado), existe información relavante desde el ámbito de la planificación y relacionado con las temáticas abordadas en la exposición. (ejemplo: Estudio Patrimonial otorgado por Consejo de Monumentos para un área que se caracterice por su patrimonio histórico).

Nombre estudio o antecedentes	Tipo de información (Digital o papel)	Escala de trabajo	Datos de Contacto para realizar solicitud
los IFC (Informe Favorable para la Construcción) (Excel) tramitados en el sector y comuna de Vallenar	digital		aua.catalan@minagri.gob.cl

HOJA DE CONSULTA

Mesa Intersectorial 1 Evaluación Ambiental Estratégica

"Actualización de Plan Regulador Comunal de Vallenar"

I. Datos Generales

Nombre	PATRICIO IVANCIC MATUS
Institución a la que representa	DGA - MOPTT
Cargo	DIRECTOR REGIONAL (S)

II. Consultas

Responda las siguientes consultas referidas a la materia tratada en la exposición y justifique su respuesta.

1. Los criterios de sustentabilidad (3) planteados para la comuna, en específico para el desarrollo del área urbana, posee un planteamiento acorde a las perspectivas de desarrollo de la región y a la perspectiva de sustentabilidad propuesta por la EAE (dimensión ambiental, social y económica).

Observación: Señalar los motivos.	Valida	Replantea

2. Los objetivos ambientales propuestos para el PRC de Vallenar se encuentran definidos desde la problemáticas ambientales identificadas. Por lo anterior considera que la definición de cada una de ellos presenta coherencia con la realidad de las localidades.

Objetivo 1. Fomentar la integración de elementos naturales valorados (cursos hídricos) al medio urbano mediante la definición de una red de áreas verdes teniendo en consideración la disponibilidad del recurso hídrico y áreas de sombreado, que priorice el mejoramiento de las condiciones ambientales, y a su vez actúen como áreas de recreación y de movilidad peatonal.	Valida		Replantea	X

Observación.

DEBE CONSIDERAR INFORMACIÓN ACTUALIZADA EXISTENTE (ANÁLISIS HIDROLÓGICO Y ECONÓMICO). ADEMÁS, ANALIZAR LA DISPONIBILIDAD FÍSICA, ADMINISTRATIVA Y CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO, AL DE ACUERDO IDEA DE PROYECTO AFÍN AQUÍ DETALLADO

Objetivo 2. Disminuir la congestión en el área central de la localidad urbana y en sectores de nuevos crecimientos, mediante la definición de otros centros con comercio y servicios en los sectores más altos de Vallenar para evitar la confluencia de vehículos al centro de Vallenar, además de definir vías alternativas de tránsito.	Valida		Replantea	

Observación.				
Objetivo 3. Reducir la población que se encuentre expuesta a los contaminentes de los pasivos ambientales ubicados en las cercanías al área urbana, mediante el establecimiento de zonas de amortiguación con usos restringidos en los cuales se puedan incluir medidas biológicas de control de movimiento de contaminantes (cortinas de vegetación).	Valida		Replantea	
Observación.				
Objetivo 4. Resguardar a la población residente en torno a la linea del tren, mediante la definición de una superficie de baja densidad o área de amortiguación (áreas verdes lineales) que disminuya los efectos de ruido y polvo en la población del entorno.	Valida		Replantea	
Objetivo 5. Evitar la presencia de áreas subutilizadas al interior del área urbana, mediante la definición de usos de suelo apropiadas en función de una visión prospectiva de la ciudad de Vallenar.	Valida		Replantea	
CATASTRAR POZOS DE EXTRACCIÓN DE AGUA QUE AFECTAN EL LECHO DEL RÍO.				

3. Desde el sector al que representa (Órgano de la Administración del Estado), existe información relavante desde el ámbito de la planificación y relacionado con las temáticas abordadas en la exposición. (ejemplo: Estudio Patrimonial otorgado por Consejo de Monumentos para un área que se caracterice por su patrimonio histórico).

Nombre estudio o antecedentes	Tipo de información (Digital o papel)	Escala de trabajo	Datos de Contacto para realizar solicitud
ANALISIS INTEGRADO GESTIÓN CUENCA HUASCO (2014)	DIGITAL		www.dga.cl

HOJA DE CONSULTA

Mesa Intersectorial 1 Evaluación Ambiental Estratégica

"Actualización de Plan Regulador Comunal de Vallenar"

I. Datos Generales

Nombre	César Araya S.
Institución a la que representa	Seremi Medio Ambiente
Cargo	Seremi

II. Consultas

Responda las siguientes consultas referidas a la materia tratada en la exposición y justifique su respuesta.

1. Los criterios de sustentabilidad (3) planteados para la comuna, en específico para el desarrollo del área urbana, posee un planteamiento acorde a las perspectivas de desarrollo de la región y a la perspectiva de sustentabilidad propuesta por la EAE (dimensión ambiental, social y económica).

Observación: Señalar los motivos.	Valida	Replantea

2. Los objetivos ambientales propuestos para el PRC de Vallenar se encuentran definidos desde la problemáticas ambientales identificadas. Por lo anterior considera que la definición de cada una de ellos presenta coherencia con la realidad de las localidades.

Objetivo 1. Fomentar la integración de elementos naturales valorados (cursos hídricos) al medio urbano mediante la definición de una red de áreas verdes teniendo en consideración la disponibilidad del recurso hídrico y áreas de sombreado, que priorice el mejoramiento de las condiciones ambientales, y a su vez actúen como áreas de recreación y de movilidad peatonal.	Valida		Replantea	X.
Observación. El concepto área verde considera tanto especies vegetales como áreas de esparcimiento, ligado a la definición se disponibilidad solo del recurso hídrico carece de carácter social y económico.				
Objetivo 2. Disminuir la congestión en el área central de la localidad urbana y en sectores de nuevos crecimientos, mediante la definición de otros centros con comercio y servicios en los sectores más altos de Vallenar para evitar la confluencia de vehículos al centro de Vallenar, además de definir vías alternativas de tránsito.	Valida		Replantea	X.

Observación. Justificar en materia ambiental, social y económico.				
Objetivo 3. Reducir la población que se encuentre expuesta a los contaminentes de los pasivos ambientales ubicados en las cercanías al área urbana, mediante el establecimiento de zonas de amortiguación con usos restringidos en los cuales se puedan incluir medidas biológicas de control de movimiento de contaminantes (cortinas de vegetación).	Valida		Replantea	X
Observación. Las zonas de amortiguación conllevan una definición mayor en materia de factibilidad.				
Objetivo 4. Resguardar a la población residente en torno a la línea del tren, mediante la definición de una superficie de baja densidad o área de amortiguación (áreas verdes lineales) que disminuya los efectos de ruido y polvo en la población del entorno.	Valida		Replantea	X
Plan de Prevención de contaminación de Huasco propone medidas en esta materia a revisar.				
Objetivo 5. Evitar la presencia de áreas subutilizadas al interior del área urbana, mediante la definición de usos de suelo apropiadas en función de una visión prospectiva de la ciudad de Vallenar.	Valida	✓	Replantea	

3. Desde el sector al que representa (Órgano de la Administración del Estado) existe información relavante desde el ámbito de la planificación y relacionado con las temáticas abordadas en la exposición. (ejemplo: Estudio Patrimonial otorgado por Consejo de Monumentos para un área que se caracterice por su patrimonio histórico).

Nombre estudio o antecedentes	Tipo de información (Digital o papel)	Escala de trabajo	Datos de Contacto para realizar solicitud
Norma Secundaria de Calidad río Huasco	Papel	Cuenca río Huasco	Seremi

HOJA DE CONSULTA

Mesa Intersectorial 1 Evaluación Ambiental Estratégica

"Actualización de Plan Regulador Comunal de Vallenar"

I. Datos Generales

Nombre	José Andaur Cáceres
Institución a la que representa	S.A.G.
Cargo	Enc. Regional Protección Recursos Hídricos y Ribereños

II. Consultas

Responda las siguientes consultas referidas a la materia tratada en la exposición y justifique su respuesta.

1. Los criterios de sustentabilidad (3) planteados para la comuna, en específico para el desarrollo del área urbana, posee un planteamiento acorde a las perspectivas de desarrollo de la región y a la perspectiva de sustentabilidad propuesta por la EAE (dimensión ambiental, social y económica).

Observación: Señalar los motivos.	Valida	Replantea
Considerar en áreas de ampliación de radio urbano que sean suelos de capacidad de uso mayor a IV (4) *1	✓	X

2. Los objetivos ambientales propuestos para el PRC de Vallenar se encuentran definidos desde la problemáticas ambientales identificadas. Por lo anterior considera que la definición de cada una de ellos presenta coherencia con la realidad de las localidades.

Objetivo 1. Fomentar la integración de elementos naturales valorados (cursos hídricos) al medio urbano mediante la definición de una red de áreas verdes teniendo en consideración la disponibilidad del recurso hídrico y áreas de sombreado, que priorice el mejoramiento de las condiciones ambientales, y a su vez actúen como áreas de recreación y de movilidad peatonal.	Valida	✓	Replantea	
Observación.				
Objetivo 2. Disminuir la congestión en el área central de la localidad urbana y en sectores de nuevos crecimientos, mediante la definición de otros centros con comercio y servicios en los sectores más altos de Vallenar para evitar la confluencia de vehículos al centro de Vallenar, además de definir vías alternativas de tránsito.	Valida	✓	Replantea	

*1: Protegen suelos agrícolas de buena calidad En los Regímenes de Excepción se consideran hasta clase IV de Capacidad de Uso.

Observación.				
Objetivo 3. Reducir la población que se encuentre expuesta a los contaminentes de los pasivos ambientales ubicados en las cercanias al área urbana, mediante el establecimiento de zonas de amortiguación con usos restringidos en los cuales se puedan incluir medidas biológicas de control de movimiento de contaminantes (cortinas de vegetación).	Valida	✓	Replantea	
Observación.				
Objetivo 4. Resguardar a la población residente en torno a la línea del tren, mediante la definición de una superficie de baja densidad o área de amortiguación (áreas verdes lineales) que disminuya los efectos de ruido y polvo en la población del entorno.	Valida	✓	Replantea	
Objetivo 5. Evitar la presencia de áreas subutilizadas al interior del área urbana, mediante la definición de usos de suelo apropiadas en función de una visión prospectiva de la ciudad de Vallenar.	Valida	✓	Replantea	

3. Desde el sector al que representa (Órgano de la Administración del Estado), existe información relavante desde el ámbito de la planificación y relacionado con las temáticas abordadas en la exposición. (ejemplo: Estudio Patrimonial otorgado por Consejo de Monumentos para un área que se caracterice por su patrimonio histórico).

Nombre estudio o antecedentes	Tipo de información (Digital o papel)	Escala de trabajo	Datos de Contacto para realizar solicitud

Página 2 de 2

HOJA DE CONSULTA

Mesa Intersectorial 1 Evaluación Ambiental Estratégica

"Actualización de Plan Regulador Comunal de Vallenar"

I. Datos Generales

Nombre	VICTOR RIOSECO VEGA
Institución a la que representa	SECREDUC - ATACAMA
Cargo	ARQUITECTO PLANIFICACION - INFRAESTRUCTURA

II. Consultas

Responda las siguientes consultas referidas a la materia tratada en la exposición y justifique su respuesta.

1. Los criterios de sustentabilidad (3) planteados para la comuna, en específico para el desarrollo del área urbana, posee un planteamiento acorde a las perspectivas de desarrollo de la región y a la perspectiva de sustentabilidad propuesta por la EAE (dimensión ambiental, social y económica).

Observación: Señalar los motivos.	Valida	Replantea
CONSIDERAR FACTOR ENERGETICO	X	

2. Los objetivos ambientales propuestos para el PRC de Vallenar se encuentran definidos desde la problemáticas ambientales identificadas. Por lo anterior considera que la definición de cada una de ellos presenta coherencia con la realidad de las localidades.

Objetivo 1. Fomentar la integración de elementos naturales valorados (cursos hídricos) al medio urbano mediante la definición de una red de áreas verdes teniendo en consideración la disponibilidad del recurso hídrico y áreas de sombreado, que priorice el mejoramiento de las condiciones ambientales, y a su vez actúen como áreas de recreación y de movilidad peatonal.	Valida	X	Replantea	
Observación.				

Objetivo 2. Disminuir la congestión en el área central de la localidad urbana y en sectores de nuevos crecimientos, mediante la definición de otros centros con comercio y servicios en los sectores más altos de Vallenar para evitar la confluencia de vehículos al centro de Vallenar, además de definir vías alternativas de tránsito.	Valida	X	Replantea	

Observación. ACCESIBILIDAD - CONSIDERAR LA ~~ACCESIBILIDAD~~ VIAL A EQUIPAMIENTOS DE GRAN ESCALA. (VIAL Y ESPACIAL)			
Objetivo 3. Reducir la población que se encuentre expuesta a los contaminentes de los pasivos ambientales ubicados en las cercanias al área urbana, mediante el establecimiento de zonas de amortiguación con usos restringidos en los cuales se puedan incluir medidas biológicas de control de movimiento de contaminantes (cortinas de vegetación).	Valida	X	Replantea
Observación. NO SE PUEDE REDUCIR LA POBLACION, MAS BIEN SERIA REDUCIR O CONTROLAR SECTORES CONTAMINADOS.			
Objetivo 4. Resguardar a la población residente en torno a la linea del tren, mediante la definición de una superficie de baja densidad o área de amortiguación (áreas verdes lineales) que disminuya los efectos de ruido y polvo en la población del entorno.	Valida	X	Replantea
- SE PODRIA POTENCIAR CON APOYOS DE DECRETOS QUE CONTROLEN EFECTIVAMENTE EL ACOPIO Y TRASLADO DE MATERIALES CONTAMINANTES			
Objetivo 5. Evitar la presencia de áreas subutilizadas al interior del área urbana, mediante la definición de usos de suelo apropiadas en función de una visión prospectiva de la ciudad de Vallenar.	Valida	X	Replantea

3. Desde el sector al que representa (Órgano de la Administración del Estado), existe información relavante desde el ámbito de la planificación y relacionado con las temáticas abordadas en la exposición. (ejemplo: Estudio Patrimonial otorgado por Consejo de Monumentos para un área que se caracterice por su patrimonio histórico).

Nombre estudio o antecedentes	Tipo de información (Digital o papel)	Escala de trabajo	Datos de Contacto para realizar solicitud

HOJA DE CONSULTA

Mesa Intersectorial 1 Evaluación Ambiental Estratégica

"Actualización de Plan Regulador Comunal de Vallenar"

I. Datos Generales

Nombre	N. Soledad Campos Pinos
Institución a la que representa	Seremi de Salud
Cargo	Jefe Unidad Salud Ambiental

II. Consultas

Responda las siguientes consultas referidas a la materia tratada en la exposición y justifique su respuesta.

1. Los criterios de sustentabilidad (3) planteados para la comuna, en específico para el desarrollo del área urbana, posee un planteamiento acorde a las perspectivas de desarrollo de la región y a la perspectiva de sustentabilidad propuesta por la EAE (dimensión ambiental, social y económica).		
Observación: Señalar los motivos.	Valida	Replantea
	X	

2. Los objetivos ambientales propuestos para el PRC de Vallenar se encuentran definidos desde la problemáticas ambientales identificadas. Por lo anterior considera que la definición de cada una de ellos presenta coherencia con la realidad de las localidades.				
Objetivo 1. Fomentar la integración de elementos naturales valorados (cursos hídricos) al medio urbano mediante la definición de una red de áreas verdes teniendo en consideración la disponibilidad del recurso hídrico y áreas de sombreado, que priorice el mejoramiento de las condiciones ambientales, y a su vez actúen como áreas de recreación y de movilidad peatonal.	Valida	X	Replantea	
Observación.				
Objetivo 2. Disminuir la congestión en el área central de la localidad urbana y en sectores de nuevos crecimientos, mediante la definición de otros centros con comercio y servicios en los sectores más altos de Vallenar para evitar la confluencia de vehículos al centro de Vallenar, además de definir vías alternativas de tránsito.	Valida	X	Replantea	

Observación.				
Objetivo 3. Reducir la población que se encuentre expuesta a los contaminentes de los pasivos ambientales ubicados en las cercanías al área urbana, mediante el establecimiento de zonas de amortiguación con usos restringidos en los cuales se puedan incluir medidas biológicas de control de movimiento de contaminantes (cortinas de vegetación)	Valida		Replantea	X
Observación. No es posible asegurar en un principio la existencia de elementos que puedan afectar la salud de las personas por lo que se debe replantear el termino contaminante.				
Objetivo 4. Resguardar a la población residente en torno a la línea del tren, mediante la definición de una superficie de baja densidad o área de amortiguación (áreas verdes lineales) que disminuya los efectos de ruido y polvo en la población del entorno.	Valida	X	Replantea	
Objetivo 5. Evitar la presencia de áreas subutilizadas al interior del área urbana, mediante la definición de usos de suelo apropiadas en función de una visión prospectiva de la ciudad de Vallenar.	Valida	X	Replantea	

3. Desde el sector al que representa (Organo de la Administración del Estado), existe información relavante desde el ámbito de la planificación y relacionado con las temáticas abordadas en la exposición. (ejemplo: Estudio Patrimonial otorgado por Consejo de Monumentos para un área que se caracterice por su patrimonio histórico).

Nombre estudio o antecedentes	Tipo de información (Digital o papel)	Escala de trabajo	Datos de Contacto para realizar solicitud

HOJA DE CONSULTA

Mesa Intersectorial 1 Evaluación Ambiental Estratégica

"Actualización de Plan Regulador Comunal de Vallenar"

I. Datos Generales

Nombre	MARIO ARZOLET FUNES
Institución a la que representa	SECPLA DESARROLLO SOCIAL
Cargo	ANALISTA DE INVERSIONES

II. Consultas

Responda las siguientes consultas referidas a la materia tratada en la exposición y justifique su respuesta.

1. Los criterios de sustentabilidad (3) planteados para la comuna, en específico para el desarrollo del área urbana, posee un planteamiento acorde a las perspectivas de desarrollo de la región y a la perspectiva de sustentabilidad propuesta por la EAE (dimensión ambiental, social y económica).

Observación: Señalar los motivos.	Valida	Replantea
	Si	

2. Los objetivos ambientales propuestos para el PRC de Vallenar se encuentran definidos desde la problemáticas ambientales identificadas. Por lo anterior considera que la definición de cada una de ellos presenta coherencia con la realidad de las localidades.

Objetivo 1. Fomentar la integración de elementos naturales valorados (cursos hídricos) al medio urbano mediante la definición de una red de áreas verdes teniendo en consideración la disponibilidad del recurso hídrico y áreas de sombreado, que priorice el mejoramiento de las condiciones ambientales, y a su vez actúen como áreas de recreación y de movilidad peatonal.	Valida	Si	Replantea	
Observación. Existen proyectos ejecutados o en ejecucion junto al Rio Huasco y algunos cuando en la Serena SAU.				
Objetivo 2. Disminuir la congestión en el área central de la localidad urbana y en sectores de nuevos crecimientos, mediante la definición de otros centros con comercio y servicios en los sectores más altos de Vallenar para evitar la confluencia de vehículos al centro de Vallenar, además de definir vías alternativas de tránsito.	Valida		Replantea	

Observación. El PRC no tiene la capacidad real de mejorar la creación de nuevos recintos por si solo.				
Objetivo 3. Reducir la población que se encuentre expuesta a los contaminentes de los pasivos ambientales ubicados en las cercanías al área urbana, mediante el establecimiento de zonas de amortiguación con usos restringidos en los cuales se puedan incluir medidas biológicas de control de movimiento de contaminantes (cortinas de vegetación).	Valida	si	Replantea	
Observación.				
Objetivo 4. Resguardar a la población residente en torno a la línea del tren, mediante la definición de una superficie de baja densidad o área de amortiguación (áreas verdes lineales) que disminuya los efectos de ruido y polvo en la población del entorno.	Valida	NO	Replantea	Si
En el sitio tramo norte la extención urbana está consolidada y no tiene viabilidad real una reducción de densidad. La línea de F.C. debiera retirarse.				
Objetivo 5. Evitar la presencia de áreas subutilizadas al interior del área urbana, mediante la definición de usos de suelo apropiadas en función de una visión prospectiva de la ciudad de Vallenar.	Valida	si	Replantea	

3. Desde el sector al que representa (Órgano de la Administración del Estado), existe información relavante desde el ámbito de la planificación y relacionado con las temáticas abordadas en la exposición. (ejemplo: Estudio Patrimonial otorgado por Consejo de Monumentos para un área que se caracterice por su patrimonio histórico).

Nombre estudio o antecedentes	Tipo de información (Digital o papel)	Escala de trabajo	Datos de Contacto para realizar solicitud

HOJA DE CONSULTA

Mesa Intersectorial 1 Evaluación Ambiental Estratégica

"Actualización de Plan Regulador Comunal de Vallenar"

I. Datos Generales

Nombre	MAURICIO Sepúlveda M.
Institución a la que representa	CONAF
Cargo	DEPTO PROT. Y EVALUACIÓN AMB.

II. Consultas

Responda las siguientes consultas referidas a la materia tratada en la exposición y justifique su respuesta.

1. Los criterios de sustentabilidad (3) planteados para la comuna, en especifico para el desarrollo del área urbana, posee un planteamiento acorde a las perspectivas de desarrollo de la región y a la perspectiva de sustentabilidad propuesta por la EAE (dimensión ambiental, social y económica).

Observación: Señalar los motivos.	Valida	Replantea

2. Los objetivos ambientales propuestos para el PRC de Vallenar se encuentran definidos desde la problemáticas ambientales identificadas. Por lo anterior considera que la definición de cada una de ellos presenta coherencia con la realidad de las localidades.

Objetivo 1. Fomentar la integración de elementos naturales valorados (cursos hídricos) al medio urbano mediante la definición de una red de áreas verdes teniendo en consideración la disponibilidad del recurso hídrico y áreas de sombreado, que priorice el mejoramiento de las condiciones ambientales, y a su vez actúen como áreas de recreación y de movilidad peatonal.	Valida		Replantea	
Observación.				

Objetivo 2. Disminuir la congestión en el área central de la localidad urbana y en sectores de nuevos crecimientos, mediante la definición de otros centros con comercio y servicios en los sectores más altos de Vallenar para evitar la confluencia de vehículos al centro de Vallenar, además de definir vías alternativas de tránsito.	Valida		Replantea	

Observación.				
Objetivo 3. Reducir la población que se encuentre expuesta a los contaminentes de los pasivos ambientales ubicados en las cercanias al área urbana, mediante el establecimiento de zonas de amortiguación con usos restringidos en los cuales se puedan incluir medidas biológicas de control de movimiento de contaminantes (cortinas de vegetación).	Valida		Replantea	
Observación.				
Objetivo 4. Resguardar a la población residente en torno a la línea del tren, mediante la definición de una superficie de baja densidad o área de amortiguación (áreas verdes lineales) que disminuya los efectos de ruido y polvo en la población del entorno.	Valida		Replantea	
CONSIDERAR PLAN DE DESCONTAMINACIÓN AMBIENTAL DE LA COMUNA HUASCO ACTUALMENTE EN ~~EN~~ DESARROLLO.				
Objetivo 5. Evitar la presencia de áreas subutilizadas al interior del área urbana, mediante la definición de usos de suelo apropiadas en función de una visión prospectiva de la ciudad de Vallenar.	Valida		Replantea	

3. Desde el sector al que representa (Órgano de la Administración del Estado), existe información relavante desde el ámbito de la planificación y relacionado con las temáticas abordadas en la exposición. (ejemplo. Estudio Patrimonial otorgado por Consejo de Monumentos para un área que se caracterice por su patrimonio histórico).

Nombre estudio o antecedentes	Tipo de información (Digital o papel)	Escala de trabajo	Datos de Contacto para realizar solicitud

HOJA DE CONSULTA

Mesa Intersectorial 1 Evaluación Ambiental Estratégica

"Actualización de Plan Regulador Comunal de Vallenar"

I. Datos Generales

Nombre	ERICK PASTEN ZULETA
Institución a la que representa	MTT
Cargo	COORDINADOR REGIONAL DE PLANIFICACION Y DESARROLLO

II. Consultas

Responda las siguientes consultas referidas a la materia tratada en la exposición y justifique su respuesta.

1. Los criterios de sustentabilidad (3) planteados para la comuna, en específico para el desarrollo del área urbana, posee un planteamiento acorde a las perspectivas de desarrollo de la región y a la perspectiva de sustentabilidad propuesta por la EAE (dimensión ambiental, social y económica).		
Observación: Señalar los motivos.	Valida	Replantea
2. Los objetivos ambientales propuestos para el PRC de Vallenar se encuentran definidos desde la problemáticas ambientales identificadas. Por lo anterior considera que la definición de cada una de ellos presenta coherencia con la realidad de las localidades.		
Objetivo 1. Fomentar la integración de elementos naturales valorados (cursos hídricos) al medio urbano mediante la definición de una red de áreas verdes teniendo en consideración la disponibilidad del recurso hídrico y áreas de sombreado, que priorice el mejoramiento de las condiciones ambientales, y a su vez actúen como áreas de recreación y de movilidad peatonal.	Valida	Replantea
Observación.		
Objetivo 2. Disminuir la congestión en el área central de la localidad urbana y en sectores de nuevos crecimientos, mediante la definición de otros centros con comercio y servicios en los sectores más altos de Vallenar para evitar la confluencia de vehículos al centro de Vallenar, además de definir vías alternativas de tránsito.	Valida	Replantea

Observación. ES UNA ALTERNATIVA VIABLE, PERO SE DEBE TRABAJAR EN CONJUNTO CON OTROS ORGANISMOS, PRINCIPALMENTE GENERAR NUEVOS CENTROS DE RECICLO.				
Objetivo 3. Reducir la población que se encuentre expuesta a los contaminentes de los pasivos ambientales ubicados en las cercanías al área urbana, mediante el establecimiento de zonas de amortiguación con usos restringidos en los cuales se puedan incluir medidas biológicas de control de movimiento de contaminantes (cortinas de vegetación).	Valida		Replantea	
Observación.				
Objetivo 4. Resguardar a la población residente en torno a la línea del tren, mediante la definición de una superficie de baja densidad o área de amortiguación (áreas verdes lineales) que disminuya los efectos de ruido y polvo en la población del entorno.	Valida		Replantea	
Objetivo 5. Evitar la presencia de áreas subutilizadas al interior del área urbana, mediante la definición de usos de suelo apropiadas en función de una visión prospectiva de la ciudad de Vallenar.	Valida		Replantea	

3. Desde el sector al que representa (Órgano de la Administración del Estado), existe información relavante desde el ámbito de la planificación y relacionado con las temáticas abordadas en la exposición. (ejemplo: Estudio Patrimonial otorgado por Consejo de Monumentos para un área que se caracterice por su patrimonio histórico)

Nombre estudio o antecedentes	Tipo de información (Digital o papel)	Escala de trabajo	Datos de Contacto para realizar solicitud
PLAN MAESTRO DE GESTIÓN DE TRANSITO	DIGITAL	COMUNAL	ejemplo@mtt.gob.cl

HOJA DE CONSULTA

Mesa Intersectorial 1 Evaluación Ambiental Estratégica

"Actualización de Plan Regulador Comunal de Vallenar"

I. Datos Generales

Nombre	RICARDO CUNIQUEO HENRIQUEZ
Institución a la que representa	SERNATUR REGIONAL
Cargo	E. PRODUCTOS Y GESTION

II. Consultas

Responda las siguientes consultas referidas a la materia tratada en la exposición y justifique su respuesta.

1. Los criterios de sustentabilidad (3) planteados para la comuna, en específico para el desarrollo del área urbana, posee un planteamiento acorde a las perspectivas de desarrollo de la región y a la perspectiva de sustentabilidad propuesta por la EAE (dimensión ambiental, social y económica).

Observación: Señalar los motivos.	Valida	Replantea

2. Los objetivos ambientales propuestos para el PRC de Vallenar se encuentran definidos desde la problemáticas ambientales identificadas. Por lo anterior considera que la definición de cada una de ellos presenta coherencia con la realidad de las localidades.

Objetivo 1. Fomentar la integración de elementos naturales valorados (cursos hídricos) al medio urbano mediante la definición de una red de áreas verdes teniendo en consideración la disponibilidad del recurso hídrico y áreas de sombreado, que priorice el mejoramiento de las condiciones ambientales, y a su vez actúen como áreas de recreación y de movilidad peatonal.	Valida		Replantea	
Observación. La modificación del trazado no debe darse por la Intervención del Río Huasco, sino que tomarse de la zona del Distrito Franco Alternativo de Vertimiento 3, y los planos Fotovoltaicos y Eólicos en Evaluación Correspondiente.				

Objetivo 2. Disminuir la congestión en el área central de la localidad urbana y en sectores de nuevos crecimientos, mediante la definición de otros centros con comercio y servicios en los sectores más altos de Vallenar para evitar la confluencia de vehículos al centro de Vallenar, además de definir vías alternativas de tránsito.	Valida		Replantea	

Observación.			
Objetivo 3. Reducir la población que se encuentre expuesta a los contaminantes de los pasivos ambientales ubicados en las cercanías al área urbana, mediante el establecimiento de zonas de amortiguación con usos restringidos en los cuales se puedan incluir medidas biológicas de control de movimiento de contaminantes (cortinas de vegetación).	Valida		Replantea
Observación.			
Objetivo 4. Resguardar a la población residente en torno a la línea del tren, mediante la definición de una superficie de baja densidad o área de amortiguación (áreas verdes lineales) que disminuya los efectos de ruido y polvo en la población del entorno.	Valida		Replantea
Objetivo 5. Evitar la presencia de áreas subutilizadas al interior del área urbana, mediante la definición de usos de suelo apropiadas en función de una visión prospectiva de la ciudad de Vallenar.	Valida		Replantea

3. Desde el sector al que representa (Órgano de la Administración del Estado) existe información relavante desde el ámbito de la planificación y relacionado con las temáticas abordadas en la exposición. (ejemplo: Estudio Patrimonial otorgado por Consejo de Monumentos para un área que se caracterice por su patrimonio histórico).

Nombre estudio o antecedentes	Tipo de información (Digital o papel)	Escala de trabajo	Datos de Contacto para realizar solicitud
Estudio Fundamentos Funcionales para Proyectos de Riego	Digital		RConejero@seremia...
Catastro de Actividad Plan de Acción 2014-2018	Digital		"
Política Regional de Turismo	Digital		"

XIII.2 PLANO PRC VALLENAR